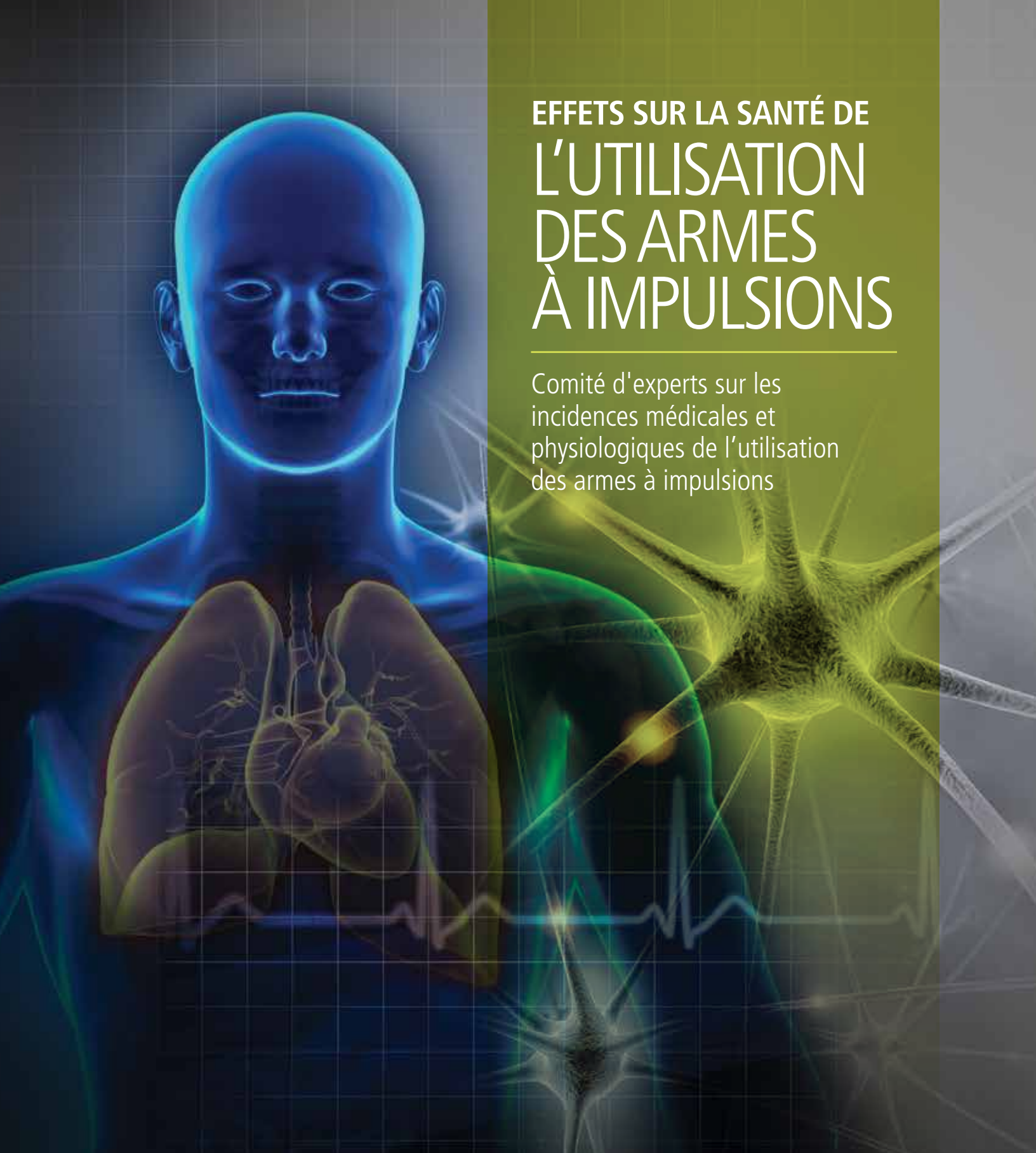




EFFETS SUR LA SANTÉ DE L'UTILISATION DES ARMES À IMPULSIONS

Comité d'experts sur les
incidences médicales et
physiologiques de l'utilisation
des armes à impulsions



Council of Canadian Academies
Conseil des académies canadiennes



Canadian Academy of Health Sciences
Académie canadienne des sciences de la santé

EFFETS SUR LA SANTÉ DE L'UTILISATION DES ARMES À IMPULSIONS

Comité d'experts sur les incidences médicales et physiologiques de l'utilisation des armes à impulsions

CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES ET ACADEMIE CANADIENNE DES SCIENCES DE LA SANTÉ
180, rue Elgin, bureau 1401, Ottawa (Ontario) Canada K2P 2K3

Avis : Le projet sur lequel porte ce rapport a été entrepris avec l'approbation du conseil des gouverneurs du Conseil des académies canadiennes et de l'Académie canadienne des sciences de la santé sous la direction du comité consultatif scientifique mixte. Les membres du comité d'experts responsable du rapport ont été choisis en raison de leurs compétences spécifiques et en vue d'obtenir un éventail équilibré de points de vue. Ce rapport a été préparé en réponse à une demande soumise par Recherche et développement pour la défense Canada. Les opinions, constatations et conclusions présentées dans cette publication sont celles des auteurs, à savoir les membres du comité d'experts sur les incidences médicales et physiologiques de l'utilisation des armes à impulsions, et ne reflètent pas nécessairement les points de vue des organisations où ils travaillent ou auxquelles ils sont affiliés.

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Effets sur la santé de l'utilisation des armes à impulsions / Le Comité d'experts sur les incidences médicales et physiologiques de l'utilisation des armes à impulsions.

Publié aussi en anglais sous le titre: The health effects of conducted energy weapons.

Comprend des références bibliographiques et un index.

Monographie électronique en format PDF.

Publié aussi en format imprimé.

ISBN 978-1-926558-65-3 (pdf)

1. Pistolets électriques—Aspect sanitaire. 2. Armes non meurtrières—Aspect sanitaire.

I. Conseil des académies canadiennes. Comité d'experts sur les incidences médicales et physiologiques de l'utilisation des armes à impulsions, auteur

HV7936.E7H43 2013b

363.2'32

C2013-906402-8

Le rapport peut être cité comme suit :

Conseil des académies canadiennes et Académie canadienne des sciences de la santé, 2013. *Effets sur la santé de l'utilisation des armes à impulsions*. Ottawa, ON. Le comité d'experts sur les incidences médicales et physiologiques de l'utilisation des armes à impulsions. Conseil des académies canadiennes et Académie canadienne des sciences de la santé.

Avis de non-responsabilité : Au meilleur de la connaissance du CAC, les données et les informations tirées d'Internet qui figurent dans le présent rapport étaient exactes à la date de publication du rapport. En raison de la nature dynamique d'Internet, des ressources gratuites et accessibles au public peuvent subséquemment faire l'objet de restrictions ou de frais d'accès, et l'emplacement des éléments d'information peut changer lorsque les menus et les pages Web sont modifiés.

© 2013 Conseil des académies canadiennes

Imprimé à Ottawa, Canada



Council of Canadian Academies
 Conseil des académies canadiennes



Canadian Academy of Health Sciences
 Académie canadienne des sciences de la santé



Cette évaluation a été rendue possible grâce
 au soutien du gouvernement du Canada.

Le Conseil des académies canadiennes

Le savoir au service du public

Le Conseil des académies canadiennes (CAC) est un organisme indépendant à but non lucratif qui soutient des évaluations scientifiques indépendantes, effectuées par des experts, visant à éclairer l'élaboration de politiques publiques au Canada. Dirigé par un conseil de 12 gouverneurs et conseillé par un comité consultatif scientifique de 16 membres, le CAC a pour champ d'action la « science » au sens large, ce qui englobe les sciences naturelles, les sciences sociales, les sciences de la santé, ainsi que le génie et les sciences humaines.

Les évaluations du CAC sont effectuées par des comités pluridisciplinaires indépendants d'experts provenant du Canada et de l'étranger. Ces évaluations visent à cerner des problèmes émergents, des lacunes dans les connaissances, les atouts du Canada, ainsi que les tendances et les pratiques internationales. Ces études fournissent aux décideurs gouvernementaux, aux universitaires et

aux parties prenantes les renseignements de haut calibre dont ils ont besoin pour élaborer des politiques publiques éclairées et novatrices.

Toutes les évaluations du CAC sont soumises à un examen formel. Elles sont publiées en français et en anglais et mises à la disposition du public sans frais. Des fondations, des organisations non gouvernementales, le secteur privé et tout palier de gouvernement peuvent soumettre au CAC des questions susceptibles de faire l'objet d'une évaluation.

Le CAC bénéficie aussi du soutien de ses trois académies membres fondatrices : la Société royale du Canada (SRC), l'Académie canadienne du génie (ACG), et l'Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS).

www.sciencepourlepublic.ca
@scienceadvice

Académie canadienne des sciences de la santé

L'Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS) offre des conseils scientifiques en vue de contribuer à la bonne santé de la population canadienne. Il s'agit d'un organisme à but non lucratif créé en 2004 et conçu pour œuvrer en partenariat avec la Société royale du Canada et l'Académie canadienne du génie. Ces trois organismes sont les trois membres fondateurs du Conseil des académies canadiennes. L'Institut canadien de médecine académique, qui a joué un rôle de premier plan dans la mise sur pied de l'Académie canadienne des sciences de la santé, a veillé à ce que son mandat englobe tout l'éventail des autres disciplines des sciences de la santé.

Le modèle de l'ACSS est l'Institute of Medicine des États-Unis. L'ACSS fournit en temps voulu des évaluations éclairées et indépendantes sur des questions urgentes qui touchent la santé des Canadiens et des Canadiennes. Le processus de travail de l'ACSS est conçu de façon à garantir l'accès aux experts appropriés, l'intégration des meilleures connaissances scientifiques et l'élimination de tout parti pris ou conflit d'intérêts. Ce dernier aspect relève d'une dynamique qui affecte souvent la recherche de solutions aux problèmes difficiles dans le secteur de la santé. Les évaluations effectuées par l'ACSS offrent une analyse objective des données scientifiques disponibles, indépendamment des considérations politiques et selon une perspective axée sur l'intérêt du grand public.

Les commanditaires dont émane la demande d'évaluation ont leur mot à dire en ce qui concerne la définition du cadre dans lequel s'inscrit la question à l'étude; mais ils n'ont aucune influence sur les résultats de l'évaluation ni sur le contenu du rapport. Chaque évaluation de l'ACSS est préparée par un comité d'experts nommés par l'ACSS et est elle-même évaluée de façon approfondie par des examinateurs externes qui restent anonymes pour le comité d'experts et dont les noms ne sont révélés qu'une fois que le rapport a été publié. L'approbation finale de la publication et de la diffusion d'un rapport de l'ACSS relève exclusivement du conseil des gouverneurs de l'ACSS.

L'ACSS se compose de membres élus issus de diverses disciplines, tant au sein du secteur de la santé qu'en dehors de ce secteur. Il s'agit à la fois d'un organisme regroupant des membres honorifiques et d'un organisme de recherche sur les politiques publiques. Les membres sont élus à l'ACSS à l'issue d'un processus rigoureux d'examen par les pairs dont les critères portent sur les aspects suivants : preuves du rôle de chef de file, créativité, compétences caractéristiques et engagement à faire progresser les études et la recherche sur les sciences de la santé.

www.caahs-acss.ca

Le comité d'experts sur les incidences médicales et physiologiques de l'utilisation des armes à impulsions

L'honorable juge Stephen T. Goudge, président, Cour d'appel de l'Ontario (Toronto, Ont.)

Mark Bisby, consultant indépendant; conseiller, Fondation canadienne pour l'amélioration des services de santé (FCRSS) et Neuro Canada (Ottawa, Ont.)

James Brophy, professeur, Départements d'épidémiologie et de biostatistique, Faculté de médecine de l'Université McGill; médecin traitant, Unité de cardiologie, Centre universitaire de santé McGill (CUSM) (Montréal, Qc)

George Carruthers, MACSS, retraité; ancien professeur et titulaire de la chaire de médecine, Université Dalhousie; ancien professeur de la Faculté de médecine et de la Faculté de pharmacologie et toxicologie, London Health Sciences Centre et Université Western; ancien doyen de la Faculté de médecine, United Arab Emirates University (Lisburn, Royaume-Uni)

Igor R. Efimov, professeur distingué Lucy et Stanley Lopata de génie biomédical, Université Washington; professeur de radiologie, médecine (cardiologie) et de biologie et physiologie cellulaires, École de médecine de l'Université Washington (St. Louis, MO)

Derek V. Exner, MSRC, cardiologue, spécialiste du rythme cardiaque et professeur, Université de Calgary; chaire de recherche du Canada en essais cliniques cardiovasculaires, directeur médical de la stimulation cardiaque et de l'électrophysiologie, Institut cardiovasculaire Libin de l'Alberta (Calgary, Alb.)

Robert Gordon, professeur et directeur de l'École de criminologie; Université Simon Fraser (Vancouver, C.-B.)

Christine Hall, FRCPC, professeure adjointe d'enseignement clinique, Département de médecine d'urgence, Faculté de médecine, Université de la Colombie-Britannique; urgentologue, Vancouver Island Health Authority (Victoria, C.-B.)

Stan Kutcher, MACSS, professeur, Département de psychiatrie, Université Dalhousie; psychiatre et titulaire de la Chaire Financière Sun Life sur la santé mentale des adolescents, Centre de soins de santé IWK; directeur, Centre collaborateur de l'OMS (Halifax, N.-É.)

Bruce McManus, MSRC, MACSS, professeur, Département de pathologie et de médecine de laboratoire, Université de la Colombie-Britannique; codirecteur, Institute for Heart + Lung Health; directeur, Centre de recherche James Hogg de l'UCB; directeur, Centre d'excellence pour la prévention de la propagation de l'insuffisance fonctionnelle des organes (CECR des RCE), Hôpital St. Paul, Université de la Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.)

Jason Payne-James, maître principal honoraire de conférences de la Cameron Forensic Medical Sciences et de la Barts and the London School of Medicine and Dentistry, Université de Londres; directeur, Forensic Healthcare Services Ltd et Payne-James Ltd; expert-conseil externe pour la National Policing Improvement Agency et la National Injuries Database (Essex, Royaume-Uni)

Susan Sherwin, MSRC, MACSS, Professeure de recherche émérite, Département de philosophie et Département d'études sur les sexes et les femmes, Université Dalhousie (Halifax, N.-É.)

Christian Sloane, Professeur agrégé de clinique, Département de médecine d'urgence, Université de la Californie (San Diego, CA)

Mario Talajic, directeur, Département de médecine, Université de Montréal; directeur, Centre de génétique cardiovasculaire, Institut de cardiologie de Montréal (Montréal, Qc)

Lettre du président

Bien que d'apparition relativement récente dans les techniques policières modernes, les armes à impulsions (AI) sont aujourd'hui largement utilisées par les forces de maintien de l'ordre et le personnel de la sécurité publique de toutes les administrations dans l'ensemble du Canada. Du fait de leur usage très répandu et de l'intérêt qu'elles suscitent tant dans le milieu scientifique que dans le public, il va de l'intérêt de tous les Canadiens et Canadiennes de faire le point sur ce qu'on sait et ce qu'on ne sait pas à propos des effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI.

Le comité d'experts sur les incidences médicales et physiologiques de l'utilisation des armes à impulsions apprécie vivement la possibilité qui lui a été offerte d'étudier cette question importante, et il est reconnaissant des apports et de l'aide qui lui ont été fournis dans la réalisation de ses travaux.

Plusieurs personnes et organisations ont fourni une aide et des conseils très précieux aux premières étapes du processus. Plus particulièrement, Len Goodman, chef intérimaire, Section du comportement et du rendement individuel, Recherche et développement pour la défense Canada – Toronto, et Donna Wood, gestionnaire de projet, Initiative stratégique sur les armes à impulsions (ISAI), Recherche et développement pour la défense Canada – Centre des sciences pour la sécurité, ont fourni une excellente information contextuelle sur le fonctionnement de l'ISAI en général, ainsi que des conseils sur la détermination de la portée des questions d'évaluation. De plus, les sergents Steven De Ville et Greg Borger, du Service de police d'Ottawa,

en Ontario, ont généreusement fait bénéficier le comité d'experts de leur temps et de leur expérience en faisant une démonstration pratique des dispositifs à impulsions et de leur utilisation dans le contexte des modèles de recours à la force dans le maintien de l'ordre.

Le comité d'experts désire en outre souligner la contribution du personnel des installations de recherche du Centre d'essais techniques de la qualité de la Défense nationale et des Forces canadiennes, qui a apporté une aide des plus utiles en offrant une visite guidée des installations d'essai aux premières étapes de l'évaluation et en fournissant des données d'essai issues de ses travaux liés aux AI, pour utilisation dans le rapport. Le comité d'experts salue aussi le travail de reconnaissance accompli par Sécurité publique Canada, ainsi que les importantes activités de consultation réalisées par cette organisation concernant l'utilisation des AI au Canada.

Enfin, le comité d'experts est très reconnaissant pour le soutien exceptionnel qu'il a reçu des membres du personnel du Conseil des académies canadiennes, dont les noms sont énumérés ci-après.

L'honorable juge Stephen T. Goudge, président



Comité d'experts sur les incidences médicales et physiologiques de l'utilisation des armes à impulsions

Personnel responsable du projet au Conseil des académies canadiennes

Équipe de l'évaluation : Andrew Taylor, directeur de programmes
Jennifer Bassett, chercheuse
Kori St. Cyr, associé de recherche
Weronika Zych, coordonnatrice de programmes

Avec la participation de : Marcius Extavour, consultant
Clare Walker, révision du texte anglais
Marcel Gagnon, traducteur agréé, anglais-français
Accurate Communications, conception graphique

Examen du rapport

Ce rapport a été examiné, à l'état d'ébauche, par les personnes mentionnées ci-dessous. Celles-ci ont été choisies par le Conseil des académies canadiennes et l'Académie canadienne des sciences de la santé en raison de la diversité de leurs points de vue, de leurs domaines de spécialisation et de leurs origines, dans les secteurs des établissements universitaires, de l'entreprise privée, des politiques et des organisations non gouvernementales.

Ces examinateurs ont évalué l'objectivité et la qualité du rapport. Leurs avis — qui demeureront confidentiels — ont été pleinement pris en considération par le comité d'experts, et un grand nombre de leurs suggestions ont été incorporées dans le rapport. Nous n'avons pas demandé à ces personnes d'approuver les conclusions du rapport, et elles n'ont pas vu la version définitive du rapport avant sa publication.

Le comité d'experts sur les incidences médicales et physiologiques de l'utilisation des armes à impulsions, le CAC et l'ACSS assument l'entière responsabilité du contenu définitif de ce rapport.

Le CAC et l'ACSS désirent remercier les personnes suivantes d'avoir bien voulu examiner le rapport :

Geoffrey P. Alpert, professeur de criminologie, Université de Caroline du Sud (Columbia, SC)

Matthew J. Bowes, médecin légiste en chef, Nova Scotia Medical Examiner Service (Halifax, N.-É.)

Aileen Brunet, directrice des services cliniques, East Coast Forensic Hospital (Dartmouth, N.-É.)

Paul Dorian, professeur de médecine, Cardiologie, Université de Toronto (Toronto, Ont.)

John Kleinig, professeur de philosophie et de justice pénale, John Jay College of Criminal Justice, City University of New York (New York, NY)

Bryan Kolb, MSRC, professeur de neuroscience, Université de Lethbridge (Lethbridge, Alb.)

L. Joshua Leon, doyen de la Faculté de génie, Université Dalhousie (Halifax, N.-É.)

J. Patrick Reilly, ingénieur principal, Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory; président, Metatec Associates (Silver Spring, MD)

Robert D. Sheridan, chercheur principal, Defence Science and Technology Laboratory (Porton Down, Royaume-Uni)

Arthur R. Slutsky, MACSS, vice-président, Recherche, St. Michael's Hospital; Université de Toronto (Toronto, Ont.)

Eldon R. Smith, O.C., MACSS, professeur émérite, Université de Calgary (Calgary, Alb.)

Anthony Tang, électrophysiologiste et directeur médical, British Columbia Electrophysiology Program, Royal Jubilee Hospital (Victoria, C.-B.)

La procédure d'examen du rapport a été supervisée, au nom du conseil des gouverneurs du CAC, du conseil de l'ACSS et du comité consultatif scientifique mixte par **Dre Jean Gray, C.M., FACSS**, professeure émérite de médecine à l'Université Dalhousie. Son rôle était de veiller à ce que le comité d'experts prenne en considération de façon entière et équitable les avis des examinateurs. Le conseil des gouverneurs du CAC et de l'ACSS n'autorisent la publication du rapport d'un comité d'experts qu'une fois que la personne chargée de superviser l'examen du rapport confirme que le rapport satisfait bien aux exigences du CAC et de l'ACSS. Le CAC et l'ACSS remercient Dre Gray de la diligence avec laquelle elle a supervisé l'examen du rapport.



Elizabeth Dowdeswell, présidente-directrice générale
Conseil des académies canadiennes



Tom Marrie, président
Académie canadienne des sciences de la santé

Sommaire

Les armes à impulsions (AI) sont des dispositifs qui utilisent l'énergie électrique pour infliger de la douleur à une personne ou pour l'immobiliser ou la neutraliser. Le continuum global de recours à la force que suit le personnel d'exécution de la loi et de sécurité publique va de la simple présence d'un agent de police à l'usage d'une force létale. Les AI constituent l'une des options qui s'offrent dans ce continuum. Elles sont utilisées habituellement pour aider à appréhender des individus récalcitrants qui résistent à l'arrestation. La perte de contrôle des muscles volontaires induite par les AI a pour but de faire tomber les sujets au sol, où ils pourront être maîtrisés en vue de leur mise en détention. Les sujets ne sont pas censés ressentir d'effets durables associés à l'utilisation du dispositif.

Les AI sont utilisées par des organismes d'exécution de la loi partout dans le monde. Au Canada, elles ont été adoptées pour la première fois par certains organismes d'exécution de la loi à la fin des années 1990. Actuellement, quelque 9174 armes à impulsions sont utilisées au Canada. Bien que leur nombre varie selon les endroits, toutes les administrations fédérales, provinciales et territoriales en font usage d'une façon ou d'une autre. La prise de décision au sujet des protocoles pour la sélection, l'acquisition et l'utilisation des AI est assurée par les organismes locaux, et elle varie selon les endroits. La décision de déployer une AI se prend non seulement à l'échelon de l'organisation et de ses dirigeants, mais aussi sur le terrain, selon les circonstances du moment. Dans tout scénario d'intervention policière, l'agent qui se trouve sur les lieux décide s'il recourra ou non à la force, et de quelle façon. Pour ce faire, il suit un protocole, soupèse les options et résultats, et estime les risques, cela sur la foi de l'information disponible en temps réel.

Les AI sont censées être sécuritaires et présenter la possibilité de réduire les blessures par comparaison avec les autres formes d'intervention, mais leur utilisation n'est pas nécessairement sans risques. Le caractère adéquat des AI en tant qu'option de recours à la force et les risques et préjudices possibles qui y sont associés ont fait l'objet de discussions et de débats dans le milieu scientifique et dans le public. Si l'on se fonde uniquement sur les rapports des médias et les processus d'enquête documentés, au moins 33 décès ont à ce jour été recensés ultérieurement à l'utilisation d'une AI au Canada, sans toutefois qu'ils soient nécessairement le résultat du déploiement de l'AI. Il n'existe pas d'ensemble unifié de données probantes concernant le nombre des décès reliés à l'ensemble des autres situations de recours à la force qui permettrait de confirmer ce chiffre ou de le

soumettre à des comparaisons. Compte tenu de l'attention que suscite actuellement la question, il est de la première importance d'établir un consensus scientifique sur ce qu'on sait et ce qu'on ne sait pas à propos des effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI.

En 2010, le Centre des sciences pour la sécurité, à Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC), a entrepris l'Initiative stratégique sur les armes à impulsions (ISAI), en partenariat avec le directeur général, Politiques en matière de police, à Sécurité publique Canada. Un des objectifs de l'Initiative consistait à former un groupe d'experts en médecine chargé de mener une évaluation indépendante de la recherche existante sur les incidences médicales et physiologiques des armes à impulsions. Dans la poursuite de cet objectif, RDDC (le commanditaire) a demandé à l'Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS) de se livrer à une évaluation indépendante, fondée sur des données probantes, de l'état des connaissances en ce domaine. L'ACSS a établi un partenariat avec le Conseil des académies canadiennes (CAC). Travaillant en collaboration avec l'ACSS, le CAC a fait office de secrétariat dans le cadre de l'exploration scientifique des données probantes.

Le CAC et l'ACSS se sont vu demander de répondre aux trois principales questions suivantes :

1. Quel est l'état actuel des connaissances scientifiques sur les incidences médicales et physiologiques de l'utilisation des armes à impulsions?
2. Quelles lacunes scientifiques persistent quant à ces incidences?
3. Quelles recherches doivent être menées pour combler ces lacunes?

Pour s'acquitter de leur mandat, le CAC et l'ACSS ont réuni un comité multidisciplinaire formé de 14 experts du Canada et de l'étranger. Le présent rapport se fonde sur le consensus auquel sont arrivés les membres du comité d'experts à l'issue de l'examen et des délibérations auxquels ils se sont livrés à l'égard de l'information probante. Cette dernière incluait des grandes synthèses des données probantes, des rapports d'examen, des ouvrages, des recherches primaires examinées par des pairs, d'autres documents pertinents sur de grands sujets tels que l'éthique de la recherche, l'électrophysiologie et le génie électrique, des documents techniques exposant les résultats de tests réalisés par RDDC et une démonstration pratique du déploiement d'AI lors d'une visite aux installations de recherche du Centre d'essais techniques de la qualité (CETQ) de la Défense nationale et des Forces canadiennes.

CONSTATATIONS

Le comité d'experts a formulé cinq grandes constatations en réponse au mandat que lui a confié RDDC. Ces constatations, résumées dans les paragraphes qui suivent, sont exposées plus en détail dans le rapport complet du comité d'experts.

1. **La conception des AI est fondée sur le principe que les impulsions électriques délivrées par ces dispositifs sont suffisamment puissantes pour stimuler efficacement les nerfs moteurs et sensoriels et ainsi causer douleur et neutralisation, tout en étant trop brèves pour stimuler d'autres tissus excitables électriquement. Étant donné que les caractéristiques électriques des dispositifs à impulsions sont variables et qu'elles continuent d'évoluer, il faut tester chaque dispositif individuellement pour évaluer son rendement, de même que sa capacité d'induire une neutralisation ainsi que de possibles effets nocifs sur la santé.**

Les AI délivrent des impulsions électriques brèves et répétées sur la peau et les tissus sous-cutanés au moyen de deux sondes métalliques. Elles offrent deux modes de fonctionnement, soit le mode à sondes et le mode paralysant. En mode à sondes, l'AI projette une paire de fléchettes métalliques, qui s'écartent l'une de l'autre et pénètrent et les vêtements, la peau et les tissus mous du sujet pour s'y fixer. Les fléchettes sont reliées à de minces fils électriques qui transmettent la décharge électrique à partir du dispositif. Si les fléchettes sont suffisamment espacées l'une de l'autre sur le corps, il en résulte une neutralisation du sujet. En mode paralysant, l'utilisateur appuie le dispositif directement sur le sujet, lui infligeant une douleur localisée. Le mode à sondes, auquel est associée une probabilité supérieure que le courant circulera dans les tissus à l'intérieur du thorax, y compris possiblement le cœur, est celui qui présente le risque le plus élevé d'effets indésirables sur le cœur ou la santé.

En plus de causer de la douleur, les AI influent sur le système nerveux périphérique d'une façon qui entraîne des contractions temporaires, involontaires et non coordonnées des muscles squelettiques. La réponse du corps humain aux impulsions d'une AI dépend, en même temps que de facteurs propres à l'individu et au contexte, de la puissance, de la durée et de la forme d'onde de la décharge électrique, ainsi que du moment où le courant est appliqué en relation avec l'activité électrique naturelle observée dans le corps. Ce sont ces caractéristiques qui font que les AI peuvent stimuler certains tissus (comme les cellules nerveuses) et non certains autres (comme les cellules du cœur). Les formes d'onde associées aux cellules nerveuses sont beaucoup plus brèves que celles du muscle cardiaque. La durée de la

stimulation électrique requise pour dépasser le seuil propre à une cellule du muscle cardiaque est d'environ 10 à 100 fois supérieure à celle requise pour une cellule nerveuse motrice ou sensorielle. Par conséquent, suivant le principe qui guide le fonctionnement d'une AI, les impulsions électriques de courte durée délivrées par le dispositif sont très efficaces pour stimuler les nerfs, causant douleur et neutralisation, mais sont beaucoup moins efficaces pour stimuler le muscle cardiaque et causer des perturbations potentiellement fatales du rythme et de la capacité de pompage du cœur. Cependant, les spécifications des AI varient d'un dispositif à l'autre, et elles peuvent changer au fur et à mesure des utilisations et en fonction des conditions. Les AI, et les différences entre elles, évoluent constamment, de sorte que les connaissances liées à un modèle particulier ne sont pas nécessairement transposables à d'autres dispositifs et que les caractéristiques des dispositifs plus récents ne sont pas connues. Il faut tester chaque AI individuellement pour évaluer son rendement et comprendre le contexte et les conditions dans lesquels elle est utilisée.

2. **Certaines blessures physiques telles des perforations superficielles sont fréquemment causées par les décharges d'AI, mais elles présentent rarement des risques médicaux graves. Bien qu'il soit difficile de tirer des conclusions claires sur les effets neuroendocriniens, respiratoires et cardiaques des AI en raison de l'absence de données probantes de qualité, les études disponibles donnent à penser que les complications fatales, quoique biologiquement plausibles, sont extrêmement rares.**

Le comité d'experts a mis au jour un éventail de blessures physiques causées par les AI. Les sondes des AI entraînent fréquemment des blessures superficielles, mais les blessures plus graves causées par les sondes des dispositifs, les contractions musculaires et les chutes résultant de la neutralisation sont beaucoup moins fréquentes. Le comité d'experts a centré son attention sur les effets aigus à court terme sur la physiologie et sur la santé associés aux caractéristiques électriques des AI, c'est-à-dire les effets les plus susceptibles d'entraîner un décès subit et inattendu. Comme les décès de ce type sont vraisemblablement le résultat ultime d'une combinaison de facteurs interreliés qui font entrer en jeu les systèmes neuroendocrinien, respiratoire et cardiovasculaire, le comité d'experts s'est surtout intéressé aux changements physiologiques observés dans ces systèmes, y compris l'activation de la réaction humaine au stress et l'élévation des niveaux connexes des hormones de stress comme les catécholamines, les perturbations mécaniques de la respiration, les changements dans la chimie sanguine et l'acidose en résultant, ainsi que les changements dans le rythme et la fréquence cardiaques et la possibilité d'arythmie.

Le comité d'experts a également examiné divers cofacteurs qui, individuellement ou en combinaison, pourraient accroître le risque ou la gravité de ces effets et augmenter le risque de mort subite inattendue. Plusieurs constatations sont ressorties de l'examen par le comité d'experts de la littérature disponible, qui traite pour l'essentiel des effets sur le cœur.

- Bien qu'un nombre limité d'études suggèrent que l'exposition à une AI peut induire la réaction au stress et faire augmenter les niveaux d'hormones, la pertinence clinique de ces augmentations est incertaine. De plus, on ne sait pas avec clarté dans quelle mesure la décharge d'une AI vient ajouter au niveau élevé de stress que subit déjà un individu impliqué dans un scénario d'arrestation.
- Des études auprès d'animaux soumis à des décharges prolongées ou répétées d'une AI ont fait ressortir la possibilité de complications respiratoires (p. ex. une acidose prononcée). Les données expérimentales publiées ont révélé chez les sujets humains en santé des changements respiratoires comparables à ceux observés à la suite d'un effort physique vigoureux, mais il n'y a pas eu d'études auprès de groupes plus hétérogènes ou d'humains soumis à des décharges prolongées ou répétées.
- Certaines études sur des animaux ont donné à penser que les AI peuvent induire des arythmies cardiaques fatales (c.-à-d. des anomalies du rythme cardiaque) quand sont présentes, isolément ou en combinaison, certaines caractéristiques de décharge : un emplacement des sondes d'un côté et de l'autre du cœur (ce qui entraîne le passage du courant à travers le cœur), une pénétration profonde des sondes près du cœur, une charge accrue, des décharges prolongées ou des décharges répétées. Ces études faisaient ressortir la vraisemblance biologique d'effets nocifs sur la santé après l'exposition à une AI.
- Quelques cas où s'est présentée une relation temporelle entre l'utilisation d'une AI et des arythmies cardiaques fatales ont été observés chez les humains, mais l'information probante disponible ne permet pas de confirmer ou d'exclure l'existence d'un lien de causalité. S'il existe de fait un tel lien, la probabilité d'une arythmie cardiaque fatale est faible, mais il faudrait posséder davantage de données probantes pour confirmer l'existence de tout risque, et le cas échéant son ampleur.
- Les rôles de cofacteurs communs aux incidents réels comportant le recours à une AI (p. ex. l'intoxication, l'effort physique ou la contrainte) et d'autres cofacteurs (p. ex. le type corporel ou les complications médicales préexistantes) susceptibles d'accroître la sensibilité aux effets nocifs n'ont pas été étudiés adéquatement en vue d'acquérir une bonne compréhension de la vulnérabilité accrue chez les humains.

La portée de ces conclusions est limitée par un certain nombre de difficultés associées aux études de recherche expérimentale en laboratoire disponibles, dont l'extrapolation aux humains des résultats d'études fondées sur des modèles informatiques et animaux, le fait que les études sur des humains portaient surtout sur des sujets en santé qui ne représentent pas les diverses populations concernées dans les événements comportant le recours à une AI, l'absence de groupes témoins adéquats, l'absence de méthodologies expérimentales et mécanismes de surveillance variés et robustes et les faibles tailles des échantillons. Font défaut des études à grande échelle fondées sur des populations qui refléteraient mieux la complexité des scénarios de déploiement des AI dans le monde réel, tout en tenant compte d'un éventail de cofacteurs possibles.

3. Les morts subites en détention qui découlent d'un événement de recours à la force sont habituellement associées à un scénario complexe faisant intervenir de multiples facteurs qui sont tous susceptibles de contribuer à une mort subite inattendue. De ce fait, il est difficile d'isoler la contribution d'un facteur en particulier. Bien que les AI puissent contribuer du fait de leurs caractéristiques électriques aux morts subites en détention, il est impossible de confirmer ou d'exclure, sur la base de l'information probante limitée qui est disponible, que les AI ont pu agir comme cause première de décès dans la plupart des situations réelles.

La mort subite en détention s'entend d'un décès soudain et inattendu qui survient pendant la détention d'un individu par les forces de l'ordre ou le personnel de la sécurité publique. Ces décès se produisent habituellement dans des scénarios complexes qui peuvent faire intervenir l'agitation, la contrainte physique ou chimique, la désorientation, le stress, l'effort physique, des problèmes de santé préexistants et l'utilisation de drogues ou d'alcool, autant de facteurs qui sont susceptibles de contribuer au décès. De ce fait, il est difficile d'isoler la contribution d'un facteur en particulier. Les données probantes révèlent que les caractéristiques électriques des décharges d'AI peuvent contribuer à la mort subite en détention, mais il n'existe pas de preuve de l'existence d'un lien causal clair provenant d'études prospectives à grande échelle. Quelques rapports de coroner ont toutefois mentionné l'utilisation d'une AI comme cause principale de décès en l'absence d'autres facteurs quand il y avait eu exposition excessive. À l'inverse, certains ont soutenu que les AI pourraient peut-être jouer un rôle protecteur en mettant un terme à des situations qui pourraient autrement aboutir à une mort subite en détention. Compte tenu des limites et de la rareté de l'information probante, il n'est

pas possible pour l'instant de confirmer ou d'exclure l'existence d'un lien de causalité clair entre l'utilisation des AI et la mort subite en détention. De plus, il n'existe pas suffisamment d'information probante pour déterminer si l'utilisation des AI accroît ou diminue la probabilité de mort subite en détention en la présence de cofacteurs comme la maladie mentale ou le syndrome du délire aigu (classification hautement controversée qui est utilisée pour désigner un état caractérisé par des signes et symptômes comme l'agitation, une température corporelle élevée, la désorientation et l'agressivité). Si un lien de causalité existe de fait, la probabilité qu'une AI soit la seule cause d'une mort subite en détention est faible. L'importance du rôle que le dispositif pourrait jouer dans un décès donné n'est pas claire, et elle est fonction des cofacteurs qui entrent en jeu. Il faudrait mener des recherches plus poussées pour cerner plus clairement ces relations.

4. Un certain nombre de grands défis se présentent au regard du financement, de la réalisation et de l'interprétation de la recherche sur les AI, ce qui crée des lacunes dans les connaissances concernant les effets sur la santé de l'utilisation des AI chez diverses populations et dans les différents contextes opérationnels où ces dispositifs sont déployées.

Les AI ont été étudiées en laboratoire, au moyen de modèles informatiques et animaux et auprès de sujets humains, et sur le terrain, dans le contexte d'incidents réels. Les modèles animaux ouvrent la porte à des interventions expérimentales plus intensives, ce qui peut aider à clarifier les divers paramètres requis pour entraîner systématiquement certains effets physiologiques et incidences sur la santé après l'exposition à une AI. Malgré les avantages que peuvent présenter ces études, leur applicabilité et leur généralisabilité dans le contexte d'expositions réelles aux AI ne sont pas claires. Le comité d'experts a conclu que pour améliorer la qualité de l'information probante, il faudrait mener des études à grande échelle sur le terrain fondées sur des populations, qui feraient intervenir la collecte uniforme et détaillée de renseignements sur les caractéristiques des sujets et sur les circonstances entourant les incidents de recours aux AI. Cependant, les faibles taux de blessures et le manque d'uniformité, entre autres choses, font qu'il est difficile d'établir des associations utiles. Compte tenu des limites de l'information probante disponible actuellement, le comité d'experts est arrivé à la conclusion que bon nombre d'aspects importants n'ont pas été étudiés à fond auprès des diverses populations ou dans les contextes opérationnels où les AI sont effectivement déployées, ce qui a fait ressortir plusieurs priorités pour les recherches à venir.

- Dans quelle mesure les caractéristiques électriques des AI causent-elles l'arythmie cardiaque et la mort subite en détention chez les humains quand le déploiement se fait dans des contextes opérationnels réels?
- Est-ce que certains groupes ou individus qui présentent des états pathologiques particuliers courent un risque accru de subir des effets néfastes reliés aux AI et, le cas échéant, quels principaux cofacteurs entrent en jeu?
- Quelles caractéristiques de conception et de déploiement des AI pourraient limiter le plus possible le risque d'effets néfastes sur la santé?

Le comité d'experts a aussi mis au jour cinq grandes lacunes dans le savoir sur les AI en matière de santé.

Établissement de relations de causalité – L'établissement d'un lien de causalité n'est pas une tâche simple. Certaines recherches ont fait ressortir une association entre l'exposition à une AI et certains effets sur la santé, alors que d'autres ont indiqué le contraire, et bien souvent les données de recherche ne sont simplement pas suffisantes pour qu'il soit possible de tirer la moindre conclusion définitive. Les facteurs de confusion peuvent apporter un certain nombre d'explications possibles concernant l'existence ou l'absence de telles relations. Il a donc été difficile pour le comité d'experts de déterminer dans quelle mesure les AI pourraient agir comme cause principale d'effets nocifs graves sur la santé dans des situations réelles, surtout en raison des défis liés à l'évaluation de la contribution relative de multiples facteurs.

Détermination du délai requis pour conclure à l'existence d'une probabilité – Il n'existe pas de lignes directrices précisant le délai qui doit s'écouler entre une décharge d'AI et un effet sur la santé pour qu'il puisse être avancé que l'AI a été à l'origine de cet effet. Il pourrait être utile d'utiliser un continuum de probabilité suivant lequel la probabilité qu'une AI soit directement responsable d'un effet sur la santé diminuerait à mesure que le moment d'occurrence de cet effet s'éloignerait du moment du déploiement de l'AI.

Compréhension des effets sur diverses populations – Les recherches sur les AI réalisées en laboratoire auprès d'humains portent le plus souvent sur des volontaires en santé et en bonne forme physique. On possède donc peu de connaissances concernant les effets sur la santé lorsque les AI sont utilisées en dehors d'environnements contrôlés, auprès de diverses populations possiblement vulnérables. Des études à grande échelle sur le terrain qui seraient fondées sur des populations et feraient intervenir la collecte uniforme et détaillée de renseignements sur les caractéristiques des sujets et sur les circonstances entourant

les situations de recours aux AI pourraient permettre de surmonter les contraintes d'ordre éthique et de cerner les effets sur la santé auprès de diverses populations.

Absence de normalisation – L'absence de normalisation et le manque d'uniformité des pratiques en matière de production de rapports et de tenue de dossiers concernant les événements de recours à la force nuisent à la tenue d'études fondées sur des populations et d'activités de surveillance adéquates. Il existe peu de registres centraux contenant des comptes rendus uniformisés des incidents comportant le recours à une AI par les forces de l'ordre ou par le personnel médical. Les lacunes au regard de la normalisation restreignent la capacité de tenir des études fondées sur des populations et de tirer des conclusions fondées sur des données probantes concernant la relation entre l'utilisation des AI et les effets nocifs sur la santé.

Transparence et indépendance de la recherche – Bon nombre des études de recherche sur les AI semblent avoir été réalisées dans un contexte où des fabricants d'AI ou des personnes en situation apparente de conflit d'intérêts (p. ex. des experts médicaux rémunérés) ont agi en affiliation avec les chercheurs ou apporté un soutien. Parfois, les sources de financement ne sont pas clairement indiquées. Bien que de telles études puissent reposer sur un fondement scientifique solide, une perception de conflit d'intérêts nuit à leur acceptation généralisée. Des recherches indépendantes, menées par des organismes sans liens financiers ou autres avec des fabricants d'AI ou sans autres conflits d'intérêts perçus, seraient souhaitables.

5. La meilleure façon de combler les lacunes dans l'information probante sur les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI consisterait à mettre en œuvre une série de stratégies intégrées qui mettraient l'accent sur un suivi, une surveillance et une production de rapports améliorés ainsi que sur des études épidémiologiques fondées sur des populations.

Le comité d'experts s'est vu demander de déterminer quelles recherches devraient être menées et quels mécanismes devraient être mis en place pour combler les lacunes dans les connaissances sur les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI. Le comité d'experts a conclu à la nécessité d'adopter une série de stratégies intégrées, étayées par des activités de suivi, de surveillance et de production de rapports ainsi que par des études épidémiologiques fondées sur des populations. Ci-après sont présentées certaines considérations qui pourraient servir de fondement à une telle réponse intégrée.

Normalisation et centralisation de l'enregistrement des incidents comportant le recours à une arme à impulsions –

Il conviendrait d'adopter des définitions communes des événements de recours à la force et de recours aux AI, ainsi qu'une méthode standard de production de rapports qui permettrait aux policiers et au personnel médical de consigner un minimum d'information, ce qui rendrait possible une comparaison de divers paramètres à l'échelle d'une population. Ce processus serait facilité par la création d'un dépôt central d'information sur les événements de recours à la force au Canada.

Possibilité d'une évaluation médicale complète après l'exposition à une AI –

Lorsque des sujets sont amenés à l'hôpital après un incident comportant le recours à une AI, il serait utile que les professionnels de la santé bénéficient d'indications au sujet des cofacteurs et des blessures et changements physiologiques particuliers qu'il est pertinent d'évaluer pour pouvoir donner des soins adéquats à ces personnes. Munis de telles connaissances, les professionnels de la santé pourraient se livrer plus régulièrement à des examens médicaux en vue d'évaluer les effets de l'exposition à une AI. Il serait en outre possible d'incorporer aux dispositifs à impulsions des technologies novatrices qui permettraient d'enregistrer automatiquement, sur-le-champ, des données sur la santé et des informations circonstanciées.

Amélioration de l'accessibilité, du partage et de l'intégration des connaissances issues de différentes disciplines –

Il pourrait être utile de donner aux chercheurs un meilleur accès aux dossiers médicaux et d'exécution de la loi, autant qu'il est raisonnablement possible de le faire dans le respect de l'éthique. En ce qui concerne les préoccupations liées à la protection des renseignements personnels, il serait possible d'établir un processus permettant un partage et un couplage anonymes de cette information entre les disciplines, les institutions et les administrations. Une amélioration du couplage de l'information et de l'accès à l'information pourrait encourager l'étude d'un éventail de phénomènes pertinents, tout en faisant augmenter le nombre de publications de grande qualité sur diverses associations.

Appui aux études multi-sites à grande échelle fondées sur des populations –

Il serait possible d'enrichir notre base de connaissances par la tenue d'études prospectives multinationales robustes basées sur des populations, dans lesquelles des professionnels de la santé de diverses disciplines recevraient une formation sur la nature et l'étendue des lésions causées par les AI et pourraient ainsi se livrer à des examens médicaux uniformes, complets et

détaillés auprès d'individus qui ont été exposés à des AI. Il serait utile, pour permettre une analyse scientifique et des comparaisons fiables des différents événements, que les protocoles de recherche prévoient des méthodes dynamiques de collecte de l'information probante qui prendraient en compte tout événement imprévu (et ses caractéristiques) qui peut survenir pendant la collecte des données.

Amélioration de la compréhension des risques liés aux AI par comparaison avec les autres interventions comportant le recours à la force – Les AI se présentent en parallèle (et peuvent être utilisées de concert) avec de nombreux autres mécanismes d'intervention possibles. Pour que les risques liés aux AI en comparaison avec les autres types d'interventions puissent être évalués, les futures études devraient comparer les morts subites en détention liées aussi bien aux incidents qui comportent le recours à une AI qu'à ceux qui ne le comportent pas. Il serait utile que les futures études examinent les risques liés à la non-utilisation d'une AI dans une situation donnée, en tenant compte de l'administration concernée et du contexte, des techniques et protocoles de recours à la force en place, ainsi que des effets nocifs connexes sur la santé, incluant la morbidité, la gravité de celle-ci et la mortalité.

Compréhension des spécifications des AI fabriquées par un éventail de sociétés – En étudiant et en comparant un vaste éventail de dispositifs, les chercheurs pourraient mieux comprendre comment des décharges distinctes (au regard par exemple des spécifications des formes d'onde et des modes de déploiement) sont associées à des effets physiologiques variables dans leur nature et leur intensité. Le fait de définir et d'énoncer clairement des protocoles d'essai pour les AI garantirait l'application de méthodes standard pour évaluer le rendement des dispositifs au fil du temps. L'enrichissement des connaissances en ce domaine aiderait à établir une base d'information plus solide concernant les paramètres de sécurité et les spécifications techniques des dispositifs.

Poursuite de recherches expérimentales en laboratoire conformes à l'éthique concernant les AI – Les futures études fondées sur des modèles informatiques et études sur des animaux bénéficieraient de l'application d'approches nouvelles et de l'utilisation d'échantillons de taille supérieure et de groupes témoins. Les études auprès des humains gagneraient à reproduire certaines caractéristiques fréquemment observées chez les sujets sur le terrain (en gardant à l'esprit les contraintes pertinentes liées à l'éthique et à la sécurité), à utiliser des échantillons plus hétérogènes et plus vastes, ainsi qu'à mettre à profit les techniques d'extrapolation.

CONCLUSION

Les conclusions auxquelles le comité d'experts est arrivé se fondent sur son interprétation de la meilleure information probante disponible présentée dans les différentes parties du rapport. Le comité d'experts reconnaît l'existence de lacunes dans la littérature sur le sujet, situation qui crée manifestement des défis au moment d'évaluer les effets physiologiques et incidences sur la santé des AI. Actuellement, de nombreuses possibilités s'offrent de repenser aussi bien la façon dont nous évaluons les effets sur la santé des AI et, de manière plus générale, des interventions de recours à la force, que la façon dont nous communiquons l'information à ce sujet. Il existe des possibilités de remanier et d'améliorer les méthodologies de recherche, de normaliser la collecte de l'information et de tisser des partenariats entre les disciplines, les administrations et les champs de pratique professionnelle.

Le rapport du comité d'experts vise à fournir une évaluation approfondie faisant autorité sur l'état des connaissances à propos de la relation entre les AI et divers effets sur la santé. De plus, le comité d'experts reconnaît que certains facteurs qui vont au-delà de l'évaluation des effets sur la santé entrent en jeu dans la prise de décision concernant les AI, et que ces facteurs doivent aussi être pris en compte dans toute évaluation à grande échelle de l'utilisation des AI. Le présent rapport doit par conséquent servir de complément à d'autres travaux sur les procédures d'essai et d'approbation, sur les motivations et protocoles sur lesquels reposent les normes concernant l'utilisation adéquate, la sécurité et l'efficacité, sur le caractère adéquat des dispositifs par comparaison aux autres options de recours à la force et sur les autres considérations sociopolitiques qui forment l'ensemble plus global des connaissances requises pour prendre des décisions éclairées concernant la santé publique, la prestation des services de police et l'utilisation des AI au Canada.

La présente évaluation offre une occasion d'ancrer les pratiques d'exécution de la loi municipales, provinciales, territoriales, fédérales et internationales dans un savoir éclairé, et elle fournit une tribune d'où il sera possible d'encourager une meilleure communication entre les administrations. Au bout du compte, même si les perceptions et émotions observées dans le public revêtent de l'importance, elles ne devraient pas dicter l'orientation du débat; l'élaboration de la politique entourant l'utilisation des AI au Canada devrait se fonder sur un éventail de résultats de recherches scientifiques, d'évaluations des risques et de données probantes.

Table des matières

1	Introduction et mandat du comité d'experts	2
1.1	Contexte	2
1.2	Mandat du comité d'experts et décisions concernant la portée de l'évaluation	2
1.3	Approche adoptée par le comité d'experts	4
1.4	Structure du rapport.....	7
2	Utilisation des armes à impulsions au Canada	9
2.1	Bref historique de l'utilisation des armes à impulsions au Canada.....	9
2.2	Environnement légal et réglementaire	9
2.3	Statistiques sur l'utilisation des AI et les blessures et décès qui en résultent au Canada	12
2.4	Résumé	14
3	Conception, fonctionnement et effets escomptés des armes à impulsions.....	16
3.1	Exposition du corps humain à l'électricité.....	16
3.2	Électrophysiologie des nerfs, des muscles et du cœur	17
3.3	Conception et fonctionnement des armes à impulsions	19
3.4	Formes d'onde associées aux AI	21
3.5	Résumé.....	24
4	Approches actuelles de la recherche sur les armes à impulsions.....	26
4.1	Recherche expérimentale en laboratoire.....	26
4.2	Études épidémiologiques sur le terrain auprès de populations.....	29
4.3	Résumé.....	30
5	Effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des armes à impulsions	32
5.1	Effets neuroendocriniens et activation de la réaction humaine au stress	32
5.2	Perturbation de la respiration et incidence sur la chimie sanguine.....	34
5.3	Perturbation du rythme et de la fréquence cardiaques	38
6	Rôle des armes à impulsions dans les morts subites en détention.....	46
6.1	Causes et déclencheurs possibles de la mort subite inattendue	46
6.2	Causes possibles des morts subites en détention.....	48
6.3	Relations entre les armes à impulsions et la mort soudaine en détention.....	51
6.4	Incidence des cofacteurs	53
6.5	Résumé.....	56
7	Lacunes dans l'information probante sur les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des armes à impulsions.....	58
7.1	Niveau de confiance dans l'établissement de liens de causalité directs	58
7.2	Détermination du délai requis pour conclure à l'existence d'une probabilité	60
7.3	Compréhension des effets sur la santé auprès de diverses populations.....	60
7.4	Absence de normalisation des pratiques en matière de production de rapports et de tenue de dossiers.....	63
7.5	Insuffisance du financement de la recherche indépendante sur les armes à impulsions	64

8	Stratégies intégrées pour combler les lacunes dans l'information probante sur les armes à impulsions.....	67
8.1	Normalisation et centralisation de l'enregistrement des incidents comportant le recours à une arme à impulsions.....	67
8.2	Possibilité d'une évaluation médicale complète après l'exposition à une arme à impulsions.....	68
8.3	Amélioration de l'accessibilité, du partage et de l'intégration des connaissances issues de différentes disciplines.....	68
8.4	Appui aux études multi-sites à grande échelle fondées sur des populations.....	69
8.5	Amélioration de la compréhension des risques liés aux armes à impulsions par comparaison avec les autres interventions comportant le recours à la force.....	70
8.6	Compréhension des spécifications des armes à impulsions fabriquées par un éventail de sociétés.....	71
8.7	Poursuite de recherches expérimentales en laboratoire conformes à l'éthique concernant les armes à impulsions.....	71
9	Résumé et conclusions	74
9.1	Quel est l'état actuel des connaissances scientifiques sur les incidences médicales et physiologiques de l'utilisation des armes à impulsions?	74
9.2	Quelles lacunes scientifiques persistent quant à ces incidences?	76
9.3	Quelles recherches doivent être menées pour combler ces lacunes?.....	77
9.4	Réflexions finales.....	78
	Références	81
	APPENDICE A : Résumé des principales constatations issues d'évaluations précédentes.....	94
	APPENDICE B : Blessures physiques après l'exposition à une AI.....	96
	APPENDICE C : Sommaire des études sur des animaux examinant les dysfonctionnements respiratoires.....	98
	APPENDICE D : Sommaire des études sur des animaux examinant divers caractéristiques des AI et dysfonctionnements cardiaques.....	99

Liste des figures et tableaux

Figure 2.1	Jalons dans l'utilisation des AI au Canada	10
Figure 2.2	Nombre estimatif d'AI en usage à la GRC et dans les forces policières provinciales et municipales au Canada	11
Figure 2.3	Évolution de l'utilisation des AI dans l'ensemble de la GRC	13
Tableau 3.1	Comparaison des caractéristiques approximatives de diverses sources d'impulsions électriques	17
Figure 3.1	Structure du cœur et activité électrique des cellules du muscle cardiaque et des cellules nerveuses.....	18
Figure 3.2	Vue latérale schématique du TASER® X26™	20
Figure 3.3	Comparaison des formes d'onde de modèles de dispositifs TASER®	22
Figure 5.1	Représentation du déploiement de sondes d'une AI sur le thorax	40
Figure 6.1	Facteurs potentiels associés à la mort subite en détention.....	47

1

Introduction et mandat du comité d'experts

- Contexte
- Mandat du comité d'experts et décisions concernant la portée de l'évaluation
- Approche adoptée par le comité d'experts
- Structure du rapport

1 Introduction et mandat du comité d'experts

1.1 CONTEXTE

Utilisées par les organismes canadiens d'exécution de la loi depuis la fin des années 1990, les armes à impulsions (AI) constituent à la fois un nouvel instrument de maintien de l'ordre, un nouveau dispositif bioélectrique digne d'examen des points de vue médical et scientifique, et un nouveau sujet de discussion dans un débat public et médiatique plus général sur la sécurité publique et l'exécution de la loi au Canada. Il s'agit de dispositifs qui utilisent l'énergie électrique pour infliger de la douleur à une personne et la neutraliser. Elles sont communément appelées *TASER*, du nom d'une marque de commerce propre aux dispositifs fabriqués et produits par la société TASER® International. L'encadré 1.1 énumère d'autres noms sous lesquels ces dispositifs sont couramment appelés.

Encadré 1.1

Synonymes courants du terme *arme à impulsions*

- Dispositif à impulsions
- Arme à impulsion électrique
- Pistolet à impulsion électrique
- Pistolet électrique
- Pistolet électronique
- Dispositif de neutralisation neuromusculaire
- Arme paralysante

L'arme à impulsions constitue l'une des options qui s'offrent dans le continuum du recours à la force que suit le personnel d'exécution de la loi et de sécurité publique. Ce continuum va de la simple présence d'un agent de police à l'usage d'une force létale. Dans ce continuum dynamique, l'AI entre dans la catégorie des armes moins mortelles, avec d'autres instruments comme le poivre de Cayenne, la matraque et les balles en caoutchouc, qui sont destinés à maîtriser des situations violentes et contenir des individus sans causer la mort. Bien que souvent comparées aux armes à feu, les AI n'ont pas pour fonction de remplacer les armes à feu. Elles sont plutôt utilisées habituellement pour aider à appréhender des individus récalcitrants qui résistent à l'arrestation. La perte de contrôle des muscles volontaires induite par l'AI a pour but de faire tomber l'individu au sol, où il pourra être maîtrisé en vue de sa mise en détention. L'individu n'est pas censé ressentir d'effets durables associés à l'utilisation du dispositif.

La prise de décision concernant le recours aux AI se fait non seulement à l'échelon des organisations et de leur dirigeants, mais aussi sur le terrain, selon les circonstances du moment. Dans tout scénario d'intervention policière, l'agent qui se trouve sur les lieux décide s'il recourra ou non à la force, et de quelle façon. Pour ce faire, il suit un protocole, soupèse les options et résultats, et estime les risques, cela sur la foi de l'information disponible en temps réel. Le processus décisionnel lié au recours à la force n'est pas linéaire. Il ne suit pas une progression régulière passant par toutes les options de recours à la force jusqu'à la résolution d'un conflit. La situation évolue plutôt de façon dynamique, donnant lieu à des communications et repositionnements tactiques pendant toute la durée de chaque événement. Le recours à une AI n'est qu'une petite partie de ce processus continu de prise de décision et d'intervention.

Bien que les AI soient censées être des armes moins mortelles qui réduisent la probabilité de blessures (par comparaison avec les autres interventions possibles), leur utilisation n'est pas exempte de risques. Maintes discussions se sont tenues sur les dangers possibles associés à l'utilisation de ces dispositifs et sur leur caractère adéquat en tant qu'option de recours à la force, mais les incidences médicales et physiologiques possibles et réelles du recours aux AI n'ont pas été examinées d'aussi près. Il est de la première importance d'établir un consensus scientifique sur ce qu'on sait et ce qu'on ne sait pas à propos des effets de l'utilisation des armes à impulsions.

1.2 MANDAT DU COMITÉ D'EXPERTS ET DÉCISIONS CONCERNANT LA PORTÉE DE L'ÉVALUATION

En 2010, le Centre des sciences pour la sécurité, à Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC), a entrepris l'Initiative stratégique sur les armes à impulsions (ISAI), en partenariat avec le directeur général, Politiques en matière de police, à Sécurité publique Canada. L'ISAI a trois principaux objectifs :

- recommander une méthode de vérification d'armes à impulsions et élaborer des mesures de rendement générales pouvant faire partie d'une directive nationale canadienne sur l'utilisation des armes à impulsions au Canada;
- former un groupe d'experts en médecine chargé de mener une évaluation indépendante sur la recherche existante des effets physiologiques des armes à impulsions;
- élaborer un processus d'approbation des armes moins meurtrières qui pourrait être appliqué aux nouvelles technologies moins meurtrières.

Dans la poursuite du deuxième objectif, RDDC (le commanditaire) a demandé à l'Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS) de mener une évaluation indépendante, fondée sur des données probantes, de l'état des connaissances sur les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI. Aux fins de cette évaluation, l'ACSS a établi un partenariat avec le Conseil des académies canadiennes (CAC). Travaillant en collaboration avec l'ACSS, le CAC a fait office de secrétariat dans le cadre de l'exploration scientifique des données probantes.

Le CAC et l'ACSS se sont vu demander de centrer l'évaluation sur les trois questions suivantes :

1. Quel est l'état actuel des connaissances scientifiques sur les incidences médicales et physiologiques de l'utilisation des armes à impulsions?
2. Quelles lacunes scientifiques persistent quant à ces incidences?
3. Quelle recherche doit être menée pour combler ces lacunes?

Pour la réalisation du mandat et la préparation du rapport final, le CAC et l'ACSS ont réuni un comité multidisciplinaire formé de 14 experts du Canada et de l'étranger (le comité d'experts). La composition de ce comité reflète un éventail d'expertise, d'expérience et de leadership avéré dans les milieux universitaire, industriel et des sciences médicales. Plus précisément, les domaines d'expertise des membres du comité d'experts incluent différentes disciplines liées à la médecine, aux sciences sociales et au génie, dont la pathologie, l'électrophysiologie, la cardiologie, l'épidémiologie, la psychiatrie, la pharmacologie, la neurologie, l'éthique médicale, la conception de protocoles d'expérimentation, la criminologie, la médecine d'urgence et le génie biomédical.

Pour s'assurer de la bonne compréhension du mandat, le comité d'experts a rencontré le commanditaire au début du processus d'évaluation afin de discuter du principal domaine d'intérêt. À l'issue de la rencontre avec le commanditaire, le comité d'experts a décidé que l'évaluation :

- inclurait la collecte de données probantes sur les effets physiologiques et incidences sur la santé à court, moyen et long termes de l'exposition aux AI, y compris, sans s'y limiter, les décès;

- viserait à cerner les risques et effets sur la santé distinctifs associés à l'utilisation des AI auprès de diverses populations humaines définies en fonction de facteurs démographiques, d'âge et de sexe, ainsi qu'en fonction de différents profils de santé physique et mentale;
- viserait à explorer les effets d'une gamme de dispositifs à impulsions¹;
- examinerait les caractéristiques d'autres types d'interventions électriques (avec des dispositifs de défibrillation, p. ex.), pour fins de comparaison;
- cernerait les lacunes dans la littérature actuelle, notamment dans les données probantes sur l'exposition aux AI chez les personnes ayant des problèmes de santé particuliers et chez certaines sous-populations déterminées;
- examinerait des moyens éthiques valables de combler les lacunes dans la recherche et d'acquérir une compréhension des risques distinctifs pour différentes populations.

Par contre, l'évaluation n'aurait pas pour but :

- d'énoncer des positions définitives sur la sécurité des AI (ou de tout dispositif en particulier) ou sur le caractère adéquat de leur utilisation;
- de déterminer pourquoi et comment on a approuvé l'utilisation des AI au Canada ou ailleurs;
- de mettre l'accent sur le recours à la force par les organismes d'exécution de la loi, les motivations du recours aux AI ou la mise de l'avant des AI en tant qu'armes non létales dans les modèles d'intervention policière;
- d'examiner la formation, les politiques et procédures opérationnelles et les protocoles des forces policières et militaires;
- de comparer l'efficacité des armes moins mortelles avec celle des autres interventions fondées sur le recours à force;
- d'examiner les paramètres de bon fonctionnement, les spécifications techniques ou les seuils d'essai appliqués au moment d'approuver les dispositifs en vue de leur utilisation et de s'assurer de leur fonctionnement efficient et sécuritaire;
- d'examiner les blessures au personnel d'exécution de la loi ou aux passants qui sont subies ou prévenues du fait du recours aux AI dans un scénario de recours à la force.

Le rapport du comité d'experts vise à fournir une évaluation approfondie faisant autorité sur l'état des connaissances sur la relation entre les AI et diverses complications médicales. Il vient compléter d'autres travaux (et doit être utilisé en parallèle avec eux) concernant les procédures d'essai et d'approbation, les motivations et protocoles pour

1 Il convient de souligner que le comité d'experts n'a mis au jour que très peu d'éléments probants concernant les dispositifs à impulsions autres que certains modèles de la société TASER®.

l'utilisation adéquate, les normes de sécurité et d'efficacité, les autres interventions fondées sur le recours à la force et les autres facteurs à inclure dans l'ensemble plus général des informations requises pour prendre des décisions éclairées au sujet de la santé publique, du maintien de l'ordre et de l'utilisation des AI au Canada. Le comité d'experts espère que son évaluation viendra non seulement éclairer les décideurs, les professionnels de la santé et les responsables de l'exécution de la loi au sujet des effets des AI sur la santé, mais également offrir une tribune où les divers intervenants pourront tenir un dialogue sur une importante question de santé publique.

1.3 APPROCHE ADOPTÉE PAR LE COMITÉ D'EXPERTS

Le comité d'experts s'est réuni quatre fois au cours d'une période de 12 mois. Il a en outre tenu de nombreuses téléconférences et autres communications faisant intervenir soit le comité dans son ensemble, soit des sous-groupes qui s'intéressaient à des sujets particuliers. La première tâche à laquelle le comité d'experts s'est attelé a été de définir les principaux termes et concepts utilisés dans le rapport (voir l'encadré 1.2).

Encadré 1.2

Définitions des principaux termes et concepts

Continuum de recours à la force – La plupart des organismes d'exécution de la loi utilisent un modèle de gestion des incidents et d'intervention, souvent désigné sous le nom de continuum de recours à la force. Il s'agit d'un continuum qui fait intervenir un processus d'évaluation continue suivant lequel l'agent prend en compte les facteurs conjoncturels, les comportements du sujet, ses propres perceptions et les facteurs tactiques en vue de choisir l'option la plus raisonnable pour résoudre une situation. Si les modèles peuvent varier selon l'administration, l'organisme et les stratégies policières, le modèle comporte habituellement une série d'actions possibles à mettre en œuvre. Ces actions peuvent inclure la présence de l'agent, la communication et les commandes verbales, la contrainte physique (allant des techniques modérées aux techniques intenses), le recours aux armes intermédiaires (p. ex. les AI) et le recours à la force mortelle (GRC, 2009).

Arme moins mortelle – L'Institut national de la justice des États-Unis (National Institute of Justice; NIJ) entend par ce terme « tout dispositif d'arrestation ou de contrainte qui, lorsqu'utilisé tel que prévu, présente un risque de blessure

grave ou de décès moins élevé qu'une arme policière létale conventionnelle » [traduction] (p. ex. un pistolet) (NIJ, 2011). Il s'agira, par exemple, de munitions à impact (comme les balles en caoutchouc), de dispositifs acoustiques, de dispositifs laser, de dispositifs chimiques (comme le poivre de Cayenne), de dispositifs électriques (comme les AI) et de dispositifs de distraction (comme les grenades aveuglantes).

Arme à impulsions (AI) – Une arme à impulsions s'entend d'un dispositif électrique qui est conçu pour immobiliser ou neutraliser un individu en induisant de la douleur ou en perturbant le système nerveux par l'administration d'une énergie électrique suffisante pour déclencher des contractions incontrôlables des muscles et interférer avec les réponses motrices volontaires (Hancock et Grant, 2008; NIJ, 2011). Le comité d'experts a décidé d'utiliser le terme de portée plus générale *AI*, plutôt qu'un nom de marque ou de modèle particulier, parce que cela permet d'étudier un éventail de dispositifs différents.

Incidences médicales et physiologiques – Le comité d'experts a interprété le terme *incidences* au sens large, en incluant tout effet sur la santé découlant de changements de la structure ou perturbations du fonctionnement normal des systèmes respiratoires, cardiovasculaires, nerveux, endocrinien ou musculo-squelettique du corps humain. Dans l'examen de l'information probante, le comité d'experts a tenu compte à la fois des troubles physiques et mentaux, c'est-à-dire des états résultant de détériorations de la structure ou du fonctionnement de certains systèmes corporels et des états caractérisés par des altérations du mode de pensée, de l'humeur ou du comportement associées à une détresse ou à une altération des fonctions (OMS, 2001).

Les deux principales activités de collecte de données probantes (voir l'encadré 1.3) qui ont étayé les délibérations du comité d'experts ont consisté en des examens :

- des principaux ouvrages, examens et synthèses de données probantes sur les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI;
- des recherches originales évaluées par des pairs concernant la relation entre les AI et les effets physiologiques et incidences sur la santé.

Au nombre des autres activités ont figuré les suivantes :

- un examen de documents techniques énonçant les résultats des essais réalisés par le commanditaire;
- la participation à une démonstration pratique du déploiement d'armes à impulsions lors d'une visite aux installations de recherche du Centre d'essais techniques

de la qualité (CETQ) de la Défense nationale et des Forces canadiennes, à laquelle ont participé des chercheurs et membres du personnel de recherche du CETQ et des membres du service de police d'Ottawa;

- un examen de la littérature sur des grands sujets pertinents dans le contexte du rapport, notamment sur l'éthique de la recherche, l'électrophysiologie et le génie électrique.

Encadré 1.3

Synthèses de l'information probante et recherche primaire

Pour recenser les principales synthèses de l'information probante, le comité d'experts a examiné la base de données de recherche mise sur pied dans le cadre de l'Initiative stratégique sur les armes à impulsions (ISAI) et tenue à jour par le commanditaire. Il a aussi fait des recherches dans Internet, passé en revue des articles tirés de grands médias et fait des recherches manuelles dans des bibliographies. Le comité d'experts s'est par ailleurs livré à des recherches dans les bases de données universitaires suivantes : *Web of Knowledge*, *PubMed*, *Health-Evidence.ca*, *Cochrane Library*, *Campbell Library*, *Centre for Reviews and Dissemination* et *Evidence for Policy and Practice Information and Co-ordinating Centre (EPPI-Centre)*. Au nombre des termes de recherche² utilisés figuraient des synonymes connus des termes *arme à impulsions* (p. ex. dispositif à impulsions, pistolet paralysant et *TASER®*) et *stimulation électro-musculaire* (p. ex. perturbation électro-musculaire, neutralisation neuromusculaire).

Le comité d'experts a réalisé d'autres activités de recherche étendues pour recenser aux fins d'examen les études de recherche primaire publiées entre 1989 et avril 2013. Le comité d'experts a relevé des articles dans l'*Electronic Control Device Research Index (ECDRI)*, tenu par la société *TASER® International*, et dans la base de données de recherche de l'ISAI. Ont aussi été recensés des articles à l'issue d'une recherche faite sous la direction du comité d'experts dans les bases de données suivantes : *PubMed*, *Web of Knowledge*, *Embase*, *Science Direct*, *JSTOR*, *Inspecc* et *Microsoft Academic*. Au nombre des termes de recherche figuraient des synonymes de *complications de santé* (p. ex. mortalité, pathophysiologie) ainsi que des termes similaires à ceux utilisés dans la recherche de synthèses de l'information probante. Des recherches manuelles dans des bibliographies ont permis de recenser d'autres articles.

Sur les quelque 400 articles examinés par des pairs qui ont été recensés et examinés, 171 ont été retenus en fonction de critères prédéterminés liés à la méthodologie, aux variables des résultats, aux variables d'étude et au lieu de réalisation des études. Bon nombre des articles retenus ont ensuite été soumis à un processus d'examen critique fondé sur une évaluation de critères de qualité définis par le comité d'experts et adaptés à partir d'instruments standard d'assurance de la qualité (Kmet *et al.*, 2004; Terracciano *et al.*, 2010). Les articles retenus ont aussi fait l'objet d'un processus d'extraction de données visant à faire ressortir les principaux éléments d'information concernant les caractéristiques des dispositifs, les caractéristiques des sujets, les éléments d'intérêt liés aux effets physiologiques et incidences sur la santé, l'affiliation à l'industrie et les principales conclusions. Aucune des études retenues n'a été écartée à l'issue de ce processus; les membres du comité d'experts l'ont mis à profit pour pousser plus loin les analyses, déterminer les principales sources à inclure dans l'examen présenté dans le rapport et éclairer les discussions sur le contexte de la recherche, les lacunes et les stratégies possibles pour les futures recherches.

Pour cerner les principaux effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI, le comité d'experts a d'abord passé en revue plusieurs grands examens et synthèses de données probantes. Échelonnés sur plus d'une décennie et réalisés au Canada, au Royaume-Uni et aux États-Unis, ces examens portent sur les incidences du recours aux AI liées à la sécurité et la santé, telles que considérées des points de vue médical, juridique et de l'exécution de la loi. Ils incluent :

- les énoncés produits de 2005 à 2012 par le Defence Scientific Advisory Council Sub-Committee on the Medical Implications of Less-Lethal Weapons, du Royaume-Uni, à partir d'un examen de la littérature, des résultats des essais et recherches du gouvernement et des données des forces policières (DOMILL, 2005, 2011);
- un rapport du Comité permanent de la sécurité publique et nationale de la Chambre des communes fondé sur un examen de la littérature et de témoignages d'experts (Chambre des communes du Canada, 2008);
- des examens indépendants des AI commandés par la Gendarmerie royale du Canada (GRC) (Kiedrowski *et al.*, 2008), le Centre canadien de recherches policières (Manojlovic *et al.*, 2005) et l'Association canadienne des commissions de police (Synyshyn, 2008);

2 Les recherches ont été faites à partir de termes anglais, termes qui sont traduits librement ici pour le bénéfice du lecteur.

- un examen approfondi de la littérature médicale et scientifique, de rapports de coroners, de rapports de police et de témoignages d'experts recueillis par le National Institute of Justice des États-Unis (NIJ, 2011);
- un examen des AI réalisé par le ministère de la Justice de la Nouvelle-Écosse (MJNE, 2008b).

Après examen des principales constatations et conclusions issues de ces activités (voir à l'appendice A le résumé des conclusions de chaque examen), le comité d'experts a cerné, parmi les principaux effets physiologiques et incidences sur la santé, ceux qui sont le plus fréquemment abordés dans la littérature à l'étude :

- arrêt cardiaque potentiellement mortel causé par une anomalie du rythme cardiaque;
- mort subite en détention;
- blessures physiques ou musculo-squelettiques résultant des effets directs de la pénétration des sondes, brûlures causées par le courant électrique ou chutes résultant de la neutralisation;
- syndrome du délire aigu (c.-à-d. l'aggravation d'un état d'agitation extrême, potentiellement fatale);
- détresse ou perturbation respiratoire, et changements connexes dans la chimie sanguine;
- autres effets d'une douleur extrême et d'un traumatisme émotionnel, telles les crises épileptiques.

Pour pouvoir examiner plus à fond les principaux effets précités sur la santé et cibler l'évaluation avec plus de précision, le comité d'experts a centré son attention sur les principales études primaires (voir l'encadré 1.3). Plusieurs études de population et études de cas indiquent que l'utilisation des AI entraîne bien souvent des blessures physiques superficielles, causées surtout par les sondes de l'arme, et parfois aussi par les contractions musculaires violentes et les chutes qui s'ensuivent. Bien que d'occurrence élevée, les blessures physiques superficielles présentent rarement un risque important des points de vue de la morbidité et de la mortalité. Plusieurs études de cas indiquent la possibilité de blessures plus graves, dont des perforations pulmonaires, des traumatismes crâniens, des perforations et fractures des os (et du crâne), des lésions oculaires et des traumatismes musculo-squelettiques. Bien que ces blessures plus graves soient dans la plupart des cas le résultat de chutes, des données indiquent que les sondes de certaines AI sont assez longues pour pénétrer dans des organes vitaux quand elles sont projetées d'une faible distance (voir à l'appendice B un résumé des principales études de population et études de cas). Le risque de subir une crise épileptique (comparable à une crise tonico-clonique induite lors d'une électroconvulsothérapie) après avoir reçu une décharge d'AI à la tête, bien qu'estimé comme relativement élevé dans la littérature (Reilly et

Diamant, 2011), a été documenté dans une seule étude de cas, qui faisait intervenir une décharge d'AI dans le haut du dos et la tête (Bui *et al.*, 2009).

Gardant à l'esprit le fait que toute intervention policière présente pour le suspect concerné un certain risque de blessure physique (Smith *et al.*, 2010; Paoline III *et al.*, 2012), le comité d'experts a jugé que dans le cas des AI, le risque d'une morbidité et d'une mortalité significatives découlant des blessures physiques causées par les AI était minime. Dans ce contexte, le comité d'experts a décidé de ne pas examiner de près les blessures physiques causées par les sondes des AI ou les chutes découlant des contractions musculaires violentes.

Le comité d'experts a plutôt décidé (compte tenu de la rareté des sources d'information concernant les effets à long terme sur la santé de l'utilisation des AI), de centrer son attention plus particulièrement sur les effets aigus à court terme sur la physiologie et sur la santé associés aux caractéristiques électriques des dispositifs à impulsions, c'est-à-dire les effets les plus susceptibles d'entraîner une mort subite inattendue. Comme les décès de ce type sont vraisemblablement le résultat ultime d'une combinaison de facteurs interreliés qui font entrer en jeu les systèmes neuroendocrinien, respiratoire et cardiovasculaire, le comité d'experts s'est surtout intéressé aux changements physiologiques observés dans ces systèmes à la suite de l'exposition à un courant électrique et à une décharge d'AI, y compris les effets neuroendocriniens et l'élévation des taux d'hormone de stress, les perturbations respiratoires et les changements connexes dans la chimie sanguine, ainsi que les changements dans le rythme et la fréquence cardiaques et la possibilité d'arythmie. Le comité d'experts a aussi jugé qu'il y avait lieu d'examiner de manière plus générale les incertitudes entourant les morts subites en détention, la maladie mentale et le syndrome du délire aigu.

L'information probante faisait état d'hypothèses selon lesquelles plusieurs sous-groupes courraient des risques de blessures ou de décès plus élevés que la population en général :

- populations jeunes et âgées (enfants, adolescents et personnes âgées);
- personnes en état de vulnérabilité physique (personnes frêles ou de faible poids, femmes enceintes, personnes souffrant de maladies aiguës, de faiblesse cardiaque ou d'une cardiopathie);
- personnes en état de vulnérabilité mentale (maladie mentale, intoxication par l'alcool ou les drogues, stress, psychose).

L'étude des interrelations entre l'utilisation des AI et les groupes précités, en parallèle avec d'autres facteurs qui entrent couramment en jeu dans les situations de recours à la

force, a fait partie intégrante de l'examen et des délibérations auxquels le comité d'experts s'est livré à l'égard des données probantes. Le comité d'experts a cherché à déterminer dans quelle mesure ces cofacteurs pouvaient accroître la probabilité ou la gravité de chacun des effets physiologiques et incidences sur la santé identifiés plus haut. Les cofacteurs possibles ont été répartis en deux catégories : (1) les cofacteurs internes, reliés aux états intrinsèques à l'individu, par exemple les troubles médicaux préexistants ou l'altération des facultés résultant de la consommation de drogue ou d'alcool, et (2) les cofacteurs externes, reliés aux caractéristiques ou facteurs conjoncturels extrinsèques à l'individu.

À la suite des activités et décisions liées à la collecte de données probantes, l'avant-dernière ébauche du rapport du comité d'experts a été soumise à un rigoureux processus anonyme d'examen par les pairs. Ce processus a fait intervenir la participation d'un groupe multidisciplinaire de 13 experts spécialistes de disciplines similaires à celles du groupe d'experts. Le comité d'experts a attentivement étudié toutes les observations des examinateurs et donné suite à la majorité d'entre elles dans son rapport.

1.4 STRUCTURE DU RAPPORT

Résumant la sagesse collective du comité d'experts, le rapport final se fonde sur le consensus auquel est arrivé l'ensemble des membres du comité. Les constatations sont ancrées dans le meilleur savoir scientifique disponible et étayées par l'expérience professionnelle et l'expertise des membres du comité d'experts. Ce dernier espère que le rapport servira de tribune pour le dialogue et qu'il sera pris en compte en parallèle avec d'autres discussions importantes sur les grandes orientations relatives aux procédures adéquates d'essai et d'approbation, aux protocoles d'utilisation et aux risques associés au recours aux AI, par comparaison avec d'autres interventions fondées sur le recours à la force.

Le rapport est structuré comme suit :

Le **chapitre 2** fournit un bref historique du recours aux AI par les forces de l'ordre au Canada, assorti d'une description de l'environnement législatif et réglementaire au Canada et dans d'autres administrations internationales concernées. Il présente de plus les données statistiques disponibles sur le recours aux AI et sur les blessures et décès associés à l'utilisation des AI au Canada.

Le **chapitre 3** fait le point sur l'état des données probantes concernant les effets escomptés des AI. Il commence par une comparaison des caractéristiques électriques des dispositifs à impulsions avec celles d'autres mécanismes d'intervention électrique. Suit un aperçu de l'électrophysiologie, qui a pour

but d'aider à comprendre les effets escomptés des dispositifs sur l'organisme. Ce chapitre décrit en outre la conception et les principes de fonctionnement de base des AI, ainsi que les signaux électriques qu'ils produisent.

Le **chapitre 4** aborde dans le détail les avantages et inconvénients des divers modèles de recherche utilisés dans l'étude des effets physiologiques et incidences sur la santé qui viennent s'ajouter aux effets escomptés décrits au chapitre 3. Au nombre de ces modèles figurent les modèles expérimentaux (comme les modèles informatiques, les études sur les animaux et la recherche en laboratoire avec des sujets humains) de même que les études épidémiologiques sur le terrain.

Le **chapitre 5** fait le point sur l'état des données probantes concernant les trois effets physiologiques qui sont le plus couramment associés à l'exposition à une AI et qui présentent la plus grande pertinence dans l'étude des décès subits et inattendus et des effets graves sur la santé : effets neuroendocriniens et réaction humaine au stress, fonction respiratoire et chimie sanguine, et changements dans le rythme et la fréquence cardiaques. Pour chacun de ces effets, le rapport aborde la physiologie fondamentale, les connaissances actuelles à propos des incidences des AI et les cofacteurs susceptibles d'accroître la probabilité ou la gravité de complications médicales à la suite de l'exposition à une AI.

Le **chapitre 6** fait le point sur les données probantes concernant le rôle possible des AI dans les morts subites en détention. De plus, il aborde de plus près deux cofacteurs clés, à savoir la maladie mentale et le syndrome du délire aigu.

Le **chapitre 7** cerne et explore cinq grandes lacunes dans les connaissances au sujet de la relation entre l'utilisation des AI et les effets physiologiques et incidences sur la santé. Il traite par ailleurs des défis connexes liés au financement de la recherche sur les AI, à sa réalisation et à l'interprétation de ses résultats.

Le **chapitre 8** décrit les stratégies possibles mises de l'avant par le comité d'experts pour adopter une action intégrée visant à combler les lacunes dans les données probantes sur les AI. Il présente un certain nombre d'activités qui aideraient à enrichir la base de connaissances, favoriseraient la poursuite des recherches et appuieraient de futures activités de surveillance et de production de rapports.

Le **chapitre 9** résume les constatations générales du comité d'experts, groupées en fonction des trois grandes questions formant le mandat. Il énonce de surcroît les réflexions finales du comité d'experts.

2

Utilisation des armes à impulsions au Canada

- Bref historique de l'utilisation des armes à impulsions au Canada
- Environnement légal et réglementaire
- Statistiques sur l'utilisation des AI et les blessures et décès qui en résultent au Canada
- Résumé

2 Utilisation des armes à impulsions au Canada

Principales constatations

- La prise de décision au sujet des protocoles pour la sélection, l'acquisition et l'utilisation des AI est assurée par les organismes locaux d'exécution de la loi et de sécurité publique, et elle varie selon les endroits au Canada et à l'étranger.
- L'utilisation des AI n'est pas documentée de manière systématique et uniforme au Canada, et il n'existe pas de mécanisme normalisé pour recueillir des données sur les blessures et décès attribuables à ces dispositifs.
- Les données recueillies de manière ponctuelle indiquent que l'utilisation des AI au Canada diminue de façon générale, que ces dispositifs sont surtout employés à des fins de dissuasion (c'est-à-dire qu'ils sont montrés plutôt que déchargés), et que les blessures infligées par les AI sont le plus souvent superficielles; il reste difficile toutefois, compte tenu des pratiques actuelles en matière de surveillance et de production de rapports, de tirer des conclusions définitives au sujet des effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI.
- Depuis 1998, au moins 33 décès sont survenus au Canada après l'utilisation d'une AI, mais ces décès n'étaient pas nécessairement la conséquence directe de l'utilisation de l'AI.

C'est en 1998 que les armes à impulsions (AI) ont été adoptées comme une option de recours à la force moins mortelle, parmi plusieurs autres, pour les organismes canadiens d'exécution de la loi. Le présent chapitre décrit brièvement l'historique et l'utilisation des AI au Canada, puis explique l'environnement législatif et réglementaire dans lequel elles sont déployées. Il présente ensuite les données statistiques disponibles sur les tendances liées à l'utilisation des AI, et ce que les pratiques actuelles de surveillance et de production de rapports permettent de savoir à propos des blessures et décès découlant de leur utilisation.

2.1 BREF HISTORIQUE DE L'UTILISATION DES ARMES À IMPULSIONS AU CANADA

En 1999, à la suite d'examen opérationnels et d'essais sur le terrain effectués par les services de police des villes d'Edmonton et de Victoria, la province de la Colombie-Britannique est devenue la première administration canadienne à approuver l'utilisation des AI à des fins d'exécution de la loi (Commission Braidwood, 2009). À l'issue d'une évaluation et d'essais sur le terrain similaires, la Gendarmerie royale du Canada (GRC) a approuvé le dispositif TASER® M26™ pour utilisation par ses agents dans l'ensemble du Canada en 2001, et différentes administrations provinciales et municipales ont par la suite emboîté le pas (Kiedrowski *et al.*, 2008). La figure 2.1 présente un calendrier des événements marquants reliés aux AI au cours d'une période de 15 ans.

En mai 2013, quelque 9174 armes à impulsions étaient utilisées au Canada, ce qui inclut à la fois les armes en service et celles qui servent à des fins de formation ou sont en entreposage (SPC, 2013)³. Ce nombre englobe l'ensemble du stock de dispositifs de la GRC, de même que les stocks de tous les services de police de compétence provinciale et municipale. Le nombre de dispositifs actuellement en utilisation varie grandement selon l'administration, comme le fait ressortir la figure 2.2. Dans certaines administrations (p. ex. en Colombie-Britannique), tous les services de police sont équipés d'AI, tandis que dans les autres, une partie seulement des services de police utilisent ces dispositifs (p. ex. au Québec, 9 services de police sur 31 utilisent des AI). Cependant, toutes les administrations fédérales, provinciales et territoriales du Canada utilisent d'une façon ou une autre des AI.

2.2 ENVIRONNEMENT LÉGAL ET RÉGLEMENTAIRE

Les AI sont des armes à feu prohibées en vertu du *Code criminel* du Canada et ne peuvent être utilisées que par le personnel d'exécution de la loi et de sécurité publique (Kiedrowski *et al.*, 2008). En 2010, les ministres fédéraux, provinciaux et territoriaux de la justice se sont entendus sur un ensemble de lignes directrices pour l'utilisation des AI qui contiennent certaines restrictions en matière d'utilisation

3 Cette information a été fournie au comité d'experts par Sécurité publique Canada après des consultations avec la GRC et des responsables des politiques sur les services de police de l'ensemble des provinces et territoires. Elle ne tient pas compte des services de police autochtones. Elle n'a fait l'objet d'aucune validation autre que dans le cadre des consultations, elle a été recueillie à différents moments suivant diverses méthodologies, et elle est susceptible de changer. Malgré ce manque d'uniformité, les chiffres se fondent les informations les plus récentes et fournissent la meilleure estimation possible du nombre d'AI en utilisation dans l'ensemble du Canada.

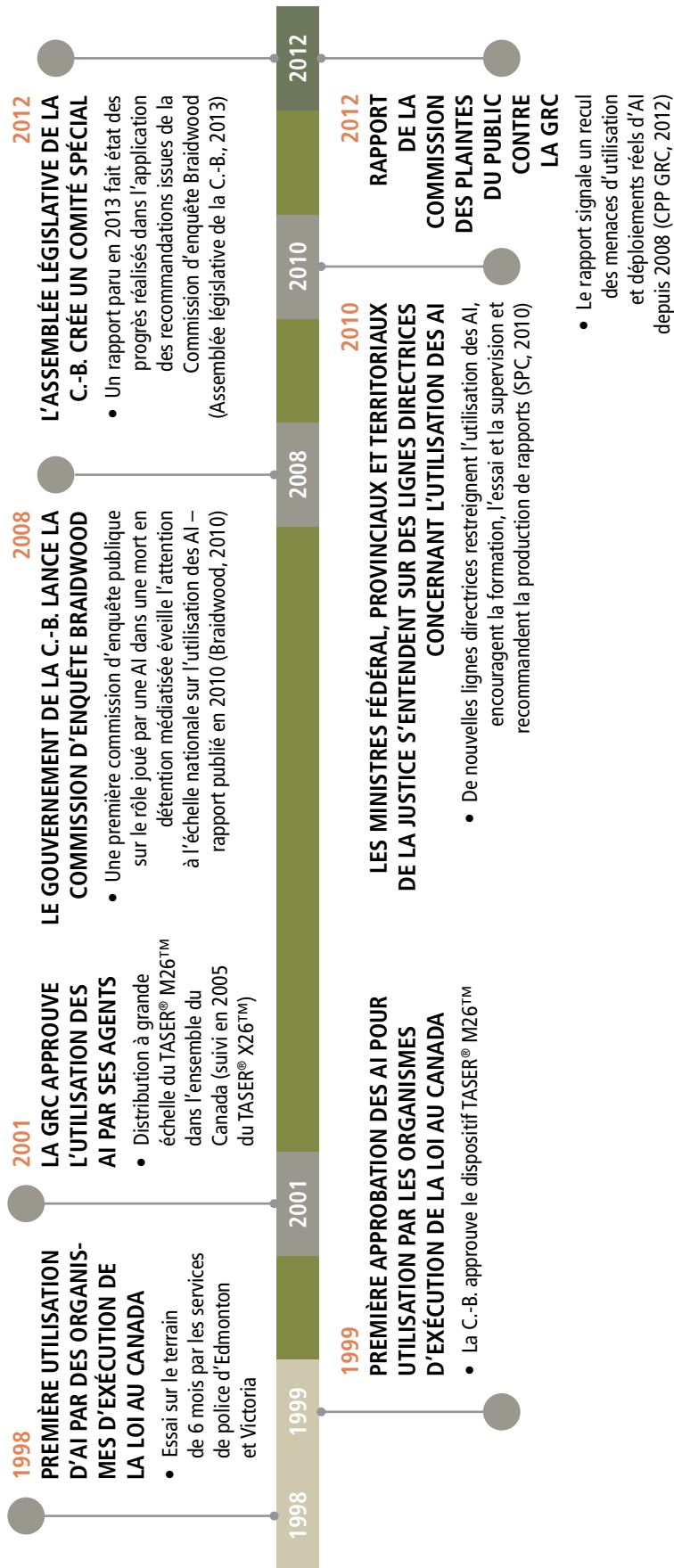
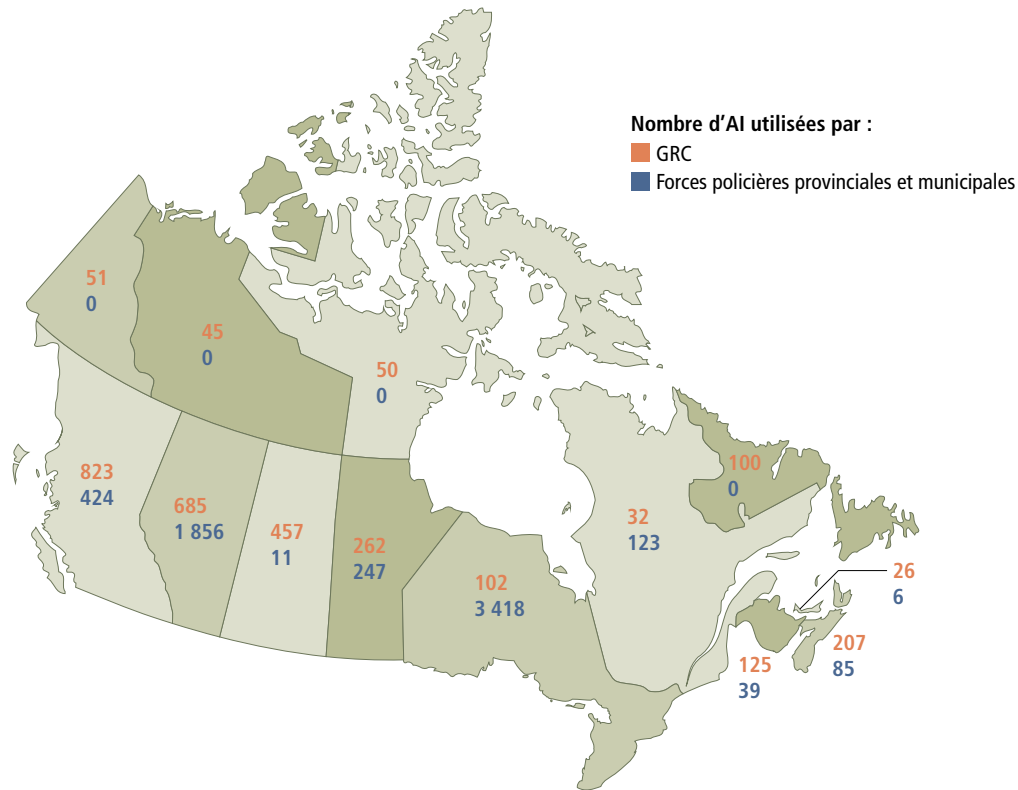


Figure 2.1

Jalons dans l'utilisation des AI au Canada

La première administration à déployer des AI dans leur version moderne se trouvait aux États-Unis. Ces dispositifs y sont utilisés depuis le début des années 1990. Au Canada, les essais sur le terrain ont débuté à la fin des années 1990. Par la suite, au début des années 2000, l'utilisation des AI s'est largement répandue dans l'ensemble du pays. Vers la fin des années 2000, un décès fortement médiatisé, suivi d'une commission d'enquête, ont considérablement accru l'attention portée à l'utilisation des AI et avivé le débat public sur la question. Cette figure présente les principaux jalons de l'utilisation des AI depuis leur apparition au Canada.



Source des données : SPC, 2013

Figure 2.2

Nombre estimatif d'AI en usage à la GRC et dans les forces policières provinciales et municipales au Canada

En mai 2013, quelque 9174 armes à impulsions étaient utilisées au Canada, ce qui inclut à la fois les armes en service et celles qui servent à des fins de formation ou sont en entreposage. Ce nombre englobe tous les dispositifs de la GRC, de même que l'ensemble des dispositifs de tous les services de police de compétence provinciale et municipale. Le nombre de dispositifs actuellement en utilisation varie grandement selon l'administration, comme le fait ressortir cette figure. Cette information a été fournie au comité d'experts par Sécurité publique Canada après des consultations avec la GRC et des responsables des politiques sur les services de police de l'ensemble des provinces et territoires. Elle ne tient pas compte des services de police autochtones. Elle n'a fait l'objet d'aucune validation autre que dans le cadre des consultations, elle a été recueillie à différents moments, suivant diverses méthodologies, et elle est susceptible de changer. Malgré ce manque d'uniformité, les chiffres se fondent les informations les plus récentes et fournissent la meilleure estimation possible du nombre d'AI en utilisation dans l'ensemble du Canada.

ainsi que des recommandations concernant les politiques de formation et les procédures d'essai des dispositifs, les directives sur la surveillance et la supervision, et la tenue d'un système de rapports sur l'utilisation (SPC, 2010). Malgré l'existence de ces lignes directrices, l'utilisation des AI par les organismes canadiens d'exécution de la loi n'est pas régie par une entité unique. La prise de décision à propos de leur utilisation se fait aux échelons fédéral, provincial et municipal, en fonction de la force de police concernée. Bien que l'adoption des AI par les organismes municipaux d'exécution de la loi ait habituellement suivi l'approbation de ces armes par les autorités fédérales et provinciales, les différents organismes décident localement s'ils incorporeront les AI dans leurs pratiques, et comment ils le feront.

Les AI sont également utilisées par des organismes d'exécution de la loi partout dans le monde. Pour aider ces organismes et les collectivités dans la sélection, l'acquisition et l'utilisation des AI, l'Association internationale des chefs de police a publié des lignes directrices pour un déploiement efficace des dispositifs (IACP, 2007). Il s'agit d'une stratégie en neuf étapes, fondée sur des données de recherche et sur les leçons apprises par les organismes qui font usage des dispositifs, qui prévoit la mise sur pied d'une équipe de direction, le positionnement des AI dans un modèle d'intervention ou un continuum de recours à la force, l'évaluation des coûts et avantages associés à l'utilisation, la détermination des rôles et responsabilités, la mobilisation des collectivités, l'élaboration de politiques et procédures, la création d'un programme complet de

formation, l'application d'une approche de déploiement graduel et une évaluation continue de l'utilisation des AI (IACP, 2007). Le Police Executive Research Forum et le Département américain de la Justice ont également fait paraître des lignes directrices similaires. Mises à jour en 2011, les lignes directrices contiennent des recommandations au sujet des politiques des organismes, de la production de rapports et des obligations redditionnelles, de la formation, de l'utilisation des AI, des considérations médicales, de l'information à l'intention du public et des relations avec les collectivités (PERF, 2011).

Au Royaume-Uni, aux États-Unis et en Australie, le cadre juridique de l'utilisation des AI est le même qu'au Canada, à quelques exceptions près.

Royaume-Uni : À l'origine, en 2003, seuls les policiers autorisés à utiliser des armes à feu pouvaient également utiliser des AI. En 2007, l'autorisation a été étendue à d'autres agents de police spécialement formés (DOMILL, 2005). La formation et l'orientation concernant l'utilisation des armes moins mortelles (y compris des AI) par les forces policières au Royaume-Uni sont dispensées par l'Association of Chief Police Officers of England, Wales and Northern Ireland (ACPO) et par l'organisme qui lui fait pendant en Écosse (ACPOS). La surveillance des incidences médicales des AI sur le public est assurée par un organisme indépendant appelé Scientific Advisory Committee on the Medical Implications of Less-Lethal Weapons (auparavant connu sous le nom de Defence Scientific Advisory Council Sub-Committee on the Medical Implications of Less-Lethal Weapons). Le comité indépendant fournit des conseils aux ministres et exerce ses activités de manière indépendante du gouvernement. Le Home Office de l'Angleterre et du pays de Galles tient une base de données sur l'utilisation des AI, où sont consignées les circonstances de chaque utilisation, le mode d'utilisation et les blessures rapportées par l'agent (Home Office, 2010).

États-Unis : Dans leur version moderne, les AI sont utilisées aux États-Unis depuis le début des années 1990. Le degré d'adoption des AI varie grandement d'une administration à l'autre. Au printemps de 2010, environ 260 000 de ces dispositifs avaient été distribués aux agents d'exécution de la loi de 12 000 organismes aux États-Unis (NIJ, 2011). Un certain nombre de dispositifs à impulsions sont également disponibles à des fins d'utilisation civile dans certaines administrations. Les décisions et l'établissement des lignes directrices concernant l'adoption et l'utilisation des AI par les organismes d'exécution de la loi incombent aux différents organismes; aucune entité centralisée ne régit, autorise ou documente l'utilisation des AI à l'échelle nationale.

Australie : Les AI sont considérées comme des armes prohibées et ne sont pas mises à la disposition du public. Ces armes ont été adoptées au début des années 2000 par les groupes tactiques et groupes d'intervention spécialisés, et leur utilisation s'est répandue à partir de 2007. Aujourd'hui divers services de patrouille généraux et groupes spécialisés et d'intervention d'urgence, selon le territoire de compétence, en font usage (Hancock et Grant, 2008; NSW0, 2008). Chaque administration au pays s'est dotée de son propre ensemble de mécanismes de surveillance et lignes directrices concernant l'utilisation des AI et l'enregistrement de données sur cette utilisation. Tous les agents doivent suivre une formation et obtenir une certification pour pouvoir porter et utiliser une AI. Chaque AI utilisée par un policier des services généraux est assortie d'un dispositif d'enregistrement qui recueille des données dans les situations où l'arme est déployée (NSWO, 2012).

2.3 STATISTIQUES SUR L'UTILISATION DES AI ET LES BLESSURES ET DÉCÈS QUI EN RÉSULTENT AU CANADA

Comme c'est le cas pour toutes les autres formes d'interventions nécessitant un recours à la force, l'utilisation et le nombre de déploiements d'AI au Canada ne sont pas documentés de façon continue et systématique. Différents organismes recueillent de l'information sur le recours à la force et aux AI dans le contexte de leurs opérations, mais cette information n'est pas consignée ou déclarée de manière uniforme par l'ensemble des organismes d'exécution de la loi, des services correctionnels et des autres services de sécurité publique de compétence municipale, provinciale et fédérale. Des efforts ont été déployés à l'échelon international pour mettre en place une base de données sur les armes moins mortelles qui contienne des informations structurées indépendantes sur l'utilisation des armes à l'échelle mondiale (U.K. Steering Group, 2006), mais au moment de la parution du présent rapport, on ne disposait pas de données claires sur le financement de la base de données et sur l'état d'avancement général du projet. Les contraintes de cette nature ont été à l'origine d'initiatives ponctuelles spéciales de diffusion de statistiques sur l'utilisation des AI et son évolution au fil du temps, comme en font foi les activités sporadiques de production de rapports observées en Nouvelle-Écosse et en Colombie-Britannique.

En 2008, dans le contexte d'un examen provincial plus général des AI, la Nouvelle-Écosse a rendu publiques des statistiques sur l'utilisation des AI par les services de police municipaux, les divisions de la GRC et les services du ministère de la Justice (MJNE, 2008b). En 2007, 0,05 % des appels de service adressés à la police ont fait intervenir l'utilisation d'une AI. Quoique

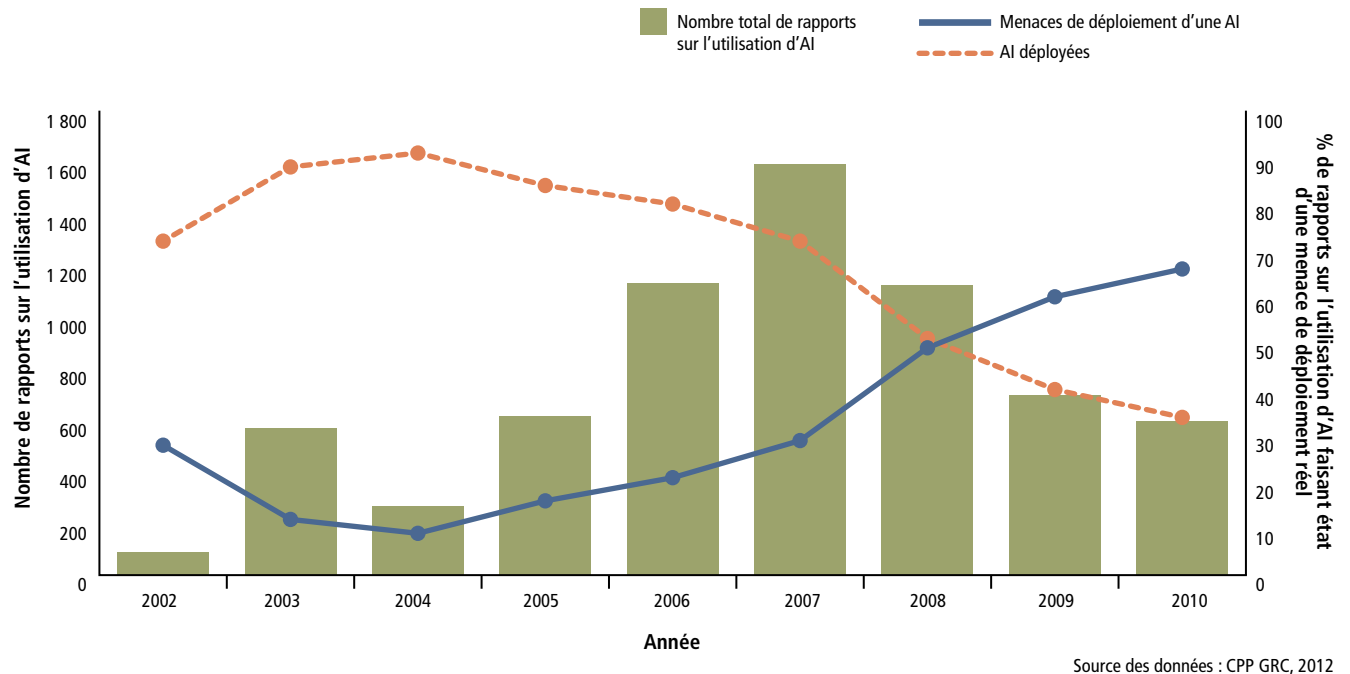


Figure 2.3

Évolution de l'utilisation des AI dans l'ensemble de la GRC

Il est difficile d'obtenir des données exactes concernant l'utilisation des AI dans l'ensemble du Canada. À l'échelon fédéral, la GRC fait paraître des statistiques sur l'utilisation des AI, suivant une méthode normalisée pour l'enregistrement de l'information les interventions de recours à la force. Bien qu'employée uniquement pour les forces de la GRC, cette approche fournit un portrait cohérent de l'utilisation des AI au fil du temps. Selon le plus récent rapport, et tel que le montrent les barres vertes du diagramme, l'utilisation globale des AI a reculé de manière soutenue chaque année depuis 2007. En 2010, les AI ont été utilisées à des fins dissuasives (c'est-à-dire montrées sans être déchargées) dans environ 70 % des incidents, ce qui reflète une tendance chez les agents à utiliser les AI de plus en plus souvent au fil des années comme un moyen de dissuasion (tel que l'indique la ligne bleue). À l'opposé, la ligne orange fait ressortir un recul du nombre de déploiements réels d'AI depuis 2004, ce qui reflète une tendance à non seulement utiliser moins souvent les AI, mais aussi à les utiliser davantage comme moyen de dissuasion et de désescalade, plutôt que directement à des fins de neutralisation.

peu fréquente en général, l'utilisation des AI s'est accrue de manière soutenue, dans une proportion d'environ 80 %, entre 2005 et 2007. Le déploiement consistait le plus souvent (47 %) à montrer le dispositif. Les déploiements en mode à sondes (29 %) et en mode paralysant (26 %) étaient moins souvent utilisés (des précisions sont fournies au chapitre 3 concernant les différences entre le déploiement en mode à sondes et le déploiement en mode paralysant) (MJNE, 2008b).

Toujours en 2008, la Colombie-Britannique a fait paraître des statistiques sur l'utilisation des AI dans 11 services de police municipaux indépendants de la province (Ryan, 2008). Les taux de déploiement par habitant enregistrés entre 2001 et 2006 font ressortir une hausse du recours aux AI dans l'ensemble des organismes en question. En 2001, les taux d'incidents faisant intervenir des AI s'établissaient entre 0 à 43,2 par 100 000 habitants dans les différents services; en 2006 cependant, ils étaient passés à une valeur minimale de 5,2 et à un sommet de 130,7 incidents par 100 000 habitants. Quelque 1404 incidents ont été signalés au total entre 1998 et 2007. Une AI a été montrée dans 42,7 % des incidents, et utilisée en mode à effet paralysant et en mode à sondes

dans 41,2 % et 41,8 % des incidents respectivement (un dispositif peut être utilisé dans plus d'un mode au cours d'un même incident) (Ryan, 2008).

À l'échelon fédéral, la Commission des plaintes du public contre la Gendarmerie royale du Canada fait paraître régulièrement des statistiques sur l'utilisation des AI à la GRC par le biais du Système de rapports sur le comportement de la personne et l'intervention de l'agent (CP/IA), qui fait appel à une méthode normalisée pour consigner l'information sur le recours aux interventions (CPP GRC, 2012). Bien qu'employée uniquement pour les forces de la GRC, cette approche fournit un portrait plus clair et plus cohérent de l'utilisation des AI au fil du temps. Selon le plus récent rapport, en 2010, les AI ont été utilisées à des fins dissuasives (c'est-à-dire montrées sans être déchargées) dans environ 70 % des incidents (CPP GRC, 2012). Sur la tranche de 30 % d'incidents où les AI ont été réellement déployées, elles l'ont été en mode à sondes dans 63 % des cas et en mode paralysant dans 37 % des cas. De façon générale, le nombre de déploiements d'AI a reculé de manière soutenue depuis 2004, ce qui reflète une tendance à non seulement utiliser

moins souvent les AI, mais aussi à les utiliser davantage comme moyen de dissuasion et de désescalade (plutôt que directement à des fins de neutralisation) (CPP GRC, 2012). La figure 2.3 montre l'évolution au fil du temps des tendances liées à l'utilisation et au déploiement des AI à la GRC.

Aucune méthode normalisée pour consigner les blessures liées aux AI au Canada, que ce soit par les forces de police ou les médecins praticiens, n'a été adoptée par une forte proportion d'organismes. Par exemple, les blessures mineures n'étaient pas prises en compte dans le rapport de 2008 de la Nouvelle-Écosse (MJNE, 2008b). Par contre, dans les statistiques diffusées par la Colombie-Britannique, toutes les blessures liées à l'utilisation des AI étaient enregistrées, des blessures associées à l'utilisation d'une AI ayant été consignées dans 24 % des 1404 incidents — il s'agissait dans 98 % des cas de blessures superficielles, et dans 2 % des cas de blessures plus graves découlant de chutes ou de la pénétration de fléchettes (Ryan, 2008). Enfin, le rapport de 2010 de la GRC ne précisait pas la nature des blessures subies, le cas échéant, mais il indiquait les cas où des soins médicaux avaient été nécessaires, révélant que cette année-là, de tels soins ont été requis dans 10 % des déploiements en mode à sondes et dans 1 % des déploiements en mode paralysant (CPP GRC, 2012). Au moment de la publication du présent rapport, une étude basée sur une population et portant sur le recours à la force par la police (y compris le recours aux AI) dans sept forces policières canadiennes était en cours de réalisation, de sorte qu'on ne disposait pas de données sur les taux de blessures (Hall, en cours de préparation).

Il n'y a pas non plus au Canada de dépôt central pour les rapports sur les morts subites en détention, pas plus qu'il n'y a de base de données contenant de l'information sur les décès liés à l'utilisation des AI. En l'absence d'un système pour suivre les résultats en ce domaine, il est très difficile de déterminer le nombre de morts subites en détention au Canada et la proportion de celles qui sont reliées à l'utilisation des AI. Si l'on se fonde uniquement sur les rapports des médias et les processus d'enquête documentés, au moins 33 décès signalés ont à ce jour été enregistrés ultérieurement à l'utilisation d'une AI (Hall, en cours de

préparation). Les rapports sur les incidents à l'origine de ces 33 décès n'étant pas normalisés, l'information sur les caractéristiques de chacun des décès est très disparate. Bien qu'aucun examen méthodique de l'ensemble des 33 cas n'ait paru, au moment de la publication du présent rapport, un examen scientifique de 32 des cas était en cours. Il ressort clairement des travaux initiaux que le décès n'était manifestement pas lié à l'utilisation d'une AI dans plusieurs des cas, alors que dans certains autres, la relation n'était pas claire (Hall, en cours de préparation). Faute d'un ensemble unifié de données probantes concernant le nombre de décès découlant d'interventions comportant un recours à la force, on dispose de peu d'information pour présenter les chiffres précités dans un contexte plus général (ce défi est examiné de plus près à la section 7.4).

2.4 RÉSUMÉ

Depuis leur apparition en 1998, les AI se sont largement répandues dans les administrations municipales, provinciales, territoriales et fédérales canadiennes. Divers organismes fédéraux, provinciaux, territoriaux et internationaux fournissent une orientation concernant les AI, mais la prise de décision relative aux protocoles pour leur sélection, leur acquisition et leur utilisation reste le fait des organismes locaux d'exécution de la loi et de sécurité publique, et elle varie grandement dans l'ensemble du Canada et à l'échelle internationale. Il n'y a pas de processus méthodique et uniforme de documentation de l'utilisation des AI au Canada, pas plus qu'il n'existe de méthode normalisée pour consigner l'information sur les blessures ou décès liés à l'utilisation des dispositifs. Depuis 1998, au moins 33 décès ont été recensés à la suite du déploiement d'une AI au Canada. On ne sait pas avec clarté cependant si ces décès étaient le résultat du déploiement de l'AI. Au bout du compte, en raison de la variabilité de la documentation de l'utilisation des AI et de l'absence de méthode normalisée pour consigner l'information sur les blessures ou décès liés à l'utilisation des dispositifs (ou au recours à la force de manière plus générale), il est difficile, compte tenu des pratiques actuelles en matière de surveillance et de production de rapports, de tirer des conclusions concernant les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI.

3

Conception, fonctionnement et effets escomptés des armes à impulsions

- Exposition du corps humain à l'électricité
- Électrophysiologie des nerfs, des muscles et du cœur
- Conception et fonctionnement des armes à impulsions
- Formes d'onde associées aux AI
- Résumé

3 Conception, fonctionnement et effets escomptés des armes à impulsions

Principales constatations

- Les armes à impulsions, ou AI, s'entendent d'une gamme de dispositifs électroniques conçus pour appliquer des impulsions électriques brèves et répétées sur la peau et les tissus sous-cutanés au moyen de deux sondes métalliques. Les dispositifs TASER® sont ceux qui ont été les plus étudiés et documentés dans la littérature publiée.
- Le déploiement d'une AI peut consister à simplement montrer le dispositif, à tirer sur le sujet une paire de fléchettes attachées au dispositif (mode à sondes), à appuyer le dispositif directement sur le sujet (mode paralysant) ou à recourir à une combinaison de ces types d'utilisation. Le mode à sondes, utilisé seul ou en combinaison avec un autre mode, est celui qui est le plus susceptible d'entraîner des effets nocifs.
- La conception des AI est fondée sur le principe qu'une série de brèves impulsions électriques présentant une forme d'onde spécialement conçue est suffisamment puissante pour stimuler efficacement les nerfs moteurs et sensoriels et ainsi causer douleur et neutralisation, tout en étant trop brève pour stimuler d'autres tissus excitables électriquement, comme le muscle cardiaque.
- Étant donné que les caractéristiques électriques et les décharges des dispositifs à impulsions sont variables et qu'elles continuent d'évoluer, il faut tester chaque dispositif individuellement pour évaluer son rendement, de même que sa capacité d'induire une neutralisation neuromusculaire ainsi que des effets nocifs sur la physiologie et la santé.

Les armes à impulsions (AI) sont censées être sûres et présenter la possibilité de réduire les blessures par comparaison avec les autres formes d'intervention, mais leur utilisation n'est pas nécessairement sans risques. Les AI remplissent leur fonction en déchargeant un courant électrique dans le sujet, entraînant chez ce dernier une perte de contrôle des muscles volontaires dans une grande partie du corps. L'individu tombe alors au sol et ressent une douleur vive mais de courte durée. Le présent chapitre a pour but d'expliquer les effets des AI. Pour ce faire, il aborde certaines notions élémentaires de la physiologie des cellules nerveuses et musculaires et explique comment ces cellules, qui elles-mêmes font usage de signaux électriques, sont touchées par le courant électrique qui leur est appliqué.

Qui plus est, ce chapitre compare les caractéristiques des AI aux propriétés d'autres sources d'énergie électrique et examine la variabilité de ces caractéristiques parmi différents dispositifs. Il est important de se pencher sur les particularités de la décharge électrique produite par une AI à la fois pour pouvoir comprendre en quoi leur fonctionnement est censé être sûr et pour saisir pourquoi la décharge d'une AI peut présenter un risque d'effets nocifs. Ce chapitre apporte l'information qui sera nécessaire pour examiner de près dans les chapitres suivants les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI.

3.1 EXPOSITION DU CORPS HUMAIN À L'ÉLECTRICITÉ

En général, les Canadiens et les Canadiennes ont dans leur vie quotidienne des interactions sécuritaires et ordinaires avec l'électricité. L'énergie électrique régule chaque battement de cœur et chaque mouvement ou sensation dans le corps humain. Elle a aussi le pouvoir de blesser, voire de tuer. Les coups de foudre peuvent être mortels. Les lignes électriques abattues ou mises à nu à la suite d'une tempête peuvent présenter un risque similaire. Même une simple prise de courant domestique peut causer une électrocution fatale si elle n'est pas utilisée adéquatement ou si le câblage est endommagé.

Si les courants électriques peuvent entraîner des préjudices, ils peuvent aussi être utilisés à des fins thérapeutiques. Chaque année, plus d'un million de personnes dans le monde se voient implanter des stimulateurs cardiaques, qui stimulent le cœur au moyen d'impulsions électriques. Les défibrillateurs cardiaques externes sont disponibles en nombre croissant dans les bureaux et les lieux publics, et des défibrillateurs cardiaques internes sont implantés chez les patients qui présentent un risque de mort subite d'origine cardiaque. Ces dispositifs rétablissent un rythme cardiaque normal au moyen de fortes impulsions électriques dont la forme d'onde est soigneusement modelée. L'électricité est également utilisée dans d'autres contextes thérapeutiques, par exemple en médecine sportive, pour la stimulation électrique transcutanée des nerfs, qui vise à accroître la force, réduire la douleur et favoriser la réparation des tissus. Un autre exemple est celui de la médecine psychiatrique, qui a recours à l'électroconvulsothérapie pour traiter la dépression, la schizophrénie, la catatonie et la manie (Greenhalgh *et al.*, 2002; Khadilkar *et al.*, 2006). D'apparition plus récente, la stimulation cérébrale transcrânienne non effractive, qui fait appel à de minuscules courants électriques, aurait selon

certaines sources divers effets bénéfiques à l'égard d'une vaste gamme de problèmes neurologiques et de santé mentale, comme la dépression majeure (Berlim *et al.*, 2013).

Ces électrothérapies sécuritaires, efficaces et bien souvent salvatrices sont le fruit de plus d'un siècle de recherches biomédicales et biochimiques. Ces recherches ont permis de déterminer que les effets de la stimulation électrique sur les différents tissus sont fonction des caractéristiques du courant électrique, et plus particulièrement de sa puissance, de sa durée et de la forme de l'onde, ce à quoi il faut ajouter le moment où le courant est appliqué en relation avec l'activité électrique naturelle observée dans le corps. La puissance d'une décharge électrique équivaut au courant (c'est-à-dire la quantité d'électricité écoulée par unité de temps), multiplié par la tension (c'est-à-dire la force ou la pression qui entraîne le flux d'électricité). Par exemple, une impulsion de défibrillateur cardiaque qui délivre 20 ampères sous une tension 1000 volts consomme 20 000 watts de puissance. La durée renvoie à la longueur de la période pendant laquelle le courant s'écoule. Lorsque la puissance et la durée sont considérées conjointement, l'énergie délivrée par une impulsion électrique peut être exprimée en joules. Pour reprendre le même exemple, si le défibrillateur a une durée d'impulsion de 10 millisecondes (0,01 seconde), il délivre 200 joules par impulsion. La plupart des impulsions électriques, y compris celles des AI, varient rapidement dans le temps et présentent la forme générale d'une ondulation lorsque la tension ou le courant sont tracés par rapport

au temps sur un graphique. La variation de la tension et du courant de l'impulsion électrique pendant sa durée, connue sous le nom de « forme d'onde », est abordée plus loin dans ce chapitre. Les différentes caractéristiques des courants électriques sont importantes pour bien comprendre pourquoi certaines sources d'énergie électrique présentent une capacité constante de mettre le cœur en état de choc ou de produire d'autres effets physiologiques, alors que d'autres sources peuvent être dépourvues de cette capacité. Le tableau 3.1 fournit des exemples de diverses sources d'impulsions électriques.

Ce qu'il faut retenir, c'est que différents types de sources d'énergie électrique produisent des courants électriques qui présentent différentes caractéristiques. Il est possible d'optimiser ces dernières pour stimuler efficacement un tissu ou un organe donné, et une stimulation électrique excessive (électrocution par coup de foudre ou par une ligne électrique, par exemple) peut causer des séquelles permanentes ou la mort.

3.2 ÉLECTROPHYSIOLOGIE DES NERFS, DES MUSCLES ET DU CŒUR

Le système nerveux est un réseau de cellules nerveuses (neurones) qui relaient de l'information à l'intérieur du cerveau ainsi qu'entre le cerveau et les autres parties du corps. Deux types de neurones présentent de la pertinence dans l'examen des AI, soit les neurones sensoriels et les

Tableau 3.1

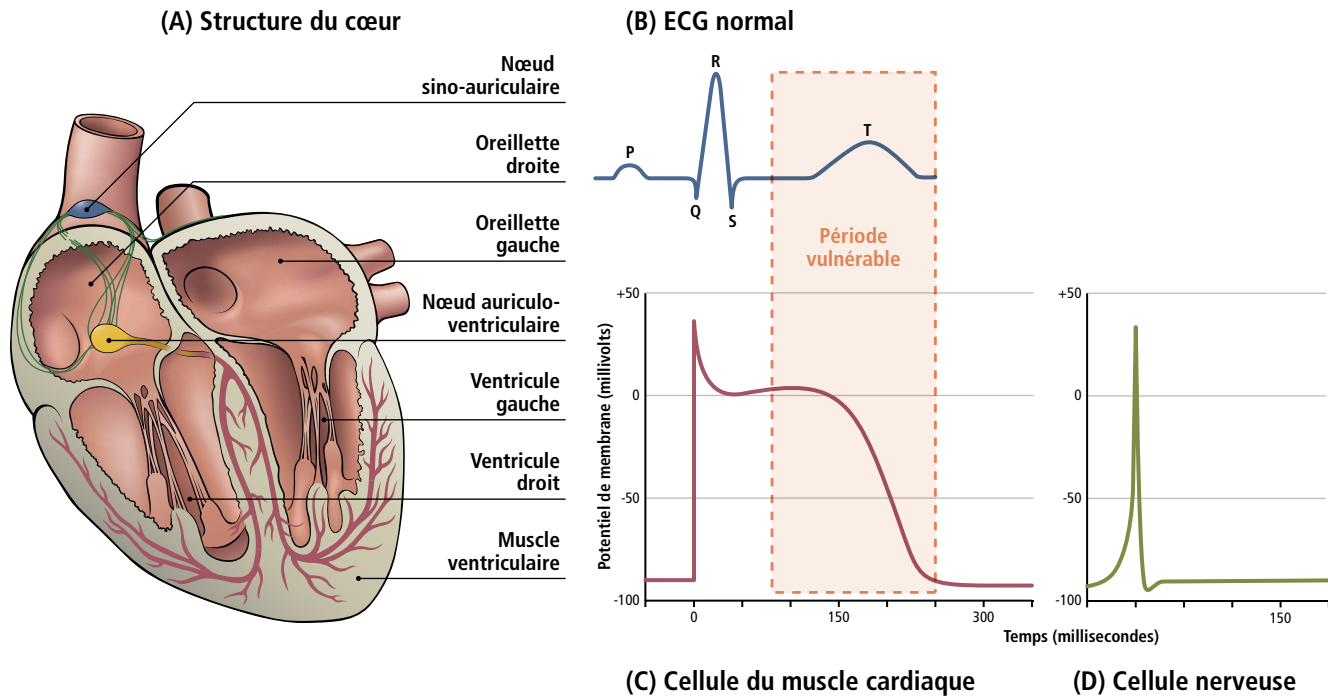
Comparaison des caractéristiques approximatives de diverses sources d'impulsions électriques

Source d'énergie électrique	Courant (ampères; A)	Tension de crête (volts; V)	Durée de l'impulsion (millisecondes; ms)	Énergie émise (joules; J)
Coup de foudre	40 000	1 milliard	0,12	500 millions
Choc de défibrillateur cardiaque	10–70	500–2100	6–17	100–200
Prise électrique murale (Amérique du Nord)	15	125	Variable	Variable
Arme à impulsions (TASER® M26™)	17	50 000 (5000–7000 sous charge)	0,03	0,5
Arme à impulsions (TASER® X26™)	3	50 000 (1000–1500 sous charge)	0,1	0,08
Arme à impulsions (Stinger® S200™)	2	800–900 sous charge	0,3	0,05
Électroconvulsothérapie (ECT)	0,5–0,9	100–500	0,2–2	10–25 *
Neurostimulation électrique transcutanée (TENS)	0,1 maximum (réglable)	50 maximum (réglable)	0,05–0,25 (réglable)	Variable

Sources des données : Weaver et Williams, 1986; Achleitner *et al.*, 2001; CHP, 2007; Nanthakumar *et al.*, 2008; NEMA, 2008; McDaniel *et al.*, 2009; Panescu et Stratbucker, 2009; Peterchev *et al.*, 2010; NIJ, 2011; Reilly et Diamant, 2011; Tens MED, 2011

Toutes les valeurs sont des valeurs approximatives par impulsion et varient en fonction du contexte et de la charge d'impédance, qui correspond au niveau de résistance au passage du courant. Pendant les essais, les AI sont déclenchées dans une charge résistive comparable à la charge résistive du corps humain (Adler *et al.*, 2013).

* Correspond au nombre total de joules pendant l'ensemble du traitement par ECT (quatre à huit secondes, p. ex.), et non au nombre de joules par impulsion (Weaver et Williams, 1986).



Les images et concepts de (C) Cellule du muscle cardiaque et (D) Cellule nerveuse sont adaptés et reproduits avec l'autorisation de CVPhysiology.com

Figure 3.1

Structure du cœur et activité électrique des cellules du muscle cardiaque et des cellules nerveuses

(A) Diagramme du cœur montrant l'emplacement des oreillettes et des ventricules. Les potentiels d'action trouvent leur origine dans le tissu générateur naturel (ou stimulateur cardiaque) appelé nœud sino-auriculaire (en bleu), qui se trouve dans l'oreillette droite. Le potentiel d'action stimule le muscle auriculaire, puis le nœud auriculo-ventriculaire (en jaune), d'où il stimule le muscle ventriculaire, dont la contraction pompe et fait circuler le sang. (B) ECG normal, montrant l'onde P, le complexe QRS et l'onde T d'un battement de cœur normal résultant de cette activité électrique. L'onde P est formée par le champ électrique généré par l'oreillette; le complexe QRS est formé par la stimulation du muscle ventriculaire; et l'onde T représente la fin des potentiels d'action dans le muscle ventriculaire. L'intervalle QT désigne la période entre le début de l'onde Q et la fin de l'onde T. (C) Potentiel d'action d'une cellule de muscle cardiaque généré par le muscle ventriculaire. Noter l'alignement de (B) et (C), visant à montrer comment le tracé d'ECG est relié au potentiel d'action. L'encadré pointillé correspond à la période vulnérable du potentiel d'action et la période correspondante de l'ECG. C'est pendant cette période que le cœur est le plus sensible aux blessures résultant de l'application d'un courant électrique. (D) Potentiel d'action d'une cellule nerveuse. Noter que le potentiel d'action pour un nerf est beaucoup plus court que dans le cas d'une cellule du muscle cardiaque. Cela signifie qu'il faut une stimulation électrique plus puissante et plus longue pour interrompre l'action d'une cellule du muscle cardiaque.

neurones moteurs (Sweeney, 2009a). Les neurones sensoriels transmettent de l'information (dont les signaux de douleur) des organes sensoriels vers le cerveau. Les neurones moteurs transmettent des commandes du cerveau et de la moelle épinière vers les fibres musculaires squelettiques, situées partout dans le corps, et contrôlent les mouvements du squelette en induisant la contraction et le relâchement des muscles. Le système nerveux utilise l'électricité pour communiquer, envoyant de petites impulsions électriques (environ 100 millivolts), connues sous le nom de potentiels d'action, le long des prolongements des cellules nerveuses. Les cellules des muscles squelettiques génèrent également des potentiels d'action quand elles sont stimulées par un neurone moteur, ce qui cause la contraction des cellules musculaires (Hall, 2011). Dans le cœur, les cellules du muscle cardiaque génèrent elles aussi des potentiels d'action, mais

ces derniers ne proviennent pas de neurones moteurs. Ils sont plutôt le fait de cellules stimulatrices spéciales, situées dans le nœud sino-auriculaire, qui génèrent spontanément et de manière rythmée des potentiels d'action. Ces derniers sont transmis dans l'ensemble du cœur, causant l'activité de pompage coordonnée des ventricules gauche et droit (Katz, 2010), tel que montré à la figure 3.1. En plaçant des électrodes sur la peau, il est possible d'enregistrer cette activité électrique rythmique du cœur sous forme d'électrocardiogramme (ECG).

Tous les potentiels d'action sont générés grâce à l'ouverture et la fermeture de canaux dans la membrane des cellules nerveuses et musculaires qui laissent passer des ions comme le sodium, le potassium, le calcium et le chlorure au travers de la membrane des cellules. La forme d'onde précise du

potentiel d'action d'un type particulier de cellule est fonction des propriétés des canaux ioniques de sa membrane (Katz, 2010). Les potentiels d'action du muscle cardiaque dans les différentes régions du cœur ont différentes formes d'onde, et leur durée varie entre 100 et 400 millisecondes (0,10 à 0,40 seconde). Dans le cas des cellules nerveuses et des muscles squelettiques, les formes d'onde des potentiels d'action sont d'une durée beaucoup plus courte que celles observées dans le cœur, et elles peuvent durer pendant aussi peu qu'une milliseconde (0,001 seconde) (Katz, 2010) (figure 3.1).

Il est possible de stimuler des potentiels d'action artificiellement dans les cellules nerveuses et musculaires en appliquant des courants électriques, par exemple au moyen d'une prise murale domestique, d'un dispositif d'électroconvulsothérapie ou d'une AI. Comme il a déjà été indiqué, différentes formes d'onde de potentiel d'action sont associées aux différents types de cellules, de sorte que leur stimulation nécessite l'application de courants électriques différents. Les principaux déterminants de la stimulation artificielle efficace d'un potentiel d'action sont la puissance et la durée (Sweeney, 2009a). Selon le type de cellule stimulée, le stimulus électrique doit être appliqué pendant une certaine durée et atteindre une certaine puissance pour générer un potentiel d'action. C'est ce qu'on désigne sous l'expression *atteindre un certain seuil*. Cette exigence est attribuable aux propriétés particulières des canaux ioniques de la membrane cellulaire, ainsi qu'à d'autres propriétés électriques. Pour les besoins du présent rapport, toutefois, il suffira de comprendre qu'un stimulus électrique dont la puissance est inférieure à la valeur seuil sera sans effet sur le système nerveux. Cependant, une fois que la puissance du stimulus dépasse la valeur seuil, il y a effet sur le système.

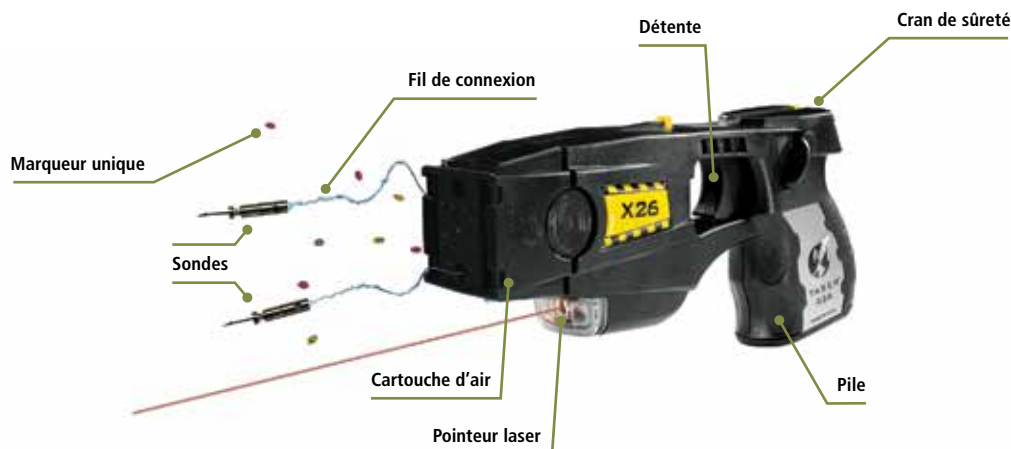
La puissance et la durée de l'impulsion électrique appliquée par une AI doivent être adaptées aux seuils propres aux cellules nerveuses pour que ces dernières soient efficacement stimulées (Sweeney, 2009a; Reilly et Diamant, 2011). Seul un choc électrique excédant le seuil propre à la cellule nerveuse aura un effet sur celle-ci et causera une incapacité. La durée de la stimulation électrique requise pour dépasser le seuil propre à une cellule du muscle cardiaque est d'environ 10 à 100 fois supérieure à celle requise pour une cellule nerveuse motrice ou sensorielle. Par conséquent, suivant le principe qui guide le fonctionnement d'une AI, les impulsions électriques de courte durée délivrées par le dispositif sont très efficaces pour stimuler les nerfs moteurs et sensoriels, causant douleur et neutralisation, mais beaucoup moins efficaces pour stimuler le muscle cardiaque et causer des perturbations potentiellement fatales du rythme et de la

capacité de pompage du cœur. Les interventions électriques peuvent également stimuler ou endommager les tissus excitables autres que les nerfs, les muscles squelettiques et les cellules cardiaques (p. ex. les vaisseaux sanguins). Cependant, ce phénomène ne sera pas examiné dans le présent rapport faute de données probantes et de liens démontrés avec les AI.

Outre la puissance, la durée et les valeurs seuils, le moment de l'exposition à une AI est aussi un facteur pertinent. La sensibilité du muscle cardiaque à la stimulation par un courant appliqué artificiellement varie en fonction du stade où il est appliqué dans le cycle rythmique du cœur. Vers la fin d'un potentiel d'action ou battement cardiaque, il y a une période de vulnérabilité (correspondant approximativement, dans la figure 3.1, à l'encadré pointillé superposé à la dernière partie du potentiel d'action du muscle cardiaque) pendant laquelle un stimulus pourrait atteindre le seuil, alors qu'il ne le ferait pas s'il était appliqué au début du potentiel d'action. Une fois encore, les raisons de ce phénomène ont à voir avec le comportement des canaux ioniques des membranes cellulaires du muscle cardiaque. Il est important de comprendre ce phénomène parce que certains médicaments fréquemment prescrits ont pour effet de prolonger cette période de vulnérabilité (c.-à-d. qu'ils allongent l'intervalle QT de l'ECG) (van Noord *et al.*, 2010). De multiples facteurs entrent donc en jeu dans l'examen des possibles effets physiologiques et incidences sur la santé du déploiement d'une AI. Les chercheurs doivent tenir compte des caractéristiques électriques du dispositif et des tissus touchés par les courants qui circulent entre les sondes de l'AI, ainsi que d'une multitude d'autres facteurs, y compris les médicaments prescrits et autres drogues que la personne concernée pourra avoir pris.

3.3 CONCEPTION ET FONCTIONNEMENT DES ARMES À IMPULSIONS

Après un examen des propriétés fondamentales de l'électricité et de ses effets sur les cellules nerveuses et musculaires, le présent rapport aborde le fonctionnement des AI et leurs effets sur le corps humain. Comme il a été indiqué au chapitre 1, ce rapport utilise le terme *arme à impulsions*, ou *AI*, pour faire référence à la catégorie générale des dispositifs à impulsions, et le terme *TASER* pour désigner plus précisément les AI fabriquées par la société TASER® International. Au nombre des autres dispositifs à impulsions et fabricants d'AI figurent le MPID™, de la société Karbon Arms®, le Mark 63 Trident™, de la société Aegis® Industries, et d'autres bâtons lanceurs de fléchettes fabriqués par des sociétés russes, chinoises et taïwanaises (Sprague, 2007).



Adapté et reproduit avec l'autorisation de la société TASER® International, Inc

Figure 3.2

Vue latérale schématique du TASER® X26™

Le TASER® X26™ est l'AI la plus couramment utilisée au Canada. Une pression sur la détente entraîne la rupture d'une cartouche d'azote comprimé et une accumulation de pression. Cette pression projette deux sondes, chacune assortie d'une fléchette à ardillon, à une vitesse de 55 mètres par seconde. De minces fils attachés aux fléchettes se déroulent, maintenant une connexion électrique avec le dispositif. Chaque décharge s'accompagne de l'émission de petits marqueurs similaires à des confettis, sur lesquels est imprimé un code unique à l'AI (Kroll, 2007). Les fléchettes se logent dans les vêtements, la peau ou les tissus mous du sujet. Si les fléchettes sont suffisamment espacées l'une de l'autre sur le corps du sujet, le passage du courant électrique entre elles stimule de nombreux nerfs, ce qui entraîne une perte étendue de contrôle des muscles volontaires (ou neutralisation) et une vive douleur généralisée (Hancock et Grant, 2008; MJNE, 2008a). Cette illustration montre certaines caractéristiques courantes du dispositif.

Bien que les pistolets paralysants et autres dispositifs modernes puissent être considérés comme des armes à impulsions, le présent examen du fonctionnement des AI se concentre sur les dispositifs TASER®, cela pour trois raisons.

- Les dispositifs⁴ TASER® M26™ et X26™ sont les seules AI qui ont été approuvées pour utilisation par les organismes canadiens d'exécution de la loi, et ils sont les AI les plus couramment utilisées par les organismes d'exécution de la loi à l'échelle mondiale.
- Les travaux de recherche publiés portent le plus souvent sur les dispositifs TASER®.
- Les dispositifs TASER® sont représentatifs de la catégorie d'AI qui provoquent une incapacité neuromusculaire en délivrant de l'énergie électrique à un sujet à partir d'une certaine distance, au moyen de fléchettes lancées par le dispositif. Cela contraste avec les pistolets paralysants traditionnels et certains autres modèles d'AI qui sont essentiellement des dispositifs de contrainte par la douleur.

Les principes généraux de conception et de fonctionnement des dispositifs TASER® décrits dans le présent chapitre s'appliquent à bon nombre des autres types d'AI.

Les AI délivrent des impulsions électriques brèves et répétées sur la peau et les tissus sous-cutanés par le biais de deux sondes de métal. Bon nombre d'AI sont des dispositifs fabriqués de plastique munis d'un interrupteur de sécurité et d'une détente. Elles peuvent aussi présenter d'autres caractéristiques, comme un viseur laser, une puce mémoire interne qui enregistre l'heure, la date et la durée de décharge à chaque déploiement, et un témoin numérique du niveau de charge de la batterie. Une pression sur la détente déclenche la décharge électrique. Par exemple, une décharge du dispositif TASER® X26™ (voir la figure 3.2) envoie une série de brèves impulsions électriques d'une durée de cinq secondes, le dispositif continuant d'envoyer les impulsions tant que la détente n'est pas relâchée. Chaque décharge s'accompagne de l'émission de petits marqueurs similaires à des confettis, sur lesquels est imprimé un code unique à l'AI. Ces marqueurs indiquent non seulement qu'il y a eu décharge d'un dispositif, mais aussi quel dispositif particulier a été utilisé (Kroll, 2007).

Les agents de police utilisent le plus souvent les AI comme moyen de dissuasion (MJNE, 2008b; CPP GRC, 2012), par exemple en activant le viseur laser, en activant le dispositif à étincelles, en dégainant et montrant l'arme ou en pointant l'arme en direction du sujet. Ils peuvent également déployer l'arme à des fins défensives (CPP GRC,

4 La société TASER® cessera bientôt de fabriquer le dispositif M26™.

2012). Le déploiement d'une AI peut se faire sous l'un des deux modes de fonctionnement de base, soit le mode à sondes et le mode paralysant. Sur le terrain, l'utilisation des dispositifs peut faire intervenir une combinaison de ces deux modes, appelée *déploiement à trois points*.

L'utilisation en mode à sondes, la plus fréquente, est aussi celle qui est le plus souvent associée à la nécessité de soins médicaux (CPP GRC, 2012), ce qui est attribuable à la perte de contrôle des muscles volontaires et à l'accroissement de l'étendue où circule le courant dans le corps. Il s'agit aussi du type de déploiement qui est le plus souvent étudié dans la littérature examinée par le comité d'experts. En mode à sondes, l'AI projette une paire de fléchettes métalliques, qui s'écartent l'une de l'autre et pénètrent les vêtements, la peau et les tissus mous du sujet pour s'y fixer, à partir d'une distance pouvant aller jusqu'à quelques mètres (quoique certains dispositifs, tel le TASER® XREP™, aient une portée supérieure). Les fléchettes sont reliées à de minces fils électriques qui transmettent la décharge électrique à partir du dispositif. Si les fléchettes sont suffisamment espacées l'une de l'autre sur le corps du sujet, le passage du courant électrique entre elles stimule de nombreux nerfs, ce qui entraîne une perte étendue de contrôle des muscles volontaires (ou neutralisation) et une vive douleur généralisée, cette dernière cessant normalement dès que la décharge prend fin (Hancock et Grant, 2008; MJNE, 2008a). Le degré de neutralisation dépend en grande partie de l'écart entre les fléchettes, l'écart considéré comme le plus efficace se situant entre 9 et 12 pouces (Ho *et al.*, 2012)⁵. En mode à sondes, il existe une plus grande probabilité que le courant circulera dans les tissus à l'intérieur de la poitrine, y compris le cœur, ce qui accroît le risque d'effets indésirables sur le cœur ou la santé (Sun et Webster, 2007).

En mode paralysant (aussi appelé mode contact), l'utilisateur appuie le dispositif directement sur le sujet, comme il le ferait avec un pistolet paralysant traditionnel. Le courant électrique circule dans une zone plus restreinte qu'en mode à sondes (MJNE, 2008a). De ce fait, le principal effet d'un déploiement en mode paralysant est une douleur localisée, et l'immobilisation musculaire dans ce cas sera vraisemblablement localisée, surtout du fait de la stimulation directe des fibres musculaires squelettiques adjacentes aux points de contact avec les électrodes.

Le mode de fonctionnement combiné, à savoir le déploiement à trois points, est un hybride des modes paralysant et à sondes. Si l'une des deux sondes ne fait pas contact avec le sujet dans un déploiement en mode à sondes, ou si l'écart entre les

sondes est trop limité, l'AI ne causera pas de neutralisation complète. En un tel cas, après le déploiement des sondes, et pendant qu'au moins une des sondes est encore accrochée au sujet, il est possible de toucher le sujet avec le dispositif tenu à la main. Cela accroît la superficie totale couverte par le courant combiné délivré au sujet et, partant la probabilité de neutralisation et les complications médicales possibles.

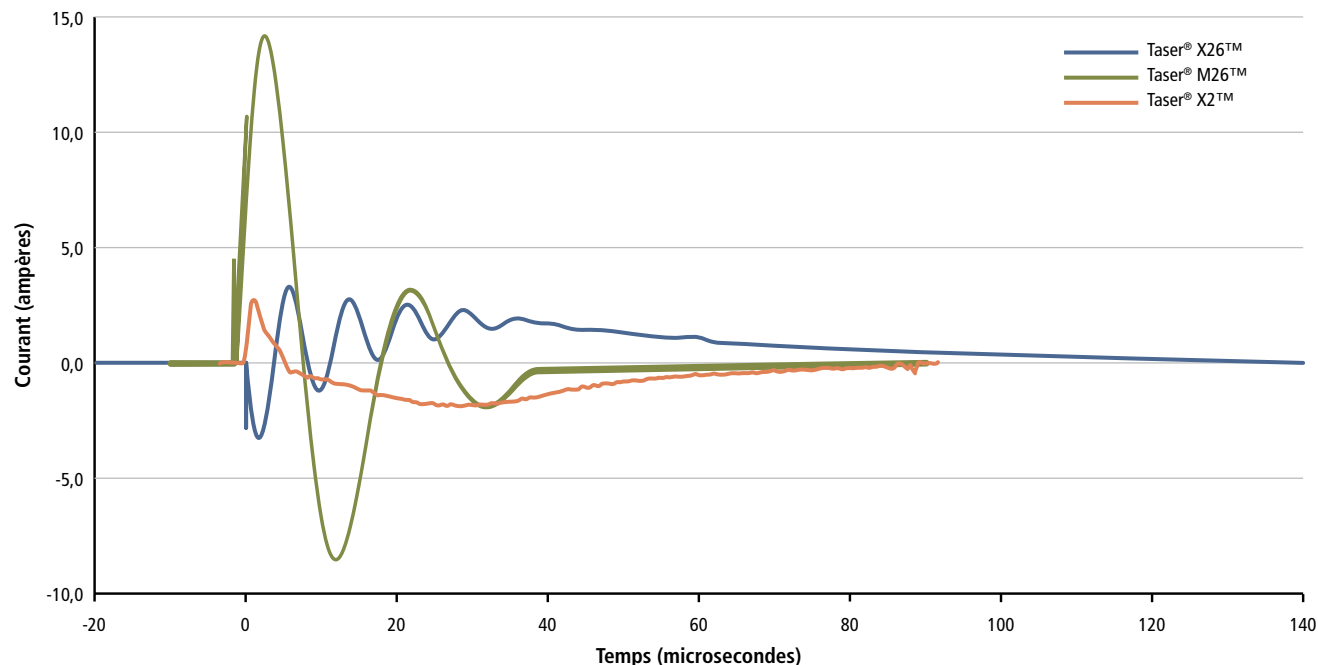
3.4 FORMES D'ONDE ASSOCIÉES AUX AI

Comme il a déjà été indiqué, du fait de leur puissance et leur durée, les impulsions délivrées par les AI sont efficaces pour stimuler le système nerveux et provoquer de la douleur et la neutralisation, mais moins efficaces pour stimuler le muscle cardiaque. Les fluctuations de la puissance d'une décharge électrique au cours de la durée de celle-ci lui donnent ce que l'on appelle sa *forme d'onde*. La forme d'onde associée à une AI est censée influencer sur le système nerveux périphérique d'une façon qui entraîne une contraction temporaire, involontaire et non coordonnée des muscles squelettiques (Kunz *et al.*, 2012), phénomène qui est également connu sous le nom de neutralisation neuromusculaire. Les quelques paragraphes suivants fournissent des exemples de dispositifs à impulsions existants, en faisant ressortir les différences qui existent entre eux pour ce qui est des caractéristiques et des formes d'onde.

Le TASER® X26™ délivre 19 impulsions par seconde durant une période de cinq secondes, chaque impulsion ayant une durée de l'ordre de 100 microsecondes (0,0001 seconde) (Sweeney, 2009a; Reilly et Diamant, 2011). Le dispositif X26™ peut générer un courant atteignant 50 000 volts (tension de crête en circuit ouvert); cependant, la tension réelle lorsque le dispositif est utilisé dans des conditions de résistance similaires à celle de la peau et des autres tissus a été estimée entre 1000 et 2000 volts. Le courant électrique de crête a été estimé entre trois et quatre ampères (Sweeney, 2009a; Reilly et Diamant, 2011; Kunz *et al.*, 2012). Les valeurs précises du courant et de la tension réellement appliqués au sujet dépendent en grande partie de la nature du contact entre d'une part les fléchettes des sondes, et d'autre part la peau et les vêtements du sujet (Reilly et Diamant, 2011).

Outre le nombre et la durée des impulsions, ainsi que leurs tension et courant de crête, le contour précis des formes d'onde associées aux AI présente également de la pertinence pour qui veut comprendre les effets physiologiques et incidences sur la santé humaine. Par exemple, la forme d'onde du dispositif X26™ comporte deux phases, soit une poussée initiale oscillante d'une fréquence de 100 kilohertz

5 Reilly et Diamant (2011) donnent une description détaillée des trois mécanismes probables qui entrent en jeu dans la perte de contrôle des muscles volontaires qui survient lorsqu'un dispositif est déployé en mode à sondes : (1) excitation directe du muscle, (2) stimulation des neurones moteurs et (3) activation de l'activité réflexe.



Source des données : Centre d'essais techniques de la qualité (CETQ) du ministère de la Défense nationale du Canada, 2013

Figure 3.3

Comparaison des formes d'onde de modèles de dispositifs TASER®

Les fluctuations de la puissance (axe vertical) d'une décharge électrique au cours de la durée de celle-ci (axe horizontal) lui donnent ce que l'on appelle sa forme d'onde. La forme d'onde associée à une AI est censée influencer sur le système nerveux périphérique d'une façon qui entraîne une contraction temporaire, involontaire et non coordonnée des muscles squelettiques. Les formes d'onde des modèles actuels d'AI montrées dans cette figure ont été générées au laboratoire du CETQ en déchargeant les dispositifs dans des charges résistives de 500 ohms (M26™) et 600 ohms (X26™ et X2™). À noter que les formes d'onde associées à chaque dispositif diffèrent sensiblement les unes des autres. Chaque forme d'onde correspond à une impulsion d'un dispositif, qui se répétera plusieurs fois lors d'une décharge. Par exemple, le TASER® X26™ délivre environ 95 impulsions en cinq secondes, ce qui correspond à un taux de 19 impulsions par seconde (Adler *et al.*, 2013).

et d'une durée de 30 microsecondes (0,00003 seconde), et une traînée plus longue, à oscillation lente, d'une durée de 70 microsecondes (0,00007 seconde) (Sweeney, 2009a). Selon des mesures en laboratoire et simulations informatiques de la circulation du courant électrique dans le corps, la poussée initiale à une fréquence de 100 kilohertz est censée réduire la résistance de contact avec les vêtements ou la peau, tandis que la traînée induit la neutralisation neuromusculaire qui s'ensuit (Sweeney, 2009a).

Le dispositif TASER® M26™, de conception plus ancienne, délivre une impulsion présentant une forme d'onde différente. La forme d'onde associée au M26™ présente une oscillation d'une fréquence de 50 kilohertz, et son intensité décroît sur une période de 40 à 50 microsecondes (0,00004 à 0,00005 seconde). Des simulations informatiques similaires ont révélé que la forte impulsion délivrée pendant

le premier cycle de 10 microsecondes de la forme d'onde du M26™ (avant la diminution de l'intensité) est responsable de la stimulation à l'origine des contractions musculaires incontrôlées qui causent la neutralisation (Sweeney, 2009b).

La figure 3.3 montre diverses formes d'onde associées aux AI de manière à faire ressortir la variabilité d'un dispositif à l'autre⁶. Le rendement des dispositifs à impulsions est variable, et leurs décharges électriques peuvent changer au fur et à mesure des utilisations et en fonction des conditions, par exemple quand sont observées des variations de la température ou de l'humidité (Adler *et al.*, 2013; MDN Canada, 2013). Comme ces variations sont fréquentes et qu'elles évoluent constamment, il faut tester chaque AI individuellement pour évaluer son rendement et sa capacité d'induire une neutralisation neuromusculaire sans avoir d'effets physiologiques et d'incidences sur la santé qui soient

6 Voir McDaniel *et al.* (2009) et Reilly et Diamant (2011) pour des description des formes d'onde associées à d'autres dispositifs, dont le Stinger® S200TM, le Tasertron® et le Sticky Shocker®. Pour un examen plus détaillé des variations des formes d'onde associées aux AI et de l'efficacité pour induire une neutralisation, voir Comeaux *et al.* (2011) et Reilly *et al.* (2009).

nocifs. Cette évolution constante sous-tend également que les connaissances liées à un modèle particulier ne sont pas nécessairement transposables à d'autres dispositifs et que les caractéristiques des dispositifs plus récents ne sont pas connues. Une chose qui rend la question encore plus complexe est le fait qu'une bonne partie de la littérature sur les caractéristiques électriques des AI est produite non par des établissements de tests indépendants, mais par les fabricants des dispositifs ou des intervenants associés à l'industrie.

Une question importante en recherche sur les incidences cardiaques des AI est celle de savoir si les décharges d'AI peuvent réellement être à l'origine de rythmes cardiaques anormaux ou dangereux, même si elles stimulent plus efficacement les nerfs et les muscles squelettiques que le muscle cardiaque. Cette question est abordée plus en détail au chapitre 5. Le comité d'experts se limitera ici à souligner que les AI sont plus efficaces pour cibler préférentiellement les nerfs des muscles squelettiques quand sont utilisées des impulsions électriques plus faibles et plus courtes que ce qui est requis pour causer une arythmie cardiaque potentiellement fatale⁷. En bref, l'information disponible concernant la puissance, la durée et la forme d'onde des impulsions des AI vient sans conteste étayer l'affirmation selon laquelle ces impulsions ciblent avec efficacité les nerfs des muscles squelettiques, causant ainsi une neutralisation neuromusculaire et une douleur invalidante (Reilly *et al.*, 2009; Reilly et Diamant, 2011). Cependant, la possibilité que les AI puissent avoir des incidences indésirées sur le rythme cardiaque et les autres systèmes physiologiques continue d'être vigoureusement débattue. Ces incidences pourraient dépendre du moment où l'AI est utilisée durant le cycle de l'activité électrique naturelle du cœur. Outre la stimulation électrique artificielle, les forces mécaniques peuvent influencer sur le rythme cardiaque. L'encadré 3.1 décrit les effets de la force mécanique sur le rythme cardiaque.

Encadré 3.1

Effets de la force mécanique sur le rythme cardiaque

Le déploiement d'une AI peut s'accompagner de l'application d'une force mécanique sur le thorax. Il est reconnu que l'application rapide d'une force mécanique sur le précordium, c'est-à-dire la partie du thorax située près du cœur, peut résulter en une arythmie cardiaque potentiellement fatale (Kohl *et al.*, 2001; Nesbitt *et al.*, 2001). L'arythmie se produit

généralement sans que le cœur et les organes de la cavité thoracique subissent d'autre lésion mesurable. Connu sous le nom de *commotio cordis*, le phénomène est bien souvent associé à un rythme cardiaque très rapide et désorganisé, appelé fibrillation ventriculaire (Link *et al.*, 1998). L'apparition de la fibrillation ventriculaire dans un tel contexte est influencée par (i) le lieu de l'impact sur le thorax, (ii) la rigidité de l'objet à l'origine de l'impact (les objets plus durs étant plus susceptibles d'induire une fibrillation ventriculaire), (iii) la vitesse de l'objet à l'origine de l'impact (la vitesse minimale se situant entre 48 et 64 km/h), et (iv) le moment où survient l'impact durant le cycle cardiaque (la période de vulnérabilité équivaut à environ 2 % de la durée du cycle) (Link *et al.*, 1998; Link, 2012). Par conséquent, une fibrillation ventriculaire induite par une force physique exercée directement sur le thorax constitue un événement relativement rare, qui requiert la convergence de plusieurs facteurs.

L'énergie cinétique d'une sonde d'AI standard est de 1,5 à 2,2 joules (Dawes et Ho, 2012). Dans le cas d'un dispositif à portée étendue (conçu pour être projeté au moyen d'un fusil de calibre 12) déclenché à une distance inférieure à la distance recommandée, l'énergie maximale enregistrée atteint 50 joules (Kunz *et al.*, 2011). Il a été avancé qu'une telle force d'impact n'est pas suffisante pour causer des lésions aux organes internes. Cette affirmation se fonde sur le fait que le *commotio cordis* est habituellement associé à des forces d'impact élevées observées dans des sports comme le baseball (150 joules) et le hockey (170 joules) (Kunz *et al.*, 2011). Cependant, aucune étude n'a expressément précisé le niveau minimal d'énergie requis pour causer un *commotio cordis*, et on ne sait pas avec clarté si des facteurs comme une maladie cardiaque préexistante pourraient abaisser le seuil de l'énergie requise pour causer le phénomène. En tout état de cause, les adolescents présentent une vulnérabilité supérieure au *commotio cordis* parce que leur corps, plus souple, peut absorber une plus grande force, ce qui facilite la transmission de l'énergie au cœur (Deady et Innes, 1999). Il est possible que les adolescents exposés à des impacts de projectiles courent un risque accru de subir un *commotio cordis*, mais il faudra poursuivre les recherches pour le confirmer. Dans l'ensemble, compte tenu des spécifications techniques connues des dispositifs et de la faible vitesse avec laquelle l'une des sondes, ou les deux, peuvent frapper la poitrine du sujet, il est fort improbable que l'impact causé par une AI entraîne une fibrillation ventriculaire causée par un *commotio cordis*.

7 Une information technique plus détaillée est fournie dans Panescu et Stratbucker (2009), Reilly *et al.* (2009), Sweeney (2009b) et Reilly et Diamant (2011).

3.5 RÉSUMÉ

Les AI délivrent des impulsions électriques brèves et répétées sur la peau et les tissus sous-cutanés au moyen de deux sondes métalliques. Elles offrent deux modes de fonctionnement. Le mode à sondes est celui qui présente le risque le plus élevé d'effets indésirables sur l'activité cardiaque ou la santé parce qu'il est associé à une probabilité accrue que le courant circule dans les tissus du thorax. En plus de causer de la douleur, les AI influent sur le système nerveux périphérique d'une façon qui entraîne des contractions temporaires, involontaires et non coordonnées des muscles squelettiques. La réponse aux impulsions d'une AI dépend de la puissance, de la durée et de la forme d'onde de la décharge électrique, ainsi que du moment où le courant est appliqué en relation avec l'activité électrique naturelle observée dans le corps. Le principe sur lequel repose le fonctionnement des AI est que les brèves impulsions électriques qu'elles délivrent sont très efficaces pour stimuler les nerfs et ainsi causer douleur et neutralisation, mais qu'elles sont beaucoup moins efficaces pour stimuler le muscle cardiaque et entraîner des perturbations potentiellement fatales du rythme cardiaque. Cependant, les spécifications des AI varient d'un dispositif à l'autre, et elles peuvent changer au fur et à mesure des utilisations et en fonction des conditions. Les dispositifs à impulsions, et les différences entre eux évoluent constamment, de sorte que les connaissances liées à un modèle particulier ne sont pas nécessairement transposables à d'autres dispositifs et que les caractéristiques des dispositifs plus récents ne sont pas connues. Il faut tester chaque AI individuellement pour évaluer son rendement et sa capacité d'induire une neutralisation neuromusculaire sans avoir d'effets physiologiques et d'incidences sur la santé qui soient nocifs. Pour évaluer les effets prévus et non voulus des AI, il faut tester chaque dispositif individuellement et comprendre le contexte et les conditions dans lesquels il devrait être utilisé.

4

Approches actuelles de la recherche sur les armes à impulsions

- Recherche expérimentale en laboratoire
- Études épidémiologiques sur le terrain auprès de populations
- Résumé

4 Approches actuelles de la recherche sur les armes à impulsions

Principales constatations

- Les modèles informatiques permettent de simuler différentes caractéristiques physiques des sujets et divers scénarios de déploiement des AI. Les modèles animaux ouvrent la porte à des interventions expérimentales plus intensives, ce qui peut aider à clarifier le niveau requis d'intensité des divers paramètres pour entraîner systématiquement certains effets physiologiques et incidences sur la santé après l'exposition à une AI.
- Malgré les avantages que peuvent présenter les modèles informatiques et animaux, leur applicabilité à la physiologie humaine et aux conditions réelles d'utilisation des AI reste incertaine.
- Les études en laboratoire sur des sujets humains présentent une applicabilité supérieure, mais des contraintes éthiques limitent les interventions expérimentales possibles. La recherche sur le terrain permet de prendre en compte des variables réelles qui ne peuvent être simulées en laboratoire, mais lorsque les taux de blessures sont faibles et que l'uniformité fait défaut, il est difficile d'établir des associations utiles.
- Compte tenu des avantages et inconvénients des approches de recherche actuelles, pour pouvoir tirer des conclusions au sujet des effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI, il est utile de mettre à contribution les résultats de divers types d'études.

Des recherches biomédicales et autres sont réalisées en vue de vérifier un ensemble prédéterminé d'hypothèses concernant la nature de la relation entre un ensemble de variables et un résultat particulier. La vérification des hypothèses peut se faire par le biais d'études expérimentales, qui visent à contrôler ou manipuler un ensemble de variables et font appel à des modèles informatiques, des animaux ou des humains, ou encore au moyen d'études épidémiologiques sur le terrain, qui visent à examiner des populations dans le monde réel. À chaque type de recherche est associé un ensemble particulier de défis qui peuvent influencer sur les résultats. Par conséquent, si l'existence d'une relation est observée durant de telles études, les chercheurs peuvent être en mesure d'établir une association entre une variable particulière et un résultat. Toutefois, en raison des effets du hasard, des erreurs, des biais et des facteurs de confusion,

il peut exister plusieurs explications possibles à l'appui de cette relation. Le fait qu'une association soit observée ne signifie pas nécessairement qu'une variable est la cause d'une autre, et l'absence apparente d'association ne signifie pas nécessairement l'inexistence d'une relation de causalité. De ce fait, se prononcer sur la question de savoir si une association observée est de nature causale est une tâche difficile qui fait intervenir l'examen de multiples études variées dans leur conception, et la prise en compte d'un éventail de critères liés à l'ampleur, l'uniformité et le caractère plausible de la relation dans le contexte de l'ensemble des études connexes (Rothman et Greenland, 2005).

L'hypothèse selon laquelle les armes à impulsions pourraient avoir des effets nocifs sur la physiologie ou la santé a été examinée dans le cadre d'études de divers types :

- études expérimentales en laboratoire, incluant :
 - des modélisations informatiques;
 - des études sur des modèles animaux;
 - des études sur des sujets humains;
- étude épidémiologique sur le terrain d'incidents réels faisant intervenir l'utilisation d'AI auprès de diverses populations humaines.

De manière à fournir l'information contextuelle nécessaire pour comprendre et évaluer les données probantes disponibles sur les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI qui sont présentées aux chapitres 5 et 6, ainsi que les défis associés à l'établissement d'associations ou de relations de causalité (examinés au chapitre 7), le présent chapitre aborde les avantages et inconvénients liés à chacune des approches de la recherche sur les AI.

4.1 RECHERCHE EXPÉRIMENTALE EN LABORATOIRE

4.1.1 Modélisation informatique

La modélisation informatique constitue, dans le domaine de la bioélectricité, un axe d'étude préliminaire qui permet de faire des recherches sans soumettre des sujets humains ou des animaux à la stimulation électrique. Grâce aux modèles mathématiques et informatiques, les chercheurs ont pu prédire la probabilité de réponse des cellules et tissus excitables, par exemple ceux qui forment les systèmes cardiovasculaire et nerveux, à la stimulation électrique interne et externe. Un modèle est habituellement constitué de deux éléments, soit (i) un système d'équations différentielles non linéaires décrivant l'excitabilité cellulaire, et (ii) une description mathématique tridimensionnelle

de l'anatomie humaine ou animale sous l'aspect des propriétés électromagnétiques, tel un modèle d'éléments finis. De tels modèles sont largement utilisés dans les simulations informatiques de stimulation thérapeutique et de défibrillation cardiaques (Efimov *et al.*, 2009). Les spécialistes en ce domaine s'entendent généralement pour dire que même s'il est possible de reproduire fidèlement l'anatomie au moyen de modèles mathématiques relativement simples, la simulation de la stimulation électrique du cœur devrait se faire au moyen de versions physiologiques plus complexes, dont les modèles bi-domaines sont un exemple (Efimov *et al.*, 2009).

Principaux avantages

Simulation de scénarios variés : Il est possible d'étudier différents scénarios en ajustant les variables d'un modèle informatique et en exécutant des simulations additionnelles (p. ex. avec différents emplacements, profondeurs de pénétration et distances de séparation des sondes) sans avoir recours à des sujets humains.

Prise en compte de la variabilité de la taille corporelle : Les chercheurs peuvent utiliser différents modèles pour tenir compte de caractéristiques particulières des tissus. Par exemple, le modèle NORMAN représente un homme européen de taille moyenne, et le modèle *Visible Human* représente un homme de taille supérieure (Leitgeb *et al.*, 2012b), et des chercheurs ont eu recours à des modèles à éléments finis pour imiter une personne très mince (Panescu et Stratbucker, 2009).

Prise en compte de cofacteurs inconnus : Certains cofacteurs, telle la présence d'un stimulateur cardiaque implantable ou d'une endoprothèse coronaire métallique, peuvent être étudiés au moyen de modèles informatiques (Leitgeb *et al.*, 2012b). De plus, il est possible d'ajuster les modèles d'excitabilité moléculaire en fonction de divers états du système nerveux sympathique, ou états métaboliques, ou en fonction d'une prédisposition génétique à une mort subite par défaillance cardiaque.

Principaux inconvénients

Application de modèles pertinents : À ce jour, aucun modèle bi-domaine avancé de l'utilisation des AI n'a été élaboré pour modéliser la stimulation électrique du cœur.

Prise en compte de cofacteurs inconnus : Bien qu'il soit possible de modifier les modèles informatiques en fonction de différentes caractéristiques physiques, il est difficile de modéliser certains états mentaux ou physiologiques (p. ex. une agitation extrême ou une intoxication par les drogues) qui sont fréquemment observés chez les individus soumis aux décharges d'AI sur le terrain. Les effets inconnus de certaines drogues nouvelles ou d'usage peu fréquent sur les canaux ioniques, et partant sur l'excitabilité cellulaire, ajoutent encore à la complexité de l'élaboration de modèles adéquats.

4.1.2 Études sur des modèles animaux

La recherche biomédicale fait appel à des modèles animaux pour étudier des thérapies et des effets sur la santé en évitant de causer inutilement des préjudices à des sujets humains jusqu'à ce que plus de connaissances aient pu être acquises. Chaque étude doit être conçue, préparée et réalisée de manière adéquate et dans le respect de l'éthique⁸, et reproduite par des chercheurs indépendants, en veillant à clairement reconnaître les différences propres à tout modèle animal par rapport aux sujets humains. Dans le contexte de la recherche sur les AI, le comité d'experts a constaté que la plus grande partie de la littérature faisait appel à des modèles animaux utilisant le porc, sauf dans un cas où le mouton a été utilisé (Dawes *et al.*, 2010a). Bien que le bagage génétique du porc soit remarquablement similaire à celui de l'humain, et bien que le porc soit touché par bon nombre des mutations associées aux maladies observées chez l'humain (Lunney, 2007), les variations génétiques se traduisent en d'évidentes différences anatomiques, ainsi qu'en de moins évidentes différences physiologiques, qui font qu'il est difficile d'extrapoler à l'humain certains résultats obtenus au moyen des modèles animaux.

Principaux avantages

Pertinence et variabilité anatomiques : Des données remontant aux années 1930 montrent que les porcs sont sensibles à l'induction électrique de la fibrillation ventriculaire, surtout dans des conditions d'ischémie (restriction du flux sanguin vers le cœur), état qui présente une pertinence particulière dans la recherche sur les AI (Chan et Vilke, 2009). Tout comme chez l'humain, le poids est hautement variable chez le porc. Il est possible d'utiliser cette variation pour étudier les liens que différents paramètres physiques peuvent avoir avec des problèmes de santé, par exemple le lien entre le poids et la fibrillation ventriculaire (McDaniel *et al.*, 2005; Chan et Vilke, 2009).

8 Chaque étude doit se faire en conformité des normes éthiques applicables à la recherche sur les animaux, comme les normes et lignes directrices du Conseil canadien de protection des animaux et les cadres réglementaires équivalents dans les autres pays.

Techniques intensives et cofacteurs : Les animaux sous anesthésie totale offrent un très vaste potentiel pour le recours à diverses interventions expérimentales et techniques d'observation (p. ex. des expositions multiples, des variations de l'emplacement des sondes ou des augmentations de la charge électrique ou de la durée des décharges de l'AI) qui ne seraient pas possibles chez l'humain (Chan et Vilke, 2009). De plus, il est possible de reproduire certaines conditions observées sur le terrain en utilisant des substances illicites, comme la cocaïne, pour reproduire une intoxication par les narcotiques (Lakkireddy *et al.*, 2006), ou l'adrénaline pour reproduire un stress sympathique (adrénergique) (Nanthakumar *et al.*, 2006).

Principaux inconvénients

Comparabilité anatomique : Bien que le porc et l'humain présentent des anatomies cardiaque et coronaire similaires (Heusch *et al.*, 2011), les différences liées à l'anatomie du système spécialisé de conduction électrique du cœur porcine (connu sous le nom de réseau de Purkinje) peuvent être à l'origine de réponses différentes à l'exposition aux AI. Il existe aussi des différences liées à la peau, aux tissus conjonctifs, à la masse musculaire et à la géométrie corporelle qui peuvent influencer sur la comparabilité des résultats de recherche entre l'humain et le porc (Chan et Vilke, 2009).

Comparabilité contextuelle : Les études se font bien souvent sur des sujets animaux anesthésiés, non stressés, reposés et en santé. Sur le terrain, cependant, les AI sont utilisées pour maîtriser des individus agités, physiquement fatigués et parfois intoxiqués (Walter *et al.*, 2008). Les études sur les porcs font appel à l'anesthésie, aux techniques de ventilation assistée et/ou aux relaxants musculaires, qui ont leurs effets propres sur la fonction cardiovasculaire, la contraction musculaire et la ventilation pulmonaire (Walter *et al.*, 2008); l'applicabilité de ces données dans l'étude de l'humain fait intervenir de nombreuses hypothèses non vérifiées et non vérifiables.

Expositions multiples : Étant donné que les tailles d'échantillon sont généralement limitées (5 à 20 animaux), pour recueillir des mesures en nombre suffisant aux fins d'analyses statistiques détaillées, on expose chaque animal de nombreuses fois aux AI de manière à multiplier le nombre total de décharges sur lequel se fondera une étude. Lorsqu'une complication médicale (p. ex. une arythmie) est observée, il peut être difficile de vérifier si la complication est une réponse des tissus à une décharge d'AI ou le résultat de changements dans la physiologie de l'animal attribuables aux décharges multiples subies pendant la durée de l'étude.

4.1.3 Études sur des sujets humains

Les études expérimentales sur des sujets humains consistent bien souvent à exposer des volontaires jeunes, en santé et en bonne forme physique à une décharge unique d'AI d'une durée de 5 à 15 secondes, suivie de la mesure de divers paramètres comme le rythme cardiaque ou la chimie sanguine, pour vérifier la présence de marqueurs de dommages musculaires, de stress, de perturbations respiratoires ou de perturbations cardiaques. Des chercheurs ont commencé à essayer de reproduire les conditions observées sur le terrain en exposant des sujets à des décharges d'AI après un effort physique (Ho *et al.*, 2007c, 2009a, 2009b) ou après la consommation d'alcool (Moscati *et al.*, 2010). Des décharges dans la poitrine, pour faire circuler un courant au travers du cœur, ont aussi été étudiées (Ho *et al.*, 2008). Bien qu'aucune de ces interventions ne puisse simuler entièrement les conditions observées sur le terrain, elles sont à l'avant-garde d'une recherche plus applicable sur les AI.

Principaux avantages

Tailles d'échantillon : Contrairement aux études sur des animaux, les études sur des sujets humains font généralement appel à des échantillons plus importants de volontaires en bonne santé, ce qui est rendu possible par le fait que des milliers d'agents des services de l'ordre reçoivent une formation qui inclut l'exposition à une décharge d'AI dans des conditions contrôlées où des données peuvent être recueillies.

Applicabilité générale : Les préoccupations au sujet des différences entre les sujets animaux et les sujets humains utilisés dans les études ainsi que de la pertinence des modèles informatiques n'ont plus de raison d'être.

Principaux inconvénients

Recrutement pour les études : Exception faite des agents de police en santé, les volontaires humains peuvent être réticents à participer à des études sur les AI, et les comités d'éthique de la recherche peuvent être hésitants à approuver de telles études (Chan et Vilke, 2009).

Caractéristiques physiques des sujets étudiés : Les sujets sont habituellement des stagiaires des services d'exécution de la loi d'une taille et d'un poids supérieurs à la moyenne (Ho *et al.*, 2007a, 2008), ce qui peut ne pas correspondre aux caractéristiques des personnes exposées aux AI sur le terrain. De plus, les sujets sont habituellement des personnes sans problèmes de santé, et ils ne sont ni excessivement stressés, physiquement ou mentalement, ni sous l'emprise de substances illicites.

Limitations liées à la méthodologie expérimentale : Bien souvent, les sondes sont déployées dans le dos des sujets ou collées dans un gel conducteur appliqué sur la peau, ce qui ne correspond pas aux caractéristiques d'un déploiement réel. Des décharges uniques, de courte durée, sont habituellement envoyées, alors que sur le terrain, plusieurs décharges peuvent être utilisées. Pour des raisons d'ordre éthique, les procédures ne peuvent faire intervenir une surveillance effractive ou le résultat associé à un événement défavorable recherché. Dans bien des cas, en raison des tailles d'échantillon limitées et des difficultés liées à réalisation de faux déploiements, les études ne comportent pas de groupe témoin (c.-à-d. de groupe non exposé aux AI), ni le recours à différents groupes recevant différents traitements (p. ex. différents emplacements des sondes ou durées d'exposition). Les études effectuées en aveugle (où le sujet ne sait pas s'il est exposé ou non à l'intervention) sont une chose improbable compte tenu que la douleur causée par le déploiement ne peut passer inaperçue. Un autre défi d'ordre technique se présente quand on essaie d'enregistrer la forme de l'onde électrique qui se propage dans le cœur pendant l'exposition à une AI (plutôt qu'avant ou après), parce que la décharge du dispositif interfère avec l'enregistrement.

Coût : Un essai aléatoire contrôlé complet et détaillé est coûteux en raison des ressources humaines, de l'infrastructure et de l'équipement requis pour mener à bien une telle étude avec précision et dans le respect de l'éthique.

4.2 ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES SUR LE TERRAIN AUPRÈS DE POPULATIONS

La recherche épidémiologique à grande échelle reposant sur de l'information tirée de bases de données et de dossiers sur des déploiements d'AI dans des conditions réelles peut permettre de prendre en considération un éventail de conditions et circonstances. À ce jour, cependant, les études publiées portant sur des déploiements réels d'AI étaient habituellement de nature rétrospective et faisaient appel à un éventail de données comme des rapports d'incidents de la police, des examens médicaux et des rapports d'autopsie de manière à broser un tableau plus complet des événements. De plus, certains auteurs ont utilisé de l'information tirée de sources médiatiques pour évaluer des cas où des effets sur la santé ont été observés ultérieurement à l'utilisation d'AI. Jusqu'à maintenant, la recherche sur le terrain concernant les AI s'est concentrée sur la collecte de données concernant les types de blessures subies, la fréquence de ces blessures, les caractéristiques des populations les plus fréquemment exposées aux AI et la justification du recours aux AI. Il y

a également eu des tentatives pour reconstituer certains détails de situations d'utilisation des AI (p. ex. le nombre de décharges et l'emplacement anatomique des sondes).

Principaux avantages

Collecte de données réelles : La collecte et l'analyse de données sur les types de sujets et les événements ayant donné lieu au déploiement réel d'AI permettent aux chercheurs d'examiner et d'évaluer les résultats du déploiement des AI en fonction d'une gamme étendue de variables qui ne pourraient être prises en compte en étudiant des sujets en santé en laboratoire.

Variété de populations : Grâce à la collecte, l'analyse et la production de données statistiques sur différentes populations exposées aux AI, un tronc commun de connaissances sur l'utilisation des AI et sur les risques qui y sont associés deviendra disponible. Il serait impossible d'acquérir de telles connaissances à partir d'évaluations de cas individuels ou de méthodologies expérimentales axées sur un résultat unique.

Principaux inconvénients

Rapports et diagnostics incomplets : Les études rétrospectives se fondent sur des rapports préparés par la police, des médecins, d'autres membres du personnel non médical ou des coroners. Ces rapports peuvent se révéler incomplets. Les données décrivant les détails d'un incident chaotique de recours à la force peuvent être entachées par un biais de rappel et des erreurs d'enregistrement, tout particulièrement lorsque l'information est demandée longtemps après l'événement ou qu'un événement indésirable s'est produit et a entraîné des mesures disciplinaires pour l'agent concerné. Dans certains cas, la détermination de la présence d'une maladie mentale, ou de ses manifestations, est faite par les agents de police, sans que ceux-ci bénéficient de la connaissance d'antécédents médicaux précis, d'un diagnostic connu ou de l'opinion d'un médecin qualifié (White et Ready, 2009). Même lorsque du personnel médical intervient dans la préparation ou l'évaluation des rapports sur les cas, il peut être nécessaire de connaître les impressions qu'ont eues les agents de police sur les lieux de l'incident pour pouvoir porter un jugement éclairé et établir un diagnostic exact (Bozeman *et al.*, 2012).

Manque de comparabilité d'un contexte à l'autre : Différents services de police indépendants recueillent différents éléments d'information sur les incidents liés à l'utilisation des AI, ce qui empêche la compilation de vastes quantités de données policières et les comparaisons entre les sites (à moins qu'un service de police participe plus particulièrement à une étude). Même lorsqu'une étude sur le terrain bien conçue est réalisée,

les événements comportant un recours à la force se produisent dans des environnements chaotiques, où les mesures ne peuvent pas toujours être réalisées au moment idéal.

Nécessité d'un certain niveau de prévalence de blessures : Certaines études visent à établir un lien entre les caractéristiques d'un sujet, ou les particularités d'un incident comportant l'utilisation d'une AI, et certains effets physiologiques et incidences sur la santé (p. ex. en examinant les liens entre le nombre de décharges et certaines blessures) (Bozeman *et al.*, 2009b). Il est bien souvent difficile toutefois de réaliser des analyses de ce type parce que les blessures plus graves que des perforations superficielles (causées par la pénétration des sondes) sont rares, même dans les études faisant intervenir plus d'un millier de sujets (Bozeman *et al.*, 2009b; Strote *et al.*, 2010b).

Absence de groupes témoins adéquats : Pour étudier adéquatement les cofacteurs susceptibles d'entraîner des effets physiologiques ou des incidences sur la santé après l'exposition à une AI ou à d'autres formes de recours à la force, les chercheurs doivent examiner les mêmes facteurs (p. ex. la présence de drogue ou le recours à des tactiques de contention) à la fois lors d'incidents comportant le recours à une AI et n'entraînant pas de décès, et lors d'incidents similaires de recours à la force qui ne font pas intervenir d'AI. Bien que de telles comparaisons aient pu être menées à bien dans certains cas (White et Ready, 2009), les autres études ne comportaient pas de groupes témoins et mettaient l'accent exclusivement sur l'analyse de quelques incidents mortels ayant comporté l'utilisation d'une AI (Strote et Hutson, 2006; Swardlow *et al.*, 2009; Vilke *et al.*, 2009a; Zipes, 2012). Le fait d'inclure dans l'évaluation uniquement des cas où il y a eu décès ou complications médicales peut créer un biais de sélection, ce qui résultera en une surreprésentation de l'état étudié.

4.3 RÉSUMÉ

La recherche sur les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'exposition aux AI fait intervenir divers types d'études, chacun d'eux présentant des avantages et des inconvénients particuliers. Les modèles informatiques et animaux permettent aux chercheurs de simuler ou de tester physiquement des paramètres comme la pénétration profonde des sondes ou l'utilisation de décharges d'intensité supérieure, ce qui ne serait pas possible avec des sujets humains. En essayant des scénarios plus poussés que ce qui sera vraisemblablement observé dans les situations réelles, de telles expériences peuvent aider à définir les limites supérieures sécuritaires pour certains paramètres d'utilisation des AI. Toutefois, l'incertitude entourant l'applicabilité de ces modèles à la physiologie humaine et aux expositions réelles aux AI est à l'origine de plusieurs défis. Les expériences en laboratoire sur des sujets humains permettent de relever certains de ces défis, mais des contraintes éthiques limitent les interventions expérimentales possibles chez des sujets humains. Les études épidémiologiques sur le terrain auprès de populations permettent de prendre en compte des variables du monde réel qui ne peuvent être simulées en laboratoire, mais les faibles taux de blessures et l'absence d'ensembles de données complets et uniformes font qu'il est difficile d'établir des associations utiles. Quoi qu'il en soit, la combinaison de ces divers types d'études restera à la base de l'enrichissement de nos connaissances concernant les effets globaux sur la santé de l'exposition aux AI.

5

Effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des armes à impulsions

- Effets neuroendocriens et activation de la réaction humaine au stress
- Perturbation de la respiration et incidence sur la chimie sanguine
- Perturbation du rythme et de la fréquence cardiaques

5 Effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des armes à impulsions

Principales constatations

- L'absence de données probantes sur les effets neuroendocriniens, respiratoires et cardiaques des décharges électriques des AI donne à penser que la réalisation d'études continues plus étendues s'impose.
- Les AI peuvent induire la sécrétion de catécholamines (p. ex. l'adrénaline), phénomène dont les effets sur la santé n'ont pas été déterminés.
- Certaines études sur des animaux ont fait ressortir un lien entre les complications respiratoires et l'exposition aux AI. Les données expérimentales publiées ont révélé chez les sujets humains en santé des changements respiratoires concordant avec ceux observés à la suite d'un effort physique vigoureux, mais il n'y a pas eu d'études auprès de groupes plus hétérogènes ou d'humains soumis à des décharges prolongées ou répétées.
- Certaines études sur des animaux ont donné à penser que les AI peuvent induire une arythmie cardiaque fatale quand sont présentes, isolément ou en combinaison, certaines caractéristiques de décharge : un emplacement des sondes d'un côté et de l'autre du cœur (ce qui entraîne le passage du courant à travers le cœur), une pénétration profonde des sondes près du cœur, une charge accrue, des décharges prolongées ou des décharges répétées. Ces études faisaient ressortir la vraisemblance biologique d'effets nocifs sur la santé après l'exposition à une AI.
- Chez les humains, il y a eu quelques cas où s'est présentée une relation temporelle entre l'utilisation d'une AI et l'arythmie cardiaque fatale, mais l'information probante disponible ne permet pas de confirmer ou d'exclure l'existence d'un lien de causalité. S'il existe de fait un tel lien, la probabilité d'une arythmie cardiaque fatale est faible, mais il faudrait posséder davantage de données probantes pour confirmer l'existence de tout risque, et le cas échéant son ampleur.
- Les rôles de cofacteurs susceptibles d'accroître la sensibilité aux effets nocifs (p. ex. la consommation d'alcool ou de drogues, le type corporel et l'état de santé) n'ont pas été étudiés adéquatement en vue d'acquérir une bonne compréhension de la vulnérabilité chez les humains.

Le présent chapitre examine et évalue les données probantes de première main disponibles, à savoir la littérature publiée et les résultats d'études épidémiologiques fondées sur des populations et de recherches expérimentales (examinées au chapitre 4), concernant les trois incidences sur la santé et effets physiologiques nocifs les plus souvent associés à l'utilisation des AI et discutés en tant que mécanismes possibles de mort subite inattendue :

- système neuroendocrinien : activation de la réaction humaine au stress et élévation des niveaux connexes des hormones de stress comme les catécholamines;
- système respiratoire : perturbation mécanique de la respiration, changements dans la chimie sanguine, et acidose en résultant;
- système cardiovasculaire : arythmie (tout changement du rythme ou de la fréquence cardiaque).

Ce chapitre aborde également divers cofacteurs possibles qui, individuellement ou en combinaison, pourraient accroître le risque ou la gravité de ces effets et augmenter le risque de mort subite inattendue. Dans le présent rapport, le comité d'experts distingue les cofacteurs internes, liés à des états intrinsèques à l'individu, des cofacteurs externes, qui sont des facteurs conjoncturels aigus reliés à l'événement en tant que tel. Les cofacteurs internes incluent l'intoxication par l'alcool ou des drogues, des complications médicales préexistantes, la présence de dispositifs médicaux implantables, tels les stimulateurs cardiaques, et le type corporel. Les cofacteurs externes incluent la contrainte physique, l'effort physique et diverses caractéristiques du déploiement de l'AI, comme le niveau de charge, la durée et le nombre des décharges, ainsi que l'emplacement et la profondeur de pénétration des sondes. La plupart des travaux de recherche recensés par le comité d'experts et examinés dans le présent chapitre évaluent les réponses possibles du cœur aux décharges des AI en présence de divers cofacteurs.

5.1 EFFETS NEUROENDOCRINIENS ET ACTIVATION DE LA RÉACTION HUMAINE AU STRESS

5.1.1 Physiologie de base

Le système neuroendocrinien est formé des systèmes nerveux et endocrinien. Le cerveau réagit au stress en activant une structure appelée l'hypothalamus, lequel active l'hypophyse, qui est située à la base du crâne et constitue la glande principale du système endocrinien. La sécrétion de l'hormone adrénocorticotrope (ACTH) par l'hypophyse stimule la sécrétion d'hormones de stress (aussi appelées catécholamines) comme l'adrénaline et la noradrénaline. Ensemble, ces hormones régulent bon nombre des réactions

physiologiques du corps au stress, et c'est essentiellement sur elles que mettent l'accent les recherches concernant les incidences sur la santé de l'utilisation des AI.

Étant donné que les AI sont déployées le plus souvent dans des situations où les agents d'exécution de la loi essaient de maîtriser ou contrôler un individu, une vaste gamme de stimuli peut entrer en jeu dans l'activation de la réaction au stress, y compris la menace physique, la combativité, les blessures ou la douleur (NIJ, 2011). En réponse à ces stimuli, le corps adopte une réaction de lutte ou de fuite qui entraîne la sécrétion d'endorphines, pour moduler la douleur, et d'hormones qui accroissent le rythme cardiaque, le métabolisme et d'autres fonctions, pour aider à préparer le corps à faire face à la source du stress. Comme les niveaux d'hormones (p. ex. l'adrénaline) augmentent dans le sang d'un individu soumis au stress, il est possible de les utiliser comme des biomarqueurs de l'activation de la réaction humaine au stress (Dawes et Kroll, 2009). Il existe toutefois des désaccords sur la question de savoir quels marqueurs sont fiables et peuvent être utilisés pour détecter et mesurer les niveaux de catécholamines dans le sang, ainsi que pour déterminer les niveaux qui présentent un danger (NIJ, 2011).

La réaction de lutte ou de fuite face à un stress physique ou psychologique aigu est peu susceptible de présenter un risque pour un individu normal en santé; après tout, cette réaction ne serait pas apparue au cours de l'évolution si elle avait fréquemment été à l'origine de blessures. La sécrétion de ces hormones peut induire plusieurs réactions d'adaptation, dont un renforcement des contractions du muscle cardiaque, une hausse du rythme cardiaque, une élévation de la pression sanguine, une élévation du métabolisme et un accroissement de la production de chaleur corporelle. Si ces hormones sont présentes pendant une période assez longue ou entrent en interaction avec d'autres risques pour la santé, elles peuvent induire plusieurs mécanismes de réaction mésadaptés, comme une réduction du flux sanguin au cœur, une irrégularité du rythme cardiaque, une accumulation anormale de liquide dans les sacs alvéolaires des poumons, une acidose métabolique, une hyperthermie ou une mort subite (Laposata, 2006; Dawes et Kroll, 2009). Certains éléments de la réaction au stress, comme un rythme cardiaque élevé, une pression sanguine élevée et un accroissement de la tendance à la formation de caillots sanguins constituent également des facteurs de risque pour les individus qui présentent déjà un risque d'arythmie cardiaque, de blocage des artères coronaires ou d'accident vasculaire cérébral.

Les facteurs psychologiques comme la peur, la colère, l'appréhension et la confusion peuvent eux-mêmes créer un stress chez une personne ou élever son niveau de stress et induire ou renforcer une réaction au stress (NIJ, 2011). La douleur causée par une décharge d'AI peut être suffisante pour stimuler une réaction au stress et accroître vraisemblablement les effets des facteurs de stress. Les facteurs de stress psychologiques peuvent aussi être exacerbés dans les situations où l'individu a le sentiment que les circonstances échappent à son contrôle. La vigueur de la réaction au stress peut s'accroître en présence d'autres cofacteurs comme des troubles médicaux ou psychiatriques préexistants ou la consommation de stimulants ou de drogues (Dawes et Kroll, 2009). Une question importante consiste à savoir si une décharge d'AI envoyée à une personne déjà soumise au stress peut renforcer suffisamment la réaction au stress pour causer un préjudice à l'individu, par le biais soit d'une augmentation du stress psychologique (p. ex. la peur de la douleur ou de la mort), soit d'une augmentation du stress physique (p. ex. la douleur intense causée par une décharge d'AI).

5.1.2 Incidence des armes à impulsions sur la réaction au stress

D'aucuns soupçonnent qu'une décharge d'AI peut induire la réaction au stress, accroissant ainsi le risque d'effets nocifs sur la santé et de décès (Dawes et Kroll, 2009). Cependant, le comité d'experts a trouvé peu d'études qui portent expressément sur la relation entre le déploiement d'une AI et la réaction au stress. Dans les quelques études disponibles, les chercheurs ont utilisé des modèles animaux et humains pour examiner les associations entre les diverses formes de contrainte, y compris les AI, et les biomarqueurs de la réaction au stress, telle la présence d'hormones de stress. Les résultats indiquent que même si les AI peuvent induire une réaction au stress, la hausse des niveaux d'hormones observée à la suite de l'exposition à une AI est inférieure à celle causée par les autres formes de contrainte et facteurs de stress, et qu'elle s'affaiblit avec le temps. Les principales études incluent les suivantes.

- Werner *et al.* (2012) ont examiné les effets du stress et d'autres processus physiologiques chez les porcs en exposant ces derniers à une décharge d'AI d'une minute, suivie d'un repos d'une heure, puis d'une deuxième décharge de trois minutes. En général, les niveaux de catécholamines augmentaient durant et immédiatement après chaque décharge, pour ensuite diminuer graduellement avec le temps.
- Dawes *et al.* (2009) ont réalisé une autre étude qui faisait intervenir des agents d'exécution de la loi et examinait la capacité de différents types de mécanismes de contrainte (et autres interventions) d'induire la réaction humaine

au stress. Au nombre de ces mécanismes figuraient le poivre de Cayenne (aérosol à base d'oléorésine capsicum), l'exposition à une décharge d'AI de cinq secondes, l'immersion dans un réservoir d'eau froide et l'effort physique. Les auteurs sont arrivés à la conclusion que même si une décharge d'AI accroissait les niveaux d'hormones de stress, l'effort physique et le poivre de Cayenne activaient la réaction au stress de manière plus prononcée que l'exposition à une décharge d'AI ou l'immersion dans l'eau froide.

5.1.3 Incidence des cofacteurs

Les situations dans lesquelles les AI sont déployées sont complexes et dynamiques, et plusieurs facteurs peuvent influencer sur la relation entre l'exposition à une AI et la réaction au stress. Bon nombre de ces facteurs (comme l'effort physique, l'utilisation ou l'arrêt d'utilisation de stimulants et la contrainte) peuvent activer une réaction au stress, ce qui rend difficile la détermination des effets directs des AI ou de tout autre facteur. Vient compliquer encore plus la compréhension de ces effets l'influence combinée ou multiplicative de ces divers facteurs. Par exemple, des études sur des animaux (des rats en l'occurrence) ont révélé que les niveaux de catécholamines augmentent quand les sujets sont exposés à une combinaison de stimulants (comme la cocaïne) et d'effort physique, effet qui est plus prononcé que lorsque l'un ou l'autre de ces stimuli est pris isolément (Han *et al.*, 1996).

Le comité d'experts a recensé peu de recherches examinant expressément les relations entre les AI, la réaction au stress et les cofacteurs susceptibles d'accroître la probabilité ou l'intensité de la réaction au stress. Une étude expérimentale, cependant, utilisait un groupe restreint de sujets (n=66), formé d'agents d'exécution de la loi, d'agents de la sécurité publique et de chercheurs universitaires, pour examiner l'incidence de situations liées à une arrestation sur les niveaux de catécholamines et d'autres biomarqueurs du stress (Ho *et al.*, 2010). Des chercheurs ont évalué les incidences de stimuli externes, dont un sprint simulé, la résistance physique, une décharge d'AI de 10 secondes, une poursuite par un chien et l'exposition au poivre de Cayenne (aérosol à base d'oléorésine capsicum). Les résultats ont démontré que même si une exposition prolongée ou des expositions multiples à une AI accroît les niveaux d'hormones, le niveau total de catécholamines induit par l'exposition à une AI représentait environ la moitié ou le quart, respectivement, des niveaux observés après une poursuite ou une résistance physique (Ho *et al.*, 2010). Malgré ces résultats, il est peu probable que de tels tests, réalisés dans des conditions contrôlées, puissent reproduire fidèlement le stress éprouvé dans des situations réelles. Plus précisément, les principaux

éléments psychologiques d'imprévisibilité et d'impuissance font défaut dans une large mesure, ce qui réduit la capacité de tirer des conclusions définitives.

5.1.4 Résumé de l'information probante

Selon les résultats de recherche limités qui sont disponibles, l'exposition à une AI peut induire la réaction au stress et accroître les niveaux d'hormones, et le degré de risque de subir des complications découlant du stress semble être similaire à celui qu'entraîne un effort physique vigoureux. La solidité de cette conclusion est toutefois limitée par la faible taille des échantillons et l'absence d'études épidémiologiques et d'examen de scénarios tirés de la réalité qui tiennent compte des aspects physiques et psychologiques du stress observé lors de déploiements typiques d'AI. Enfin, le désaccord qui existe concernant les marqueurs fiables et reconnus permettant de déceler et mesurer les niveaux de catécholamines dans le sang et de déterminer à quel moment ces niveaux deviennent dangereux, nuit grandement à la capacité de tirer des conclusions définitives des recherches menées à ce jour (NIJ, 2011).

La conclusion la plus raisonnable qui puisse être tirée est que nous ne savons pas dans quelle mesure une décharge d'AI fait augmenter encore plus le niveau élevé de stress déjà subi par une personne qui se trouve dans un scénario d'arrestation. Il serait difficile d'essayer d'éclaircir cette question au moyen de recherches sur le terrain parce que cela supposerait de connaître les niveaux des biomarqueurs de stress chez les sujets à la fois avant et après une décharge d'AI, chose impossible en pratique. Il faudrait réaliser d'autres études minutieusement contrôlées auprès de volontaires en santé. Il serait possible de renforcer ces études en ajoutant une décharge d'AI aux autres facteurs de stress comme l'effort physique ou le stress psychologique, et en mesurant l'effet additionnel possible de la décharge d'AI sur la réaction au stress causée par les autres facteurs de stress au moment de la décharge. Des études qui incorporeraient de manière éthique et sécuritaire les éléments hautement stressants associés à l'imprévisibilité seraient également utiles.

5.2 PERTURBATION DE LA RESPIRATION ET INCIDENCE SUR LA CHIMIE SANGUINE

5.2.1 Physiologie de base

Le système respiratoire a pour fonction première d'assurer un échange gazeux continu, lequel fait intervenir l'inspiration, qui apporte de l'oxygène au corps, et l'expiration, qui retire du corps le dioxyde de carbone. Pour maintenir l'équilibre acido-basique du sang, le corps augmente ou diminue le rythme de la respiration et le volume respiratoire, et

l'échange gazeux qui s'ensuit, en fonction des exigences de la situation. Par exemple, pendant l'exercice, les muscles et les organes ont besoin d'un surcroît d'oxygène, et une activité musculaire intense peut entraîner une accumulation d'acide lactique dans le sang susceptible de faire augmenter l'acidité du sang (acidose). L'atténuation de l'acidité se fait par le biais de la stimulation de la respiration, qui accroît la quantité d'oxygène dans le sang et accélère l'expulsion du dioxyde de carbone (Roberts, 2000; Dawes, 2009; NIJ, 2011). Les processus comme l'hyperventilation, ou surrespiration, ont pour effet d'expulser le dioxyde de carbone plus rapidement qu'il n'est produit par les tissus, ce qui a pour effet de rendre le sang légèrement alcalin (alcalose respiratoire); à l'inverse, des processus comme l'hypoventilation, que peuvent causer certains opiacés, résultent en un ralentissement de l'expulsion du dioxyde de carbone, ce qui cause une acidose respiratoire (Dawes, 2009).

Le système respiratoire est formé d'un certain nombre de muscles principaux qui l'aident à remplir sa fonction. Le diaphragme est le principal muscle qui entre en jeu dans la respiration normale, aidant à aspirer l'air dans les poumons quand il se contracte, puis aidant à expulser le dioxyde de carbone à l'expiration, quand il se relâche. Les muscles intercostaux, scalènes et accessoires soulèvent et étirent la cage thoracique pendant l'inspiration pour accroître le volume de la cavité thoracique pendant les périodes d'activité accrue (Roberts, 2000; Dawes, 2009).

Dans l'examen des liens entre les décharges électriques et la fonction respiratoire, les études sur les AI mesurent les changements dans la respiration, l'incidence sur les muscles servant à la respiration, la perturbation de la respiration (aussi bien de l'inspiration que de l'expiration) et les changements dans la chimie sanguine et l'acidité.

5.2.2 Incidence des armes à impulsions sur la fonction respiratoire

Comme la respiration dépend des contractions des divers muscles respiratoires, on pourrait poser comme hypothèse que les contractions involontaires des muscles causées par les AI pourraient perturber le fonctionnement normal des muscles et le processus de respiration durant l'exposition à une décharge d'AI (Dawes, 2009; Reilly et Diamant, 2011). Les vives contractions musculaires qui entrent en jeu dans la neutralisation d'un individu lors d'une décharge d'AI pourraient également entraîner un accroissement de la production d'acide lactique et l'élévation de l'acidité sanguine (Dawes, 2009). Une perturbation du processus respiratoire pourrait entraîner :

- une réduction de la capacité d'éliminer du sang le dioxyde de carbone (hypercapnie), ce qui résulterait en une rétention du dioxyde de carbone, et ultérieurement en la production d'un excédent d'ions hydrogène, laquelle mènerait à une acidose respiratoire; ou
- une réduction de la capacité d'absorber l'oxygène (hypoxémie), qui pourrait amener le corps à recourir à un métabolisme anaérobie, lequel entraînerait une acidose métabolique, c'est-à-dire l'accumulation d'acide dans le sang et les tissus.

Il a été démontré qu'une acidose métabolique et respiratoire prononcée cause des dysfonctionnements variés dans divers organes du corps, y compris une perturbation de la fonction cardiaque, une sensibilisation à la perturbation du rythme et de la fréquence cardiaques, une diminution de la fonction musculaire respiratoire accompagnée d'une hypoventilation, une élévation des taux de potassium sanguin, une dégradation des protéines, le coma et la mort (Adroque et Madias, 1998). Dans le but de déterminer si de tels effets physiologiques néfastes sont observés à la suite de l'exposition à une décharge d'AI, des chercheurs ont réalisé des études sur les changements dans les paramètres suivants :

- **volume respiratoire** : volume d'air de chaque respiration, qui est normalement de 7 à 8 millilitres par kilogramme de poids corporel par inspiration (ARDS Network, 2000);
- **fréquence respiratoire** : nombre de respirations prises par minute, qui est normalement de 12 à 18 (Sherwood, 2006);
- **acidité sanguine** : mesure de l'équilibre entre l'acidité et l'alcalinité, un pH normal se situant très près de 7,4 sur une échelle de 1 à 14;
- **taux de lactate** : concentration de lactate dans le sang, qui est normalement de 0,5 à 1 mmol/L chez un individu non stressé;
- **pression partielle de dioxyde de carbone (PCO₂)** : correspond à la pression partielle dans le sang du dioxyde de carbone; bien qu'on préfère la PCO₂ artérielle, la PCO₂ veineuse est fréquemment utilisée comme mesure de remplacement; les valeurs normales se situent entre 35 et 45 mm Hg (Lemoel *et al.*, 2013).

Chacun de ces taux standard ou normaux varie en fonction des caractéristiques de l'individu et en fonction des formules utilisées pour les calculer. Prises en combinaison, cependant, ces mesures apportent une bonne compréhension des changements dans la respiration, le fonctionnement des muscles et la chimie sanguine, et peuvent révéler la présence d'une acidose et des risques d'incidences néfastes qui s'ensuivent.

Observations issues d'études sur des animaux

Certaines études sur des animaux ont fait ressortir un lien entre les complications respiratoires (y compris l'arrêt de respiration et les changements dans la chimie sanguine) et l'exposition aux AI (un résumé de ces études est fourni à l'appendice C). Des études sur des porcs ont donné lieu à l'observation de perturbations respiratoires, de réductions des niveaux d'acidité, d'élévations des niveaux de lactate et d'élévations des niveaux de PCO_2 .

- **Perturbation de la respiration** : De multiples études ont fait ressortir une inhibition de l'effort respiratoire spontané pendant l'exposition à une AI (observations fondées sur une inspection visuelle ou sur le volume respiratoire) et une diminution de la fréquence respiratoire après l'exposition (observations fondées sur le nombre de respirations par minute) (Dennis *et al.*, 2007; Jauchem *et al.*, 2009b; Jenkins *et al.*, 2013).
- **pH** : Réductions cliniquement significatives du pH sanguin selon les mesures réalisées dans plusieurs études, avec des valeurs de base d'environ 7,4 et des valeurs post-exposition se situant entre 6,8 et 7 (Jauchem *et al.*, 2006; Dennis *et al.*, 2007; Jauchem *et al.*, 2009b; Jenkins *et al.*, 2013).
- **Lactate** : Dans plusieurs études ont été observées des valeurs post-exposition de 9 à 14 fois supérieures aux valeurs pré-exposition, les concentrations ayant passé d'environ 1 à 1,5 mmol/L à 14 à 22 mmol/L (Jauchem *et al.*, 2006; Dennis *et al.*, 2007; Jauchem *et al.*, 2009b; Jenkins *et al.*, 2013).
- **PCO_2** : Les niveaux de PCO_2 ont doublé après l'exposition, passant d'environ 40 à 60 mm Hg à environ 100 mm Hg (Jauchem *et al.*, 2006; Dennis *et al.*, 2007; Jauchem *et al.*, 2009b; Jenkins *et al.*, 2013).

Dans les expériences précitées, les sujets subissaient une exposition d'une durée de 30 à 80 secondes (ou des expositions répétées de cinq secondes). Par conséquent, il n'est pas possible à partir des données disponibles de déterminer une durée d'exposition précise qui entraînerait des changements significatifs dans l'équilibre acido-basique de la chimie sanguine (Reilly et Diamant, 2011). Qui plus est, les études sur les animaux sont bien souvent rendues plus complexes par le recours à la sédation, la respiration des animaux pouvant alors être perturbée par les effets combinés de l'exposition à l'AI, de la sédation, de l'intubation et d'autres facteurs parfois obscurs liés à la méthodologie expérimentale, y compris des expositions relativement longues et répétées aux décharges d'AI (NIJ, 2011; VanMeenan *et al.*, 2011).

Observations issues d'études sur des sujets humains

Certaines données épidémiologiques indiquent que les sondes d'une AI peuvent perforer les poumons d'un sujet (Ryan, 2008; Hinchey et Subramaniam, 2009), mais la plupart des études sur des sujets humains ont fait ressortir peu d'incidences d'ordre respiratoire découlant des effets électriques de l'exposition aux AI. Il faut noter toutefois que la durée des décharges d'AI dans ces études était beaucoup plus courte que dans les études sur des animaux. Bien que certains travaux de recherche aient fait ressortir des perturbations de l'inhalation pendant l'exposition à une AI, la plupart des études montrent que le volume respiratoire, les fréquences respiratoires et les niveaux de lactate augmentent habituellement en parallèle avec la douleur ou l'effort physique intense et qu'ils restent dans des fourchettes acceptables. Abstraction faite des changements observés dans le fonctionnement respiratoire durant l'exposition à une AI, les sujets semblaient retrouver une capacité de respiration normale après l'exposition. Les principales études faisaient toutes intervenir des décharges de cinq secondes envoyées dans le dos d'agents d'exécution de la loi au moyen soit de sondes, soit de pinces crocodiles. Par conséquent, ces études ne fournissent pas d'information sur l'incidence de l'emplacement des sondes ou de la durée d'exposition. Voici certains exemples clés.

- Dans une étude réalisée par Vilke *et al.* (2007), la ventilation, le volume respiratoire et la fréquence respiratoire ont augmenté chez les 32 sujets étudiés, pour revenir aux valeurs de base après 10 minutes; aucun signe d'hypoxémie ou d'hypercapnie n'a été observé.
- Dans une étude auprès de 23 sujets, des données anecdotiques et des données de mesure ont indiqué que la respiration, et plus particulièrement l'inspiration, était gravement perturbée; la respiration est revenue à la normale après l'arrêt de l'exposition à l'AI (VanMeenen *et al.*, 2013).
- Dans une étude portant sur 66 sujets, les niveaux de lactate ont augmenté au moment de la décharge et avaient diminué 16 et 24 heures plus tard (Ho *et al.*, 2006).

5.2.3 Incidence des cofacteurs

Les nombreux facteurs qui entrent en jeu lors dans un scénario de déploiement d'une AI peuvent influencer sur la relation entre l'exposition à l'AI et la fonction respiratoire. Certains ont tenté d'évaluer des cofacteurs internes comme l'intoxication par l'alcool, ainsi que des cofacteurs externes comme des expositions prolongées aux décharges d'AI et l'effort physique. Bien que de portée limitée, ces études initiales mettent en évidence des cofacteurs qui pourraient vraisemblablement accroître la probabilité ou la gravité des effets physiologiques précités.

Cofacteurs internes — Intoxication par l'alcool

Dans les études examinant l'effet d'expositions prolongées, l'intoxication par l'alcool semblait contribuer à la production de lactate et à l'acidose. Dans une étude sur des sujets humains intoxiqués par l'alcool et exposés à une décharge d'AI de 15 secondes, les chercheurs ont observé des hausses des niveaux de lactate (jusqu'à 4,19 mmol/L) et une chute de l'acidité sanguine (jusqu'à un pH de 7,31, comparativement à la mesure de référence de 7,4). Les chercheurs sont arrivés à la conclusion que ces changements transitoires correspondaient avec ce qui est observé à la suite d'une intoxication ou d'un effort modéré et qu'ils n'étaient pas suffisants pour causer des lésions durables ou la mort (Moscati *et al.*, 2010).

Cofacteurs externes — Exposition prolongée

Peu de recherches ont été réalisées concernant le rôle des caractéristiques d'une décharge d'AI, tels l'emplacement et la profondeur de pénétration des sondes, eu égard à la fonction respiratoire (NIJ, 2011). On soupçonne cependant qu'une exposition prolongée ou répétée aux AI pourrait être plus susceptible qu'une exposition unique plus brève de causer une acidose métabolique ou respiratoire, particulièrement dans les cas où le suspect refuse vigoureusement d'obtempérer et se montre très agressif. Certaines des études, peu nombreuses, qui ont porté sur ces facteurs ont fait ressortir des niveaux accrus de lactate comparables à ceux qui sont observés à la suite d'un effort physique intense lorsque les participants étaient exposés à une décharge de 10 secondes, tandis que les autres n'ont mis en évidence aucun changement marqué dans le volume respiratoire, la fréquence respiratoire ou le degré d'hypoxémie ou d'hypercapnie après des expositions d'une durée atteignant 15 secondes. Par exemple, une étude sur des sujets humains a révélé que l'exposition à des décharges prolongées de 10 secondes peut être à l'origine de niveaux élevés de lactate, atteignant 5,52 mmol/L (Ho *et al.*, 2010). Dans une autre étude, réalisée auprès d'adultes membres des forces de l'ordre et comparant les paramètres respiratoires avant, pendant et après l'exposition à une AI, on a enregistré un volume respiratoire normal, et on n'a observé aucune hypoxémie, hypercapnie ou perturbation de la fréquence respiratoire (Ho *et al.*, 2007a).

Cofacteurs externes — Effort physique

Un effort physique intense peut entraîner un accroissement du taux de lactate et une acidose métabolique. L'encadré 5.1 décrit la relation entre les AI et la rhabdomyolyse, complication qui survient à la suite d'un effort physique ou un stress excessif et qui est souvent associée à l'acidose.

Il est raisonnable de croire que l'exposition à une décharge d'AI peut aggraver ces changements physiologiques et ainsi accroître le risque d'acidose et de complications connexes. Bien que peu d'études aient été réalisées à propos de cette relation, il semble que même si l'exposition à une AI peut accroître les niveaux de lactate, cet accroissement n'est pas supérieur à ce qui est observé à la suite d'un effort physique vigoureux, ces niveaux pouvant atteindre environ 20 mmol/L dans les situations extrêmes (Hargreaves *et al.*, 1998). Par exemple, dans une étude faisant intervenir une décharge d'AI envoyée à des sujets physiquement épuisés, l'effort physique à lui seul faisait passer le pH de référence de 7,38 à 7,23. Après une exposition de 15 secondes à une AI, le pH s'établissait à 7,22. Parallèlement, la concentration de lactate passait d'un niveau de référence de 1,65 mmol/L à 8,39 mmol/L pendant l'exercice, et à 9,85 mmol/L après une décharge électrique (pour revenir au niveau de référence après 24 heures) (Ho *et al.*, 2009a). Dans une étude connexe auprès d'agents des forces de l'ordre en bonne santé, une exposition de cinq secondes à une AI à la suite d'un exercice intense n'a fait ressortir aucun changement cliniquement significatif de la fréquence respiratoire, de la capacité de respirer ou de la chimie sanguine (Vilke *et al.*, 2009b). Aucune des deux études n'a révélé la présence d'une acidose prononcée ou durable, ou d'effets additifs cliniquement significatifs d'une exposition à une AI.

Les études expérimentales sur l'exposition à une AI dans le contexte d'un effort physique présentent une grande pertinence eu égard aux incidents réels comportant le recours à une AI, lesquels font bien souvent intervenir des sujets extrêmement agités qui peuvent se dépenser physiquement jusqu'à se retrouver très loin de l'état de repos (par exemple durant une poursuite ou l'exposition à la contrainte). Hick *et al.* (1999) ont présenté une série de cinq cas d'individus qui avaient subi une acidose métabolique grave (avec un pH se situant entre 6,81 et 6,25) qui avaient tous lutté violemment quand des agents des forces de l'ordre ont essayé de les maîtriser. Dans quatre des cas, l'issue a été fatale. Bien que ces incidents n'aient pas fait intervenir d'AI, ils faisaient ressortir l'apparition de l'acidose dans le contexte plus général des situations de recours à la force comportant uniquement un effort physique extrême, ce qui pourrait rendre plus complexe la formulation de toute conclusion sur les effets propres aux AI.

Encadré 5.1**Rhabdomyolyse et changements dans la chimie sanguine**

La rhabdomyolyse est un état clinique qui apparaît lorsque les muscles squelettiques se dégradent et libèrent leur contenu dans la circulation sanguine. Elle est causée par une utilisation excessive des fibres musculaires ou par des blessures musculaires associées à un effort physique excessif, ou encore par une blessure d'origine électrique faisant intervenir la circulation d'un courant intense dans le corps (Moscati et Cloud, 2009). Le diagnostic de cet état se fait au moyen de mesures des marqueurs sériques des blessures musculaires comme la créatine kinase (CK) et la myoglobine, toutes deux libérées par les fibres musculaires rompues. Au nombre des complications de la rhabdomyolyse figurent l'acidose métabolique, une concentration excessive d'ions potassium et un accroissement de la formation de caillots sanguins, autant de choses susceptibles de causer une arythmie cardiaque (Moscati et Cloud, 2009). La complication la plus souvent observée en rapport avec cet état est l'insuffisance rénale aiguë. Un diagnostic de rhabdomyolyse à la suite de l'exposition à une AI pourrait être le signe de blessures aux muscles squelettiques et d'un risque accru de complications cardiaques ou rénales (Moscati et Cloud, 2009; Reilly et Diamant, 2011).

Des études de recherche (Bozeman *et al.*, 2009b) et des études de cas (Schwarz *et al.*, 2009; Sanford *et al.*, 2011) suggèrent qu'une rhabdomyolyse légère a été observée dans de rares cas d'exposition à une AI, et que lorsque cela a été observé, il se présentait un certain nombre de cofacteurs (p. ex. la consommation d'un stimulant ou un effort physique) qui ont été associés à l'apparition de cet état en l'absence de l'exposition à une AI. Les associations entre l'exposition à une AI et l'apparition d'une rhabdomyolyse sont limitées, mais il faut dire que les effets sur la santé de décharges prolongées ou multiples n'ont pas encore été testés chez l'humain (Reilly et Diamant, 2011).

5.2.4 Résumé de l'information probante

Des études sur des animaux qui ont été soumis à des décharges d'AI prolongées ou répétées ont fait ressortir la possibilité de complications respiratoires (p. ex. une acidose aiguë). Les études expérimentales publiées font état de peu de complications chez les sujets humains en santé, mais à ce jour, la question n'a pas été étudiée dans le détail auprès d'autres populations. Une raison possible de cette contradiction pourrait être que les études sur des animaux

sont habituellement rendues plus complexes par le recours à la sédation, qui réduit la respiration, et que la respiration chez l'animal peut être compromise par la combinaison de l'exposition à une AI avec la sédation, l'intubation et d'autres facteurs parfois obscurs reliés à la méthodologie expérimentale (NIJ, 2011; VanMeenan *et al.*, 2011).

Les recherches portant sur les effets des cofacteurs susceptibles d'aggraver les complications médicales, par exemple l'intoxication par l'alcool, une exposition prolongée ou l'effort physique, indiquent qu'une décharge d'AI n'a pas d'incidence sur la respiration et la chimie sanguine supérieure à ce qui est observé à la suite d'un effort physique vigoureux. Les effets sur les sujets atteints d'une maladie pulmonaire restent cependant inconnus. Les données disponibles concernant l'incidence de l'emplacement des sondes sur la respiration sont limitées (NIJ, 2011), car les études examinant l'effet des caractéristiques des décharges ont surtout mis l'accent sur les réactions cardiaques (voir l'examen de ce sujet à la section 5.3).

5.3 PERTURBATION DU RYTHME ET DE LA FRÉQUENCE CARDIAQUES**5.3.1 Physiologie de base**

Le cœur est un muscle spécialisé qui pompe le sang partout dans le corps par le biais de séries de contractions coordonnées, sous l'influence de l'activité électrique. Le cœur comporte quatre cavités, soit les deux oreillettes, qui pompent le sang revenant des veines dans les ventricules avec une faible pression, et les deux ventricules. Le ventricule droit pompe le sang désoxygéné vers les poumons, et le ventricule gauche pompe le sang oxygéné vers tous les organes du corps, avec une pression relativement élevée. Comme il a déjà été indiqué, les battements du cœur sont le résultat d'une impulsion électrique générée par le nœud sino-auriculaire, au rythme de 60 à 100 battements par minute (Katz, 2010).

5.3.2 Incidence des armes à impulsions sur la fonction cardiaque

La stimulation électrique externe peut potentiellement perturber le système électrique interne du cœur, ce qui peut se traduire par des effets physiologiques néfastes et des complications médicales. Les perturbations cardiaques étudiées dans l'examen des incidences de l'exposition à une AI incluent la fibrillation ventriculaire, la tachycardie ventriculaire, la capture cardiaque, et l'activité électrique sans pouls. Bien que chacun de ces états puisse causer un arrêt cardiaque fatal s'il n'est pas mis fin à temps à la perturbation (NIJ, 2011), les deux qui sont les plus étudiés sont les suivants.

- **Fibrillation ventriculaire** : Contractions irrégulières, rapides et non coordonnées du muscle ventriculaire causées par une excitation rapide répétitive des fibres musculaires accompagnée d'une contraction ventriculaire inadéquate. Ces contractions désorganisées des ventricules conduisent à une éjection inefficace du sang du cœur, ce qui peut résulter en un arrêt cardiaque (O'Toole, 2003; Rubart et Zipes, 2005).
- **Capture cardiaque** : Induction d'au moins un battement de cœur additionnel par le biais d'une stimulation électrique. Cela entraîne un changement du rythme cardiaque, et nécessite une charge de loin inférieure à celle requise pour induire la fibrillation ventriculaire (Kroll *et al.*, 2009).

Les expériences réalisées au moyen de modèles informatiques, animaux et humains visent à déterminer si la stimulation électrique par une AI peut perturber directement le rythme et la fréquence cardiaques, et ainsi causer des troubles cardiaques. En règle générale, les études fondées sur des modèles animaux indiquent que la fibrillation ventriculaire est un événement possible, quoique très peu probable, qui dépend de l'emplacement et de la profondeur de pénétration des sondes de l'AI, ainsi que de la durée de la décharge. Même lorsque l'emplacement et la profondeur de pénétration sont tels qu'ils correspondent à la probabilité maximale d'induction de la fibrillation ventriculaire, il reste peu probable que celle-ci se produise dans un scénario réel d'utilisation d'une AI en raison de la puissance de charge d'une AI standard (voir à la section 5.3.3 l'examen détaillé de ces facteurs). Aucune arythmie cardiaque n'a été observée dans les expériences sur des sujets humains utilisant des AI disponibles sur le marché. On a cependant observé un cas de capture cardiaque dans une étude de Ho *et al.* (2011c), lors de l'essai expérimental d'une AI non disponible sur le marché. Le dispositif a été déchargé pendant 10 secondes, l'une des sondes étant fixée au centre du thorax du sujet, et l'autre près de la hanche droite. L'AI a par la suite été redessinée, et la mise à l'essai de la nouvelle version s'est déroulée sans incident (Ho *et al.*, 2011c). Cet événement vient étayer l'idée que certaines formes d'onde pourraient permettre une capture cardiaque.

Sur le terrain, aucun cas concluant de fibrillation ventriculaire fatale causée uniquement par les effets électriques d'une AI n'a été signalé (NIJ, 2011). Une relation temporelle entre les AI et l'arythmie cardiaque fatale a été observée dans quelques cas chez des humains (Swerdlow *et al.*, 2009; Zipes, 2012), mais cela ne permet pas de confirmer ou d'exclure l'existence d'un lien de causalité clair. L'étude réalisée par Zipes (2012) est particulièrement discutable parce que l'auteur se trouvait en situation de conflit d'intérêts potentiel et a inclus dans son analyse huit cas isolés ayant

suscité la controverse (Myerburg et Junttila, 2012). De plus, les deux études portaient sur des cas individuels de décès ultérieurs à l'utilisation d'une AI mais n'incluaient pas de données correspondantes issues de cas témoins n'ayant pas abouti à la mort (Swerdlow *et al.*, 2009; Zipes, 2012). Complexes et chaotiques, les événements comportant le recours à la force font interagir de nombreux facteurs différents. Par conséquent, il est difficile d'étudier isolément les effets électriques des AI sur le cœur. Dans bien des cas, une combinaison de plusieurs facteurs est probablement à l'origine de l'arythmie. Cependant, en l'absence d'études à grande échelle adéquatement contrôlées, il n'est pas possible de déterminer quels facteurs sont associés aux effets cardiaques létaux et comment les AI interagissent avec ces facteurs prédisposants.

Aussi peu concluantes que puissent être ces études, il n'en reste pas moins qu'elles apportent une partie de la seule information probante disponible issue de scénarios sur le terrain concernant les perturbations cardiaques. Étant donné que les sujets ne sont pas surveillés dans les situations de recours à la force, il serait extrêmement difficile de documenter une arythmie pendant ou immédiatement après une exposition à une AI. Qui plus est, même dans un laboratoire, il peut être difficile d'enregistrer la forme de l'onde électrique dans le cœur pendant l'exposition à une AI, car la décharge d'AI interfère avec le processus d'enregistrement. Par conséquent, les obstacles techniques, conjoncturels et autres (examinés au chapitre 7) ont nui à la collecte de données basées sur la population qui permettraient de confirmer l'hypothèse issue de ces études de cas isolés, mais le caractère plausible d'une arythmie, du point de vue biologique, ressort à l'évidence.

5.3.3 Incidence des cofacteurs

Les cofacteurs externes les plus fréquemment abordés dans la littérature disponible sur les effets cardiaques incluent les caractéristiques du déploiement de l'AI en tant que tel (p. ex. l'emplacement et la profondeur de pénétration des sondes, la puissance et la durée de la charge, et le mode de déploiement). Le comité d'experts reconnaît que certaines propriétés de la forme d'onde d'une AI autres que la puissance de la charge (comme la tension et la durée de l'impulsion) revêtent également de l'importance au moment de déterminer s'il y a incidence sur le cœur, mais la charge transmise est le paramètre électrique sur lequel on intervient habituellement dans les études expérimentales. Les cofacteurs internes les plus étudiés incluent la présence de drogues ou d'alcool, les cardiopathies préexistantes, la présence de dispositifs médicaux implantables et le type corporel. Bon nombre de ces cofacteurs peuvent accroître le risque de complications médicales en général, même

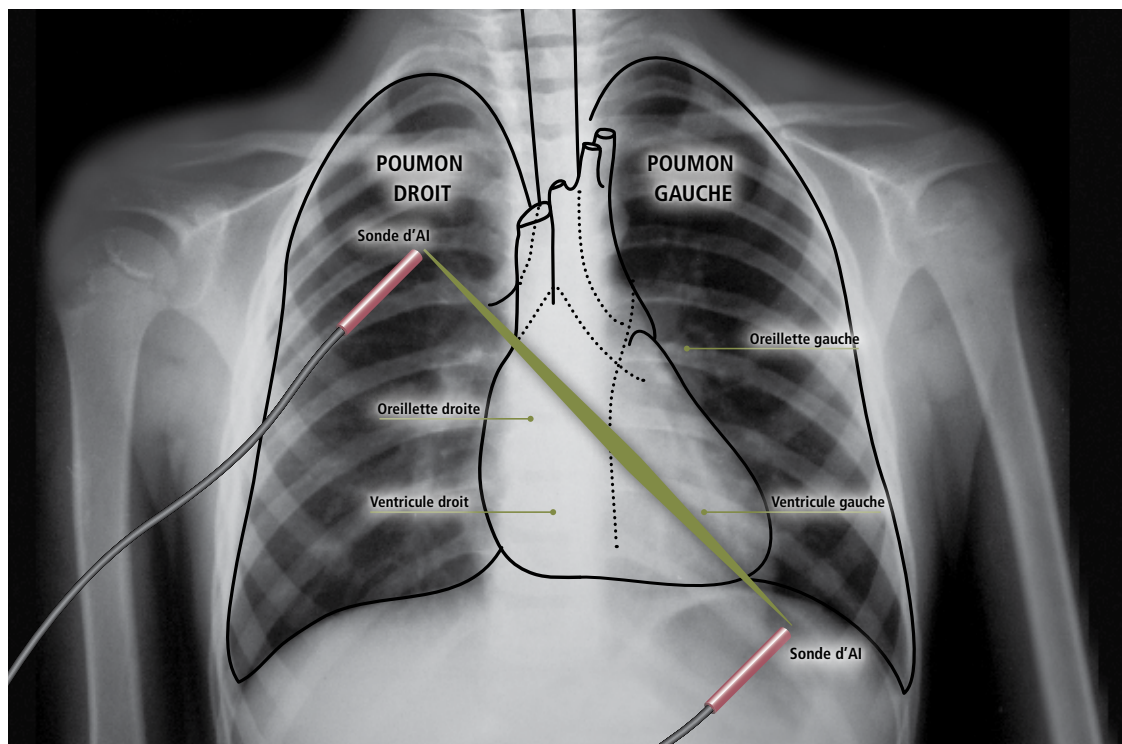


Figure 5.1

Représentation du déploiement de sondes d'une AI sur le thorax

On croit généralement que le déploiement d'une AI sur le thorax pourrait présenter un risque accru d'effets nocifs sur la santé en raison d'une probabilité supérieure que le courant délivré par dispositif traverse le cœur. Cette figure montre l'emplacement du cœur dans la cavité thoracique. Les sondes de l'AI sont placées de telle façon que le courant traversera directement le cœur du sujet, ce qui pourrait accroître le risque d'arythmies cardiaques. Pour d'évidentes raisons d'ordre éthique, ce type de déploiement n'a pas fait l'objet de recherches poussées chez les humains, mais de telles recherches sont importantes pour comprendre les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI en relation avec le cœur.

en l'absence d'utilisation d'une AI. Bien qu'ils n'aient pas été étudiés à fond, certains cofacteurs ont été associés à des hausses possibles de la sensibilité aux perturbations de la fonction cardiaque à la suite de l'exposition à une AI.

Cofacteurs externes — Caractéristiques des décharges

De nombreux aspects de la décharge en tant que telle ont sans aucun doute une incidence sur la probabilité que s'ensuivent des effets sur le cœur. Il est difficile d'examiner ces caractéristiques séparément les unes des autres, car les études abordent bien souvent de multiples caractéristiques sans tenir compte des effets de chacune d'elles. L'examen de la littérature effectué par le comité d'experts a mis en lumière quatre caractéristiques importantes d'une décharge: emplacement des sondes, profondeur de pénétration des sondes, puissance de la charge, et durée et nombre des décharges.

Une question qui revêt de l'importance dans l'examen de l'emplacement des sondes est la position des fléchettes par rapport au cœur. L'application des fléchettes à divers emplacements d'un côté ou l'autre du cœur entraîne la circulation du courant de l'AI au travers du cœur. Cela a pour effet d'exposer le tissu cardiaque à différentes densités de courant⁹, qui dépendront de la configuration précise du déploiement des fléchettes (Leitgeb *et al.*, 2010). Les fléchettes, lorsqu'appliquées à ces emplacements, peuvent être désignées comme des vecteurs transcardiaques. La figure 5.1 montre un emplacement des sondes d'un côté et de l'autre du cœur.

Pour d'évidentes raisons d'ordre éthique, les effets des caractéristiques des décharges d'AI sur la perturbation du fonctionnement cardiaque ont été étudiés de manière beaucoup plus approfondie chez les animaux que chez les

9 La densité de courant correspond au courant par unité de surface (c.-à-d. à la quantité de courant qui circule à travers une surface donnée). Elle pourra s'exprimer par exemple en ampères par mètre carré (A/m²) ou en milliampères par millimètre carré (mA/mm²) (Holden *et al.*, 2007; Leitgeb *et al.*, 2010).

humains. Les principales constatations faites à l'issue des études sur des animaux sont les suivantes (un complément d'information sur ces études est fourni à l'appendice D).

- La capture cardiaque se produit plus fréquemment quand les sondes de l'AI sont situées de manière telle qu'un courant circulera directement à travers le cœur; cependant, la fibrillation ventriculaire est un événement rare en soi (Nanthakumar *et al.*, 2006; Lakkireddy *et al.*, 2008; Valentino *et al.*, 2008a).
- À mesure que rétrécit la distance entre la pointe de la sonde et le cœur, la probabilité d'une fibrillation ventriculaire s'accroît, en raison de l'augmentation de la quantité de courant qui circule à travers le cœur. Si une fléchette pénétrait entièrement (à l'endroit le plus sensible) chez un humain présentant une faible distance de la peau au cœur, la quantité de courant entrerait dans la fourchette où la fibrillation ventriculaire est observée chez le porc. Environ 5 % des humains présentent une distance de la peau au cœur suffisamment réduite pour rendre cela possible (Wu *et al.*, 2008).
- Une décharge d'AI de puissance standard est peu susceptible de causer une fibrillation ventriculaire. En règle générale, une charge de 5 à 15 fois supérieure à la charge standard est nécessaire (McDaniel *et al.*, 2005; Lakkireddy *et al.*, 2008; Kroll *et al.*, 2009).
- Les décharges prolongées ou multiples peuvent accroître le risque de fibrillation ventriculaire. Il a été montré qu'une exposition de 80 à 90 secondes, continue ou entrecoupée d'une courte pause, peut induire une fibrillation ventriculaire (Dennis *et al.*, 2007; Walter *et al.*, 2008; Kroll *et al.*, 2010). Cependant, les études comparant directement différentes durées de charge font défaut. Il apparaît par ailleurs que la fibrillation ventriculaire ne se produit pas dans le cas de décharges prolongées ou multiples, même lorsque le courant circule à travers le cœur. Par exemple, dans une étude faisant intervenir une exposition de 60 secondes, aucun épisode de fibrillation ventriculaire n'a été observé (Jauchem *et al.*, 2009a). Dans une autre étude, le protocole comportait une série de cinq expositions consécutives de cinq secondes, la série étant répétée quatre fois, avec une pause entre chacune, pour un total de 20 expositions en 31 minutes. Une fois encore, aucun épisode de fibrillation ventriculaire n'a été enregistré (Esquivel *et al.*, 2007). Dans un exemple extrême, Jenkins *et al.* (2013) ont soumis des animaux à une exposition continue à une AI atteignant 30 minutes; bien que plusieurs animaux soient morts, les décès ont été attribués non à une fibrillation ventriculaire induite électriquement, mais à une défaillance mécanique du muscle cardiaque.

Plus limitées que les études sur des animaux, les études sur des sujets humains ont surtout fait intervenir des décharges qui ne faisaient pas passer un courant à travers le cœur. Le courant des AI est habituellement appliqué en tirant les sondes dans le dos des sujets (Ho *et al.*, 2006; Dawes *et al.*, 2009), en collant les sondes de l'AI sur la peau avec un gel conducteur (Ho *et al.*, 2009b; Dawes *et al.*, 2010d) ou en attachant les fils de l'AI avec des pinces crocodiles (Vilke *et al.*, 2008; Bozeman *et al.*, 2009a). Bien souvent, ces méthodes ne permettent pas de reproduire les conditions réelles d'utilisation des dispositifs à impulsions sur le terrain. Dans quelques études, on a testé des décharges à travers le cœur chez des humains. Dans deux de ces études, les sondes étaient préalablement appliquées (Ho *et al.*, 2007c, 2008), et dans deux autres des décharges étaient envoyées dans la poitrine (Dawes *et al.*, 2010c; Ho *et al.*, 2011c). Comme il a été indiqué à la section 5.3.2, Ho *et al.* (2011c) ont observé un seul épisode de capture cardiaque pendant la mise à l'essai d'une AI non disponible sur le marché, mais aucune autre étude n'a fait ressortir d'autre cas de perturbation cardiaque. Il n'y a pas eu d'études expérimentales additionnelles auprès de volontaires humains en santé où a été observée une lésion cardiaque, telle que mesurée par surveillance cardiaque directe ou au moyen de biomarqueurs, après une exposition à une AI d'une durée inférieure à 45 secondes (Ho *et al.*, 2007a, 2009a, 2009b, 2011a; Dawes *et al.*, 2010b; Moscatti *et al.*, 2010; NIJ, 2011).

Sur le terrain, la proportion de cas où l'exposition entraîne la circulation d'un courant à travers le cœur s'établit à environ 15 % (Bozeman *et al.*, 2012), mais les données permettant de déterminer le lien entre l'emplacement des sondes et les effets sur le cœur font défaut. Une étude rétrospective reliant des rapports des médias à des événements liés à l'utilisation de l'AI ont révélé que les incidents mortels étaient plus susceptibles de faire intervenir des déploiements multiples que les incidents non mortels (White et Ready, 2009); cependant, des doutes ont été soulevés au sujet de ces résultats en raison de degré de fiabilité des sources d'information utilisées. Les données probantes tirées de quelques études de cas sur des incidents réels permettent d'établir un lien temporel (mais pas nécessairement de causalité) entre l'utilisation des AI et l'arythmie cardiaque fatale (Swerdlow *et al.*, 2009; Zipes, 2012). L'étude de Zipes (2012) portait sur huit cas d'arrêt cardiaque soudain où les sujets ont subi une perte de conscience immédiate après une exposition à une AI où au moins une des sondes avait été appliquée près du cœur. Les rapports d'autopsie indiquaient que quatre des sujets avaient une cardiopathie structurale.

Les rythmes cardiaques initiaux, enregistrés entre 4,5 et 13 minutes après l'exposition à une AI, correspondaient à un état de fibrillation ventriculaire chez 6 des 8 sujets. Zipes a suggéré que la stimulation électrique par une AI en présence d'une cardiopathie pourrait avoir perturbé le rythme cardiaque. Les détails de l'étude de Swerdlow *et al.* (2009) sont examinés à la section 6.3. Bien que ces études de cas soient convaincants, ils font uniquement ressortir des hypothèses possibles et n'apportent aucune conclusion ferme.

Des chercheurs ont eu recours à des modèles informatiques et à des calculs fondés sur les lois de l'électrostimulation pour estimer la probabilité d'induction de la fibrillation ventriculaire sans avoir à faire des expériences sur des sujets humains. Les conclusions ont été les suivantes.

- **Profondeur de pénétration et emplacement des sondes :** Confirmant ce qui a été observé dans les études sur les animaux, les modèles informatiques ont indiqué que la probabilité de fibrillation ventriculaire augmente à mesure que diminue la distance entre le cœur et les fléchettes (Sun *et al.*, 2010; Leitgeb *et al.*, 2011). Compte tenu des densités de courant enregistrées à diverses distances entre la pointe des sondes de l'AI et des distances habituelles de la peau au cœur chez les humains, la fibrillation ventriculaire est un événement possible, quoique peu probable. (Panescu *et al.*, 2008). Les modèles informatiques prédisent un très faible niveau de risque global, mais si les sondes de l'AI s'accrochent à un endroit critique (situation appelée *déploiement des fléchettes le plus défavorable*), la probabilité de fibrillation ventriculaire pourrait atteindre un niveau suffisamment élevé pour expliquer une occasionnelle fibrillation ventriculaire (Leitgeb *et al.*, 2011).
- **Puissance de la charge :** En se fondant sur les normes en matière d'électro-stimulation et sur les données expérimentales existantes, des chercheurs ont déterminé que le courant d'un ampère délivré par une impulsion d'AI standard correspond à moins de la moitié du minimum requis pour une capture cardiaque. Les auteurs ont calculé que 0,4 % des individus pourraient subir une capture cardiaque (mais pas nécessairement une fibrillation ventriculaire) si les sondes de l'AI étaient disposées à l'endroit le plus sensible (à travers la poitrine) (Ideker et Dosdall, 2007). Au moyen d'un modèle informatique de l'humain, Holden *et al.* (2007) ont calculé la densité de courant de crête aux ventricules après une décharge à travers le cœur. Une densité de courant supérieure à 60 fois la valeur prédite par le modèle a été requise pour induire la capture cardiaque d'un cœur de cobaye isolé, et la densité requise pour induire une fibrillation ventriculaire était encore plus élevée (Holden *et al.*, 2007).

Cofacteurs externes — Mode de déploiement

Des chercheurs ont réalisé des études pour cerner l'accroissement du risque cardiaque associé à l'utilisation en mode à sondes et en mode paralysant (voir la description des modes de déploiement à la section 3.3). Le risque de fibrillation ventriculaire est extrêmement faible lorsque l'AI est utilisée en mode paralysant (NIJ, 2011). Premièrement, étant donné que les sondes d'une AI standard sont en retrait (c.-à-d., sous la surface de la cartouche), elles ne sont pas susceptibles de créer un contact électrique parfait avec le corps du sujet quand la cartouche est appliquée sur le sujet (Panescu *et al.*, 2009). Deuxièmement, les études fondées sur des modèles informatiques ont montré que lorsque les fléchettes de l'AI sont rapprochées, la plus grande partie du courant passe de l'une à l'autre près de la surface. À l'inverse, quand les fléchettes sont très éloignées l'une de l'autre (comme dans un déploiement en mode à sondes), le courant circule plus profondément dans les tissus, ce qui peut causer un accroissement de la densité du courant à l'emplacement du cœur (Sun et Webster, 2007). Dans des études sur des animaux, des décharges en mode paralysant d'une durée atteignant 80 secondes, appliquées sur un membre arrière (Valentino *et al.*, 2007a, 2008b) ou au-dessus du cœur (Valentino *et al.*, 2007b) n'ont induit aucun changement du rythme cardiaque.

Lorsque le mode paralysant et le mode à sondes sont utilisés simultanément, en mode de déploiement à trois points, les bornes de contact sont appliquées sur le sujet après le déclenchement des fléchettes. Le courant passe de l'une des sondes à l'un ou l'autre ou aux deux contacts paralysants qui sont pressés contre la peau. Certains ont exprimé des préoccupations au sujet de ce mode d'utilisation, lorsque deux bornes de contact sont appliquées dans le dos du sujet et qu'une sonde est logée dans sa poitrine (Panescu *et al.*, 2009). Un modèle informatique comparant les densités de courant dans les tissus à la suite d'un déploiement à trois points et d'un déploiement en mode à sondes indique que le mode de déploiement à trois points est aussi sécuritaire, ou plus sécuritaire que le déploiement en mode à sondes. Le modèle prédisait que la plus grande partie du courant passerait entre les deux contacts paralysants plutôt que de pénétrer profondément dans les tissus (Panescu *et al.*, 2009).

Cofacteurs internes — Drogues et alcool

La consommation de drogues est fréquemment observée chez les individus soumis aux décharges d'AI (NIJ, 2011). Quelques études sur des animaux et des humains ont été réalisées en vue d'examiner le rôle possible des drogues ou de l'alcool comme facteurs contribuant aux effets sur le cœur à la suite de l'exposition à une AI. Une étude sur un modèle porcin portait sur l'effet de la cocaïne sur l'induction de la fibrillation ventriculaire par les AI (Lakkireddy *et al.*, 2006).

Les auteurs sont arrivés à la conclusion que la drogue réduisait dans les faits la probabilité d'une fibrillation ventriculaire induite par l'AI, ce qui a de quoi intriguer étant donné que la cocaïne est connue pour ses propriétés pro-arythmiques. Un facteur limitatif de l'étude, toutefois, était l'absence de sujets témoins et la nécessité d'une manipulation complexe des animaux (NIJ, 2011). Dans une autre étude sur des animaux utilisant la méthamphétamine, l'exposition à une AI exacerbait l'irritabilité auriculaire et ventriculaire induite par l'intoxication à la méthamphétamine chez le mouton, mais seulement dans le cas des animaux de moindre taille, et non chez ceux de taille adulte. La fibrillation ventriculaire n'a été observée chez aucun des animaux (Dawes *et al.*, 2010a).

Pour des motifs d'ordre éthique, il s'agit là d'un domaine où il est difficile de faire des recherches chez les humains. Une étude qui portait sur les effets d'une exposition de 15 secondes à une AI chez des individus intoxiqués par l'alcool n'a révélé aucun effet cliniquement significatif sur les marqueurs de lésions cardiaques, mais il convient de souligner qu'il n'y avait pas de surveillance directe du cœur dans cette étude (Moscati *et al.*, 2010).

Si l'on se fonde sur l'analyse de ces études et d'études connexes réalisée par le comité d'experts, il n'est pas possible de tirer des conclusions définitives au sujet des interactions possibles entre les drogues et l'exposition à une AI en ce qui a trait à l'induction d'effets sur le cœur.

Cofacteurs internes — Cardiopathies préexistantes

Il n'existe pas de données probantes indiquant que la stimulation électrique par les AI contribue au développement de cardiopathies comme la coronaropathie (rétrécissement des vaisseaux qui alimentent le cœur en sang et en oxygène) ou la myocardiopathie (affaiblissement du muscle cardiaque) (Doddall et Ideker, 2009). Des études corrélatives ont cependant mis au jour une incidence élevée des maladies du cœur chez les sujets qui étaient morts après avoir été exposés à une AI (Strote et Hutson, 2006; Swerdlow *et al.*, 2009). Bien que les décès aient tous été rapprochés dans le temps d'un incident ayant comporté le recours à une AI, il n'a pas été établi que l'AI était la cause possible du décès dans la plupart des cas (Strote et Hutson, 2006). Par conséquent, il pourrait être juste de considérer les cardiopathies préexistantes comme des déclencheurs possibles du décès dans les incidents comportant le recours à la force en général, et non dans les incidents comportant le recours aux AI en particulier (les causes et les déclencheurs des morts subites inattendues et des morts subites en détention sont examinés plus en détail au chapitre 6).

Cofacteurs internes —

Dispositifs médicaux implantables

On sait que l'interférence électromagnétique influe sur le fonctionnement des dispositifs cardiaques implantables comme les stimulateurs et les défibrillateurs implantables (Vanga *et al.*, 2009a). En général, les stimulateurs servent à rétablir le rythme cardiaque quand il devient trop lent, tandis que les défibrillateurs implantables détectent les contractions rapides et délivrent un choc électrique pour redémarrer l'activité électrique du cœur (NIJ, 2011). Les interactions possibles entre les AI et les dispositifs cardiaques implantables ont été reconnues, mais l'observation se fondait sur quelques études de cas, et aucune de ces études ne faisait état d'effets nocifs sur la santé (Haegeli *et al.*, 2006; Calton *et al.*, 2007; Cao *et al.*, 2007).

Les études chez des animaux n'ont mis en évidence aucune preuve que les décharges standard de cinq secondes des AI ont des effets négatifs sur les stimulateurs et les défibrillateurs implantables (Vanga *et al.*, 2009b). Bien que les dispositifs cardiaques implantables puissent détecter l'activité électrique des AI, ils ne délivrent pas de choc anormal, ni ne changent le rythme cardiaque naturel à la suite d'une brève décharge (Lakkireddy *et al.*, 2007; Khaja *et al.*, 2011). Quand il détecte un rythme anormal, un défibrillateur implantable commence à charger ses condensateurs, puis reconferme la présence d'une arythmie avant de délivrer un choc. Des expositions prolongées d'une durée supérieure aux phases de charge et de redétection du défibrillateur implantable peuvent résulter en l'administration d'un choc (Calton *et al.*, 2007; Vanga *et al.*, 2009a). De même, des études fondées sur des modèles informatiques donnent à penser que même si les AI ne sont pas susceptibles de causer des changements ou des dommages irréversibles aux dispositifs cardiaques implantables, elles peuvent interférer de manière transitoire avec leur fonctionnement (Leitgeb *et al.*, 2012a, 2012b).

Cofacteurs internes — Type corporel

Les chercheurs n'ont pas mené d'études auprès des enfants, des personnes âgées ou des sujets de faible poids, mais ces groupes ont été identifiés comme des populations qui pourraient être plus susceptibles que les adultes de poids plus élevé de subir des effets nocifs à la suite de l'exposition à une AI (Panescu et Stratbucker, 2009; NIJ, 2011). À ce jour, la seule preuve que les sujets de moindre stature présentent une probabilité supérieure de fibrillation ventriculaire vient d'études sur des animaux, qui ont révélé qu'un poids corporel moindre, combiné à une distance réduite entre la sonde et le cœur (distance de la fléchette au cœur) est en corrélation avec une probabilité accrue de fibrillation ventriculaire (McDaniel *et al.*, 2005; Wu *et al.*, 2008; Sun *et al.*, 2010; Leitgeb *et al.*, 2011). Un seul cas de décès a été recensé, dans une étude de cas

sur un bébé de sept mois qui avait été exposé à une AI par un gardien. La faible taille du bébé et l'emplacement de la décharge d'AI (près du cœur) permettent de penser que la blessure causée par l'AI a été à l'origine du décès (Turner et Jumbelic, 2003). Bien qu'un poids corporel supérieur puisse protéger un sujet des effets électriques des AI, un individu qui a une surcharge pondérale ou qui est obèse pourra courir un risque accru de subir d'autres effets nocifs pendant un incident comportant le recours à la force, par exemple une compression des veines amenant le sang vers le cœur en position ventrale (Brodsky *et al.*, 2001; Ho *et al.*, 2011b).

5.3.4 Résumé de l'information probante

Lorsque considérés dans leur ensemble, les rapports de recherche montrent que la stimulation électrique du cœur par les AI est peu susceptible de perturber le rythme et la fréquence cardiaques. Cependant, même si le risque est faible, les études sur des animaux corroborent clairement l'idée selon laquelle il est vraisemblable du point de vue biologique qu'une AI induise une arythmie cardiaque fatale. Ces études indiquent que les caractéristiques d'un déploiement d'AI, soit par exemple l'endroit où les sondes se fixent sur le sujet, la profondeur à laquelle elles pénètrent et la durée de la décharge, influent sur la probabilité de fibrillation ventriculaire. Il existe une très faible probabilité

que, lors d'une décharge unique, l'une ou l'autre de ces variables présente la valeur précise requise pour causer une dysfonction cardiaque fatale. Cependant, un aspect supplémentaire qui entre en jeu dans les situations réelles d'utilisation d'une AI est la présence d'une multitude of cofacteurs (p. ex. la consommation de substances illicites et la présence de cardiopathies préexistantes) qui influent sur la probabilité d'effets nocifs sur la santé. Les études expérimentales sur des humains sont surtout réalisées auprès d'hommes en santé et en bonne forme physique, de sorte qu'elles ne permettent pas de tenir compte de ces cofacteurs. De surcroît, dans les études sur des humains faites en laboratoire, on a bien souvent recours à des décharges dans le dos ou à des méthodes d'exposition qui ne font pas intervenir la pénétration des sondes, ce qui rend ces études moins utiles pour examiner les effets sur le cœur. Les données de terrain les plus récentes, sous la forme de quelques études de cas, corroborent l'existence d'un lien temporel entre l'utilisation des AI et l'arythmie cardiaque fatale, mais l'existence d'un lien de causalité ne peut être confirmée ou infirmée pour l'instant. De nouvelles données épidémiologiques qui jetteraient la lumière sur le rôle des cofacteurs présents dans les situations de recours à la force aideraient à élucider les mécanismes possibles des perturbations cardiaques associées au déploiement des AI.

6

Rôle des armes à impulsions dans les morts subites en détention

- Causes et déclencheurs possibles de la mort subite inattendue
- Causes possibles des morts subites en détention
- Relations entre les armes à impulsions et la mort soudaine en détention
- Incidence des cofacteurs
- Résumé

6 Rôle des armes à impulsions dans les morts subites en détention

Principales constatations

- La mort subite en détention est un événement rare qui fait intervenir divers facteurs comportementaux, environnementaux et génétiques. Elle peut résulter d'interactions multiples entre plusieurs systèmes physiologiques, dont les systèmes cardiovasculaire, respiratoire et neuroendocrinien.
- Les morts subites en détention qui découlent d'un événement de recours à la force sont associées à des scénarios complexes où peuvent entrer en jeu l'agitation, la contrainte physique ou chimique, la désorientation, le stress ou l'effort physique, des cardiopathies préexistantes et la consommation de drogues ou d'alcool, autant de facteurs qui sont susceptibles de contribuer à un décès. De ce fait, il est difficile d'isoler la contribution d'un facteur en particulier.
- Les données probantes révèlent que les caractéristiques électriques des décharges d'AI peuvent contribuer à la mort subite en détention, mais il n'existe pas de preuve de l'existence d'un lien causal clair provenant d'études prospectives à grande échelle. Cependant, quelques rapports de coroner ont mentionné l'utilisation d'une AI comme cause principale de décès en l'absence d'autres facteurs quand il y avait eu exposition excessive. Compte tenu des limites propres à l'information probante, l'existence d'un lien de causalité clair ne peut être ni confirmée, ni exclue pour l'instant.
- Si un lien de causalité existe de fait, la probabilité qu'une AI soit la seule cause d'une mort subite en détention est faible. L'importance du rôle que le dispositif pourrait jouer dans un décès donné n'est pas claire, et elle est fonction des cofacteurs qui entrent en jeu.

La mort subite en détention (aussi appelée mort liée à une arrestation) s'entend de la « mort soudaine et inattendue d'un individu pendant sa détention par les forces de l'ordre ou le personnel de la sécurité publique » [traduction] (Stratton, 2009). La mort subite en détention peut se produire au lieu de l'arrestation, pendant le transport de l'individu ou à l'établissement de détention (Wetli, 2009). Ces décès sont habituellement associés à des scénarios complexes qui font intervenir l'agitation, la contrainte physique, la désorientation, le stress physique et psychologique, des problèmes de santé préexistants et/ou la consommation de drogues ou d'alcool. Bien souvent, ces scénarios donnent lieu à des conjectures quant à savoir si les agents des forces de l'ordre pourraient avoir précipité le décès en faisant usage

d'une force excessive lors de l'arrestation du sujet (Ho *et al.*, 2009c). Contrairement à la mort cardiaque soudaine et à la mort subite au sens large, la mort subite en détention a fait l'objet de peu de recherches (Stratton, 2009). En outre, même lorsqu'une autopsie est complétée, la cause du décès reste bien souvent incertaine. Les recherches semblent révéler l'existence de liens entre la mort subite en détention et les individus qui :

- se trouvent dans un état d'agitation psychiatrique aiguë, d'hyperactivité ou de paranoïa;
- se montrent exceptionnellement agressifs, forts ou insensibles à la douleur, ou qui parfois ont un comportement destructeur;
- ne réagissent pas de manière appropriée aux ordres ou à un raisonnement rationnel.

(Robison et Hunt, 2005)

D'autres facteurs peuvent également être présents, et la combinaison précise des caractéristiques peut varier en fonction de l'individu et des circonstances entourant ses rapports avec les forces de l'ordre. La figure 6.1 est une représentation des facteurs les plus couramment abordés dans le concernant les incidences des AI sur la santé et les relations complexes qui existent entre divers facteurs et la mort subite en détention.

Le présent chapitre débute par un résumé de l'information probante sur les causes et les déclencheurs de la mort subite inattendue en général. Il examine ensuite de plus près les morts subites en détention et le rôle possible des armes à impulsions (AI) dans ces décès. Le comité d'experts s'est de surcroît intéressé de près à deux cofacteurs clés qui sont bien souvent mentionnés en rapport avec les morts subites en détention et les AI, à savoir la maladie mentale et le syndrome du délire aigu.

6.1 CAUSES ET DÉCLENCHEURS POSSIBLES DE LA MORT SUBITE INATTENDUE

La mort subite inattendue s'entend de la mort qui survient rapidement après l'apparition de symptômes aigus (Stevenson *et al.*, 1993). Le terme *mort cardiaque soudaine* est employé quand « une personne meurt soudainement et de manière inattendue d'une cause présumée d'origine [principalement] cardiovasculaire » [traduction] (George, 2013). Chaque année, jusqu'à 40 000 Canadiens meurent d'un arrêt cardiaque soudain (Fondation des maladies du cœur, 2012). L'incidence annuelle de la mort cardiaque soudaine en Amérique du Nord et en Europe se situe entre 50 et 100 par 100 000 habitants (Fishman *et al.*, 2010). Bien qu'elle se présente souvent de manière inattendue chez des individus par ailleurs en santé, elle est habituellement

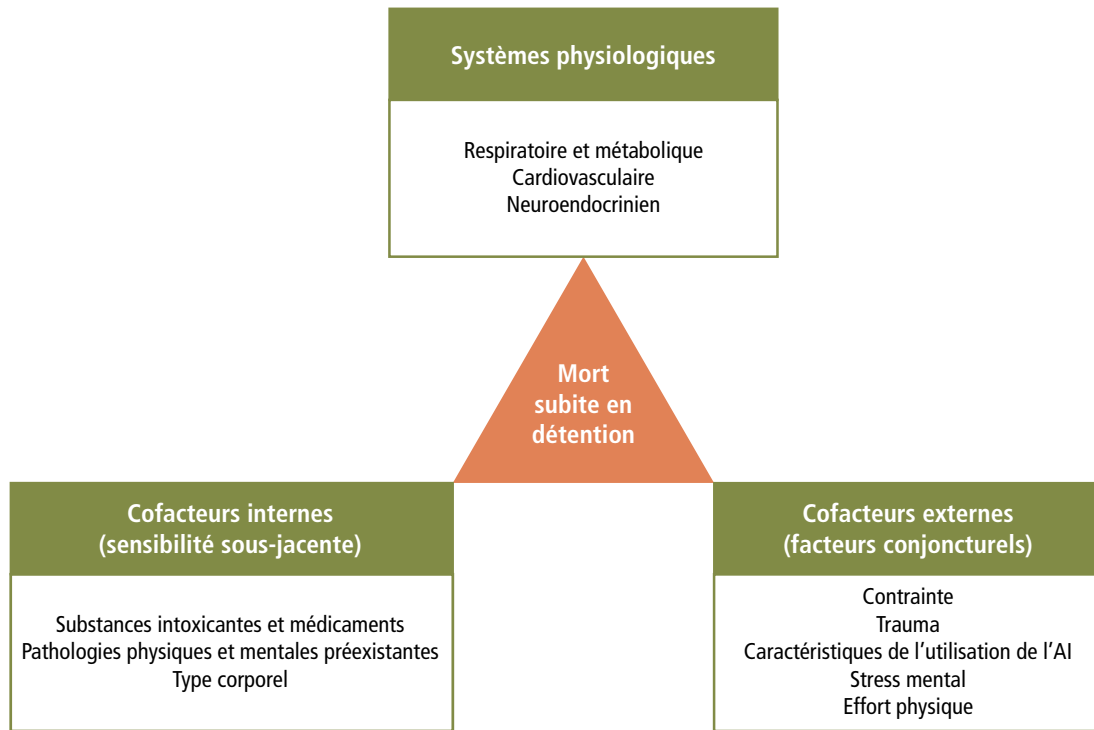


Figure 6.1

Facteurs potentiels associés à la mort subite en détention

La mort subite en détention s'entend d'un décès soudain et inattendu qui survient pendant la détention d'un individu par les forces de l'ordre ou le personnel de la sécurité publique. C'est un événement rare qui peut résulter d'interactions multiples entre plusieurs systèmes physiologiques, dont les systèmes cardiovasculaire, respiratoire et neuroendocrinien. Les morts subites en détention qui découlent d'un événement de recours à la force sont associées à des scénarios complexes où peuvent entrer en jeu divers facteurs comportementaux, environnementaux et génétiques, tous susceptibles de contribuer à un décès. Cette figure montre certains cofacteurs internes (intrinsèques à l'individu) et cofacteurs externes (inhérents aux situations où les AI sont déployées) qui sont mentionnés dans la littérature concernant les effets des AI sur la santé. D'autres facteurs peuvent intervenir. Les relations complexes qui existent entre tous ces facteurs font qu'il est difficile d'isoler la contribution d'un facteur en particulier dans un cas de mort subite en détention; un complément de recherche aidera à résoudre cette complexité.

associée à une anomalie structurelle du cœur ou de ses vaisseaux sanguins, anomalie qui conduit à une arythmie ventriculaire fatale. Chez les adultes de plus de 40 ans, la cause la plus fréquente de mort subite inattendue est la coronaropathie (Tan *et al.*, 2005). Les affections du muscle cardiaque (appelées cardiomyopathies), les malformations des valves cardiaques ou des canaux ioniques, et les autres maladies congénitales ou génétiques peuvent également être à l'origine de morts subites inattendues (Huikuri *et al.*, 2001). Comme la prévalence de la coronaropathie s'accroît avec l'âge, l'incidence de la mort cardiaque soudaine s'accroît elle aussi (Zipes et Wellens, 1998). Chez les sujets âgés, la mort cardiaque soudaine peut être moins soudaine que le terme le laisse entendre, car elle frappe fréquemment des personnes ayant des antécédents de cardiopathie documentée, cela au moins deux heures après l'apparition de symptômes (Muller *et al.*, 2006).

Chez les personnes de moins de 40 ans, bien que la majorité des morts inattendues soient également d'origine cardiaque, d'autres causes telles que les maladies respiratoires (p. ex. l'asthme) et neurologiques (p. ex. l'épilepsie) peuvent aussi fréquemment entrer en jeu (Vaartjes *et al.*, 2009). Au nombre des autres troubles qui sont associés à la mort subite inattendue figurent l'hémorragie cérébrale ou d'un autre organe interne, les caillots sanguins dans les principales artères qui alimentent le cerveau, le cœur ou les poumons et les effets secondaires ou effets de surdose de médicaments ou de drogues (Stratton, 2009). Par comparaison avec les adultes (âgés de 19 ou plus), la mort cardiaque soudaine chez les enfants et les adolescents (âgés de 2 à 18 ans), quoique rare, est plus susceptible de se produire pendant un effort physique modéré à vigoureux (Pilmer *et al.*, 2013). Cette constatation peut présenter de la pertinence dans le cas des adolescents impliqués dans une situation de recours à la force

physiquement exigeante, lors de démêlés avec les forces de l'ordre. Bon nombre de cas de mort subite inattendue chez les jeunes restent cependant inexpliqués parce que les antécédents médicaux et les résultats d'autopsie sont inconnus ou qu'ils ne fournissent pas de cause probable (Tan *et al.*, 2005).

Même dans les cas où la cause sous-jacente du décès a été déterminée (p. ex. une coronaropathie préexistante), il est important de cerner l'événement qui a précipité ou déclenché l'apparition de la cause chez un individu autrement en bonne santé (Rubart et Zipes, 2005). Les chercheurs doivent démêler les interactions complexes entre les divers facteurs environnementaux, comportementaux, fonctionnels, structurels et génétiques qui influent à la fois sur la prédisposition à la mort cardiaque soudaine et sur le déclenchement de celle-ci (Rubart et Zipes, 2005). La réduction du flux sanguin au cœur est considérée comme le facteur déclencheur le plus fréquent des arythmies fatales. Parmi les autres déclencheurs figurent les altérations du métabolisme ou des neurotransmetteurs et les effets des médicaments, des drogues ou des toxines (Huikuri *et al.*, 2001). Les causes de la mort cardiaque soudaine, cependant, sont déterminées après le fait, lors de l'autopsie, et les facteurs qui peuvent permettre de prédire un risque accru de mort cardiaque soudaine sont dans une large mesure inconnus.

Le flux d'ions (p. ex. de calcium, de sodium, de potassium et d'hydrogène) à travers les membranes des cellules du muscle cardiaque est responsable en bout de ligne de l'activation électrique du cœur. Par conséquent, un bon équilibre ionique est essentiel à la contraction et au relâchement coordonnés du muscle cardiaque (Rubart et Zipes, 2005). Comme il a été montré au chapitre 5, le système cardiovasculaire est étroitement lié aux autres systèmes physiologiques, tels les systèmes respiratoire et neuroendocrinien. Une perturbation de l'un ou l'autre de ces systèmes peut déclencher un déséquilibre ionique et, finalement, une arythmie fatale. Par exemple, un effort physique excessif et une température élevée, qui peuvent être observés pendant une lutte prolongée, sont tous deux susceptibles d'accroître la production de dioxyde de carbone et de favoriser le développement d'une acidose respiratoire. L'acidose augmente l'incidence de l'arythmie cardiaque par divers mécanismes comme les fluctuations ioniques et l'élévation de la sécrétion de catécholamines (p. ex. l'adrénaline) (Epstein et Singh, 2001). Un stress physiologique (causé par l'exercice, l'émotion, l'excitation, etc.) peut également activer le système neuroendocrinien et entraîner la sécrétion de catécholamines par les neurones qui innervent le cœur (Volders, 2010). Bien que ces mécanismes ne soient pas parfaitement compris, on sait que les hormones de stress peuvent affecter la fonction cardiaque en perturbant le flux ionique et en induisant une ischémie myocardique. L'ischémie peut perturber encore davantage l'équilibre

ionique et accroître la probabilité de mort cardiaque soudaine (Rubart et Zipes, 2005). L'ensemble de ces facteurs, combiné à une prédisposition génétique et à des états comme l'obésité, la coronaropathie et le diabète, augmente la possibilité d'une mort cardiaque soudaine dans une situation comportant un stress physique ou émotionnel.

Des changements dans l'un ou l'autre des systèmes neuroendocrinien, respiratoire et cardiovasculaire sont susceptibles, individuellement ou en combinaison, d'agir comme des mécanismes menant à une mort subite inattendue. Dans les enquêtes sur les décès associés au recours à la force, quand il faut prendre en considération l'ensemble des cofacteurs comme l'état de santé de l'individu, la présence de drogues ou d'alcool, l'occurrence d'une lutte prolongée et le recours à la contrainte, il devient extrêmement difficile de déterminer la contribution de chaque élément individuel qui est entré en jeu dans la mort subite inattendue. Au bout du compte, la détermination exacte des effets d'une décharge d'AI dans le jeu complexe des changements physiologiques représente un défi de taille.

6.2 CAUSES POSSIBLES DES MORTS SUBITES EN DÉTENTION

Une des plus importantes difficultés qui empêchent de mieux comprendre les morts subites en détention au Canada est le manque d'information exacte, uniforme et publiquement accessible, ainsi que l'absence de base de données centrale (voir la section 2.3) permettant un suivi du phénomène. Deux grands facteurs viennent compliquer encore davantage la tâche de tirer des conclusions au sujet du rôle de tout élément en particulier dans les morts subites en détention :

- **Faible incidence :** La faible incidence des morts subites en détention dans le contexte réel du recours à la force par la police (Hall *et al.*, 2012) fait qu'il est difficile de mettre sur pied des études prospectives pour examiner les causes possibles.
- **Complexité des situations de recours à la force :** La complexité et le caractère unique de chaque situation comportant le recours à la force rendent bien souvent impossible la collecte d'une quantité suffisante de données utiles sur les scénarios d'arrestation pour permettre d'étudier de manière uniforme un facteur en particulier (NIJ, 2003). Par exemple, l'évaluation du rôle d'une cardiopathie préexistante dans les morts subites en détention nécessiterait, idéalement, une comparaison entre deux groupes qui présenteraient des facteurs de risque et circonstances d'arrestation similaires (p. ex. l'intoxication par l'alcool, l'obésité et une forte agitation chez des individus subissant une exposition de cinq secondes à une AI) et se distingueraient uniquement par la présence ou l'absence d'une anomalie cardiaque.

Bien qu'il existe beaucoup de données probantes sur les causes et les déclencheurs des morts subites inattendues en général, la réalisation d'études à grande échelle s'impose pour élucider les causes et les déclencheurs des morts subites en détention. Parmi les données probantes limitées qui sont disponibles, certains résultats de recherche mettent en lumière la contribution possible de divers problèmes de santé, circonstances et méthodes de contrainte. Ces facteurs, qui sont examinés dans la présente section, doivent être pris en compte pour qu'il soit possible de comprendre le rôle possible des AI dans les scénarios complexes de mort subite en détention. Ces causes et déclencheurs possibles ne sont cependant pas les seuls à entrer en jeu. Des maladies de cause naturelle et des blessures subies dans les situations comportant le recours à la force peuvent également jouer un rôle. Chaque cas de mort subite en détention est probablement la résultante de plusieurs de ces facteurs agissant ensemble. Les facteurs pertinents, et l'importance de leur rôle, diffèrent vraisemblablement d'un individu à l'autre et d'une situation de recours à la force à l'autre.

6.2.1 Contrainte chimique

Les agents d'exécution de la loi utilisent l'aérosol à base d'oléorésine capsicum (OC) (c.-à-d., le poivre de Cayenne) pour faciliter la maîtrise d'un sujet par le biais de l'irritation de la peau, des yeux ou, si le gaz est inhalé, des muqueuses des voies respiratoires. Les symptômes respiratoires peuvent inclure une sensation de brûlure dans la gorge, la toux et la sibillance (respiration sifflante) (Smith et Greaves, 2002). Plusieurs morts subites en détention se sont produites à la suite de l'utilisation d'aérosol d'OC. Un examen de 63 de ces cas réalisé par le National Institute of Justice des États-Unis (2003) a permis de conclure que même si l'aérosol d'OC n'avait constitué la seule cause de décès dans aucun cas particulier, il a pu aggraver des maladies des voies respiratoires qui ont mené à la mort. Plusieurs cas de détresse respiratoire aiguë requérant une intubation chez des enfants qui ont été exposés accidentellement au poivre de Cayenne ont de plus été observés (Winograd, 1977; Billmire *et al.*, 1996). Cependant, les études contrôlées en laboratoire n'ont pas permis de conclure que l'aérosol d'OC joue un rôle dans la perturbation de la fonction respiratoire chez les adultes en santé (Chan *et al.*, 2002). Bien que les données probantes soient limitées, parce qu'il peut se présenter des situations de recours à la force où on utilise à la fois l'aérosol d'OC et une AI, et parce que les deux méthodes de contrainte sont susceptibles d'influer sur les mêmes systèmes physiologiques, il peut être compliqué de départager les effets individuels de chacune de ces méthodes.

6.2.2 Contrainte physique

La contrainte physique des sujets, et tout particulièrement le fait de les placer en position ventrale (c.-à-d. face contre terre) ou le recours à des formes particulières de contrôle du cou ou de compression, peut jouer un rôle dans les morts subites en détention (Robison et Hunt, 2005; Hall *et al.*, 2012). Dans ces situations, la cause du décès est présumée être l'asphyxie positionnelle, associée à une position du corps qui ne permet pas de respirer adéquatement. L'obstruction des voies respiratoires peut également se produire lorsqu'un individu est inconscient et qu'il ne peut placer sa tête ou son cou pour faciliter le passage de l'air (Stratton, 2009). La littérature sur les issues de la mise en position ventrale ont généralement porté surtout sur des études d'autopsies de petits groupes d'individus qui sont morts soudainement pendant une détention policière. Les chercheurs doivent étudier les différentes formes de contrainte associées aux issues fatales et non fatales, cependant, de manière à déterminer les effets de la position dans les morts subites en détention, et il n'est pas possible de comprendre le phénomène en se livrant à des examens rétrospectifs des seuls cas où il y a eu décès du sujet (Hall *et al.*, 2012).

Des changements statistiquement significatifs des paramètres respiratoires ont été mesurés dans des études expérimentales où des individus passaient de la position assise à la position dorsale (c.-à-d. face tournée vers le haut), à la position ventrale ou à la position pieds et poings liés, mais aucun résultat clinique inquiétant n'a été observé (Chan *et al.*, 1998), même chez les sujets soumis à de fortes pressions, sous des poids atteignant 100 kilogrammes (Chan *et al.*, 2004; Michalewicz *et al.*, 2007). Comme les agents d'exécution de la loi utilisent fréquemment les AI pour neutraliser temporairement un sujet en vue de l'immobiliser, la contrainte et l'exposition à une AI se produisent bien souvent en même temps, ce qui rend plus complexe la détermination du rôle que peut jouer l'une ou l'autre de ces interventions pour ce qui est de contribuer au décès ou d'en accroître le risque.

6.2.3 Cardiopathie préexistante

Comme dans le cas des morts subites inattendues en général, les cardiopathies constituent la principale cause sous-jacente présumée dans les morts subites en détention d'individus âgés ou d'âge moyen, bien que plusieurs autres maladies ou états d'origine naturelle, comme l'épilepsie et l'hémorragie intracrânienne, puissent aussi entrer en jeu (Wetli, 2009). Des anomalies cardiaques sont bien souvent observées dans les autopsies de personnes mortes subitement en détention. Dans plusieurs études, environ la moitié des sujets considérés comme des victimes de mort subite en détention présentaient des anomalies cardiaques telles qu'une fibrose et/ou une hypertrophie du cœur (Stratton *et al.*,

2001; Strote et Hutson, 2006; Swerdlow *et al.*, 2009). Ces états peuvent être causés par un trouble sous-jacent tel qu'une coronaropathie (rétrécissement des vaisseaux qui alimentent le cœur en sang et en oxygène) ou une cardiomyopathie (affaiblissement du muscle cardiaque) (Zipes et Wellens, 1998). La coronaropathie et la cardiomyopathie sont également des anomalies courantes de la structure ou de la fonction cardiaque qui peuvent finalement mener à une mort cardiaque soudaine (Zipes et Wellens, 1998; Dossall et Ideker, 2009). Par ailleurs, une fibrillation ventriculaire peut se produire après l'emploi de stimulants comme la cocaïne, l'alcool et les méthamphétamines (Stratton, 2009). Plusieurs de ces facteurs, quand ils entrent en jeu en parallèle avec d'autres aspects d'une situation de recours à la force comme le stress ou l'exposition à une AI, pourraient accroître le risque de mort subite en détention.

6.2.4 Drogues et alcool

La consommation de drogues illicites, et particulièrement de stimulants comme la cocaïne et les amphétamines, présente une association étroite avec les morts subites en détention (Stratton, 2009), et elle est fréquemment observée chez les individus qui sont exposés aux décharges d'AI (NIJ, 2011). La littérature sur le sujet, qu'il s'agisse d'études à petite ou à grande échelle (allant de moins de 20 cas à plus de 150 cas) s'accorde sur le fait que 60 à 80 % des morts subites en détention font intervenir la présence de drogues et/ou d'alcool. Dans environ 80 % de ces cas, voire davantage, il s'agit de stimulants (Stratton *et al.*, 2001; Strote et Hutson, 2006; Southall *et al.*, 2008; Ho *et al.*, 2009c). Des preuves d'utilisation chronique de drogues sont aussi souvent observées (White *et al.*, 2013).

Bon nombre d'études ont mis au jour une association entre les effets cardiovasculaires nocifs et l'abus de drogues illicites. Les médecins légistes signalent souvent la cocaïne comme cause des décès liés à la drogue (SAMHSA, 2012). La cocaïne restreint le flux sanguin vers le cœur en rétrécissant les artères coronaires et peut induire ou exacerber une arythmie cardiaque (Lange et Hillis, 2001). Du fait de sa toxicité, la cocaïne peut également réduire la capacité de contraction du muscle cardiaque (Morcos *et al.*, 1993) et causer des spasmes de l'artère coronaire (Stephens *et al.*, 2004). Les amphétamines comme la MDMA (connue sous le nom d'ecstasy) ont des effets similaires à ceux de la cocaïne. À la suite de la consommation d'amphétamines, une activité catécholaminergique excessive, la vasoconstriction, une pression sanguine élevée et des spasmes des artères dans

le cerveau peuvent entraîner une hémorragie cérébrale, notamment en présence d'anomalies vasculaires préexistantes (Pilgrim *et al.*, 2009).

L'action combinée des drogues vient s'ajouter à leurs effets individuels, ce qui peut déclencher une mort subite inattendue. Par exemple, les amphétamines et la cocaïne, en interaction avec les antidépresseurs, peuvent déclencher un syndrome sérotoninergique, « état potentiellement mortel causé par une activité sérotoninergique excessive dans le système nerveux central » [traduction] (Malik et Kumar, 2012). L'alcool peut également influencer sur la biotransformation de la cocaïne, le risque de décès étant plus élevé avec une combinaison d'alcool et de cocaïne qu'avec la cocaïne seule (Harris *et al.*, 2003). De plus, les drogues peuvent modifier le comportement et amener un individu à continuer de résister aux forces de l'ordre et déployer ainsi un effort physique extrême qui pourra jouer un rôle essentiel dans un incident de mort subite en détention (White et Ready, 2009). Qui plus est, les individus sous l'emprise des drogues peuvent être moins susceptibles d'obtempérer après l'exposition à une AI en raison d'une réduction de la capacité de ressentir la douleur, situation qui peut déboucher sur l'administration de décharges prolongées ou multiples (NIJ, 2011).

Le sevrage des drogues et l'alcool peut aussi accroître le risque de complications médicales graves et de décès. Le syndrome de sevrage de l'alcool se manifeste premièrement par des symptômes comme la nervosité et l'élévation du rythme cardiaque et peut évoluer vers un stade caractérisé par des anomalies cardiovasculaires, respiratoires et métaboliques, une agitation continue et le délire (Carlson *et al.*, 2012). Le risque de mortalité associé à ce syndrome a diminué au cours des dernières décennies, mais un risque important subsiste, particulièrement lorsque sont présents d'autres problèmes de santé comme une affection du foie (Carlson *et al.*, 2012). Il existe des raisons de penser que le syndrome de sevrage de l'alcool pourrait constituer un facteur contributif quand un individu agité et désorienté meurt en détention.

Les médicaments peuvent également jouer un rôle dans les cas de mort subite inattendue et de mort subite en détention, en raison de leur capacité d'altérer les propriétés électriques du cœur. Des médicaments comme les anti-arythmiques, les antipsychotiques et les anti-infectieux peuvent perturber la phase de repolarisation dans le cycle cardiaque, entraînant un allongement de l'intervalle QT (voir la figure 3.1), lequel peut finalement accroître la vulnérabilité à la fibrillation ventriculaire (van Noord *et al.*, 2010).

6.2.5 Effort physique et stress physique et psychologique intenses

Dans les rencontres avec les forces de l'ordre qui aboutissent à une mort subite en détention, on constate bien souvent que les suspects ont refusé d'obtempérer, se sont montrés hautement agités et agressifs physiquement, et qu'ils agissaient parfois bizarrement, par exemple sous l'emprise du délire ou de la paranoïa (Ho *et al.*, 2009c; Vilke *et al.*, 2009a). Leur comportement indique qu'ils se trouvaient dans des états de stress aigu ou extrême dépassant les états de détresse habituellement observés par les agents de police (Robison et Hunt, 2005). Ce comportement peut être à l'origine d'un effort physique intense, et le stress psychologique et physique subi dans un tel contexte peut vraisemblablement jouer un rôle important dans l'équation de la mort subite inattendue. Comme il a été indiqué à la section 5.1, le stress peut entraîner la sécrétion de catécholamines (p. ex. l'adrénaline). Ces hormones peuvent influencer sur la fonction cardiaque en réduisant le flux sanguin vers le cœur, et une baisse soudaine du flux sanguin en deçà de ce qui est requis à ce moment peut perturber l'équilibre ionique essentiel à une contraction adéquate du cœur (Rubart et Zipes, 2005).

Des chercheurs ont mis en évidence le lien qui existe entre le stress et l'arrêt cardiaque, mais le risque est relativement faible chez les personnes à la fonction cardiaque normale qui sont exemptes de coronaropathie (Chugh *et al.*, 2000). Des niveaux élevés de catécholamines peuvent toutefois déclencher un syndrome susceptible de causer la mort. Appelé cardiomyopathie de stress, ce syndrome est caractérisé par des contractions anormales du ventricule gauche du cœur, et il trouve habituellement son origine dans un état de stress physique ou émotionnel aigu observé chez des patients sans coronaropathie préexistante (Steptoe et Kivimaki, 2012). Certains chercheurs pensent que la cardiomyopathie de stress pourrait expliquer la mort subite en détention de jeunes hommes qui présentaient un comportement bizarre ou violent et venaient de déployer un effort physique (Otahbachi *et al.*, 2010), mais cette hypothèse reste à vérifier de manière adéquate.

Un autre mécanisme qui pourrait entrer en jeu dans les morts subites en détention faisant intervenir un effort physique excessif est l'acidose métabolique, susceptible d'affaiblir la fonction myocardique et d'entraîner des arythmies et un collapsus cardiovasculaire (Ho *et al.*, 2010). Le fait de lutter contre le matériel de contrainte utilisé par les forces de l'ordre peut entraîner une accumulation de lactate et, par la suite, une acidose. Bien que l'effort physique, même chez les athlètes, ne mène habituellement pas à une acidose fatale, plusieurs autres facteurs peuvent entrer en jeu dans une situation de recours à la force. Les stimulants comme la

cocaïne peuvent aggraver l'acidose et altérer la sensation de douleur, ce qui peut déboucher sur le déploiement d'efforts largement supérieurs aux limites physiologiques normales (Hick *et al.*, 1999). Durant une acidose métabolique, le corps tente de compenser par une accélération de la respiration, qui réduit l'acidose en expulsant le dioxyde de carbone des poumons (Swenson, 2001). Certaines positions de contrainte, cependant, peuvent empêcher cette compensation en nuisant à la respiration (Hick *et al.*, 1999). Bon nombre de ces situations peuvent comporter également le recours à des armes moins mortelles comme les AI ou l'oléorésine de capsicum (Ho *et al.*, 2009c). Les effets combinés du stress émotionnel, de l'agitation extrême, de l'effort physique, de l'intoxication par les drogues et de l'utilisation d'armes moins mortelles peuvent résulter en un problème cardiaque fatal.

6.3 RELATIONS ENTRE LES ARMES À IMPULSIONS ET LA MORT SOUDAINE EN DÉTENTION

Étant donné que les AI sont utilisées au moment d'arrêter, de neutraliser ou de contraindre physiquement des individus qui opposent de la résistance ou se montrent agités ou violents, il faut en tenir compte comme des facteurs possibles dans l'étiologie complexe des morts subites en détention. Aucune étude n'a démontré que les AI, lorsqu'utilisées de la manière recommandée, produisent des effets électriques pouvant constituer la cause première d'un décès en l'absence d'autres facteurs contributifs. Il n'existe pas de ligne directrice universelle concernant le bon usage des AI, pas plus qu'il n'y a de définition d'une exposition prolongée (NIJ, 2011), mais dans les quelques cas où il a été établi qu'une AI avait été la cause principale d'un décès, il y a eu exposition excessive (Fox et Payne-James, 2012; White *et al.*, 2013) (voir les détails plus loin). Des décès attribuables à des traumatismes secondaires induits par une AI, par exemple des blessures fatales à la tête à la suite de chutes causées par une décharge d'AI ou des brûlures fatales subies dans des incendies déclenchés par une AI, ont été documentés dans de rares cas (Fox et Payne-James, 2012). Bien que les AI soient rarement désignées comme la cause première d'un décès en l'absence d'autres facteurs, des coroners ont parfois mentionné l'utilisation d'une AI comme facteur contributif ou cause principale du décès dans un contexte où plusieurs facteurs contributifs entraient en jeu. La mesure dans laquelle l'utilisation d'une AI contribue au décès dans les cas de ce type reste inconnue.

Un examen récent n'a pas fait ressortir de cas où la mort subite en détention était due « directement ou principalement aux effets électriques de l'utilisation d'une AI » [traduction] (NIJ, 2011), mais le moment de survenue du décès dans certains cas anecdotiques où il n'y avait pas d'autres facteurs

de risque connus donne à penser que l'exposition à une AI pourrait avoir été la cause du décès (NIJ, 2011). Par exemple, l'une des seules études conçues pour examiner la possibilité que la mort subite en détention soit causée par la perturbation immédiate du rythme cardiaque attribuable à une AI portait sur une population de 56 sujets qui s'étaient effondrés (et étaient morts par la suite) dans les 15 minutes suivant l'exposition à une AI. Les auteurs ont conclu que l'un des décès analysés dans l'étude correspondait au profil d'une fibrillation ventriculaire induite électriquement, car le rythme caractéristique de la fibrillation avait été enregistré avec succès sur ECG, le courant avait circulé à travers le cœur, le sujet s'était effondré immédiatement et il n'y avait pas de preuve d'utilisation de drogues ou de présence d'une cardiopathie (Swerdlow *et al.*, 2009). Il est donc possible que l'exposition à une AI ait été la cause du décès de ce sujet, mais cette possibilité n'a pu être ni confirmée, ni exclue.

Les médecins légistes ont donné l'exposition à une AI comme cause première de décès dans 2 cas sur 213 de mort subite en détention examinés par White *et al.* (2013). L'intoxication à la méthamphétamine était un facteur contributif dans un cas, tandis que dans l'autre cas, aucun facteur contributif n'était mentionné, mais l'individu avait été exposé lors de l'incident à une AI pendant plus de quatre minutes (White *et al.*, 2013). À la date de parution du présent rapport, une enquête de coroner était en cours en Ontario, au Canada, concernant un cas de décès d'un suspect qui a été exposé à une AI, dans lequel un pathologiste a attribué le décès à une arythmie cardiaque principalement causée par l'AI. Malgré cette affirmation du pathologiste, le jury du coroner qui a supervisé l'enquête a conclu que la cause du décès était une arythmie cardiaque causée par le syndrome du délire aigu et la schizophrénie, et que le déploiement de l'AI, une hypertrophie cardiaque et une vulnérabilité génétique avaient constitué des facteurs contributifs (BCC, 2013). Les résultats de l'enquête pourraient apporter des éclaircissements sur la possibilité que l'exposition à une AI entre en jeu comme cause première de décès. Dans une étude analysant les caractéristiques de 26 décès survenus au Canada ultérieurement au déploiement d'une AI, les chercheurs ont observé que certaines caractéristiques étaient fréquemment présentes dans les cas de décès ultérieurs à l'exposition à une AI, y compris des antécédents de toxicomanie, la pauvreté et le fait d'être de sexe masculin (Oriola, 2012).

Dans la plupart des autres études sur les morts subites en détention, l'exposition à une AI est mentionnée comme facteur contributif (mais non comme cause principale) dans une faible proportion de cas (environ 10 %) (Strote et Hutson, 2006) ou dans aucun cas (Southall *et al.*, 2008). Deux des causes de décès plus fréquentes semblent être

l'usage de drogues illicites et les cardiopathies préexistantes, mais dans bon nombre de cas, la manière dont le décès s'est produit reste indéterminée (Strote et Hutson, 2006; Southall *et al.*, 2008; White *et al.*, 2013). Une lutte vigoureuse et prolongée est souvent associée aux morts subites en détention, mais rarement mentionnée comme une cause du décès (Stratton *et al.*, 2001; White et Ready, 2009; White *et al.*, 2013).

Malgré les défis manifestes que présente la détermination des causes de décès, certains chercheurs ont essayé d'utiliser des techniques statistiques avancées pour cerner les liens de causalité. Une étude, par exemple, faisait appel à une version modifiée de l'algorithme de Naranjo, élaboré à l'origine pour évaluer les effets indésirables possibles des médicaments. Après adaptation de cet algorithme en vue de la détermination de la cause de mortalité dans 175 décès associés à une AI survenus en Amérique du Nord et ailleurs dans le monde, il a été établi que les AI étaient la cause probable ou certaine du décès dans 21 des cas (12 %) (Fox et Payne-James, 2012). Cependant, l'exposition à une AI était mentionnée comme cause officielle du décès (par arrêt cardiaque) dans seulement un de ces 21 cas, qui avait fait intervenir des expositions multiples et prolongées (neuf décharges en 14 minutes). Dans les autres cas, les AI avaient joué un rôle indirect (p. ex. en causant une chute ayant entraîné une blessure fatale à la tête, en influant sur des cardiopathies préexistantes ou en enflammant les vêtements du sujet).

Dans une situation de recours à la force, de nombreux facteurs liés au sujet ou à la situation peuvent contribuer à accroître le risque de décès (Hall *et al.*, 2012). Ces facteurs mènent au dysfonctionnement de divers systèmes physiologiques, qui agissent vraisemblablement de concert pour produire au bout du compte une issue fatale. L'ajout des AI dans un tel contexte rend encore plus délicate la détermination des causes de décès. Par exemple, on ne sait pas si l'envoi d'une décharge d'AI à un individu qui résiste à l'arrestation ajoute aux niveaux de stress déjà élevés que subit cet individu, ou si la combinaison des facteurs de stress élève suffisamment les niveaux de catécholamines pour accroître le risque d'un incident cardiovasculaire ou cérébrovasculaire dangereux. À l'inverse, les AI peuvent également agir comme des facteurs de protection en mettant fin à des situations qui pourraient autrement aboutir à une mort subite en détention (Ho *et al.*, 2007b), bien qu'il n'existe pas de données probantes pour corroborer cette hypothèse. Un complément de recherche s'impose, mais les études les plus récentes montrent que dans le contexte complexe des rencontres avec les forces de l'ordre, les AI pourraient constituer des facteurs contributifs des morts subites en détention. Quelques rapports de coroner ont mentionné l'utilisation d'une AI comme cause principale

Encadré 6.1**Les armes à impulsions et le risque de mort fœtale**

La plupart des études publiées sur des cas de mort fœtale à la suite de chocs électriques faisaient mention de l'exposition à des quantités d'électricité supérieures à ce que délivrent les AI, mais les facteurs de risque de blessure fœtale à la suite d'une électrocution incluent l'intensité du courant, le chemin parcouru par le courant, la durée d'exposition du corps au courant, le poids corporel et la question de savoir si la mère se trouvait près de l'eau au moment de l'exposition. Les courants de haute tension, et ceux qui circulent d'une main à un pied en passant par l'utérus, sont associés à un risque accru de mort fœtale (Goldman *et al.*, 2003). Dans une des seules études prospectives sur des femmes qui avaient subi un choc électrique pendant la grossesse, la plupart des sujets avaient reçu un choc de 110 volts ou 220 volts pendant l'utilisation d'un appareil électroménager. Sur les 31 femmes enceintes, 28 ont donné naissance à des bébés en santé. Un avortement spontané pourrait avoir été associé à la blessure causée par le choc électrique. Cependant, l'étude concluait que les chocs électriques de faible tension ne présentent pas de risque majeur pour le fœtus (Einarson *et al.*, 1997).

Dans son examen de la littérature, le comité d'experts a relevé une étude de cas sur une femme enceinte qui a été exposée à une AI, le courant ayant circulé à travers l'utérus. Elle a commencé à avoir des pertes sanguines le lendemain, et elle a reçu des soins médicaux après sept jours. On a alors diagnostiqué un avortement spontané incomplet. L'étude de cas concluait qu'en fonction des points de contact des sondes de l'AI, le fœtus pourrait avoir été vulnérable parce que l'utérus et le liquide amniotique sont d'excellents conducteurs du courant électrique (Mehl, 1992). Des points de contact qui facilitent le passage du courant à travers de l'utérus pourraient par conséquent accroître le risque d'issues défavorables. Étant donné qu'aucune étude n'a été réalisée sur la question à ce jour, le niveau de risque reste inconnu.

de décès en l'absence d'autres facteurs quand il y avait eu exposition excessive. Aucune preuve de l'existence d'un lien de causalité n'a été mise au jour, mais sur la base d'études prospectives à grande échelle, et compte tenu des limites propres à l'information probante, l'existence d'un tel lien ne peut être ni confirmée, ni exclue. L'importance de la contribution d'une AI peut varier d'un cas à l'autre et être fonction d'autres facteurs contributifs.

6.4 INCIDENCE DES COFACTEURS

Les deux cofacteurs les plus souvent examinés dans la littérature sur le rôle des AI dans les morts subites en détention sont la maladie mentale et le syndrome du délire aigu (qui est un état d'hyperexcitation).

6.4.1 Maladie mentale

Les données publiées à propos des effets des AI sur les sujets atteints de maladie mentale sont semble-t-il surtout des données sur l'usage, qui donnent à entendre que les personnes atteintes de maladie mentale sont plus susceptibles de recevoir une décharge d'AI quand elles sont appréhendées par des agents de police que les personnes non touchées par la maladie mentale. Cela étant dit, près de 20 % des Canadiens connaîtront un épisode de maladie mentale dans leur vie, et il existe de nombreux types de maladie mentale (GC, 2006). La proportion de personnes qui ont une maladie mentale et qui entrent dans les faits en contact avec des agents de police et des AI est très faible. Les individus ayant certains types de maladie mentale (p. ex. une psychose aiguë) pourront subir une décharge d'AI quand les états comportementaux, émotionnels ou cognitifs propres à leur maladie se manifestent et éveillent l'attention des forces de l'ordre.

Selon certaines études, la probabilité qu'une AI soit déchargée est 2,7 fois plus élevée dans les situations d'urgence en santé mentale que lors d'arrestations criminelles (O'Brien *et al.*, 2011). Certains rapports ont mis l'accent sur les effets bénéfiques du recours aux AI auprès de cette population, laissant entendre que les AI pourraient empêcher efficacement le recours à une force mortelle ou aider à prévenir l'automutilation (Ho *et al.*, 2007b). D'autres ont donné à entendre que les gens atteints de maladie mentale seront touchés de manière disproportionnée par les AI, étant donné que les policiers peuvent considérer que cette population est dangereuse, et de ce fait être plus susceptibles de recourir préventivement à une AI dans les situations où des personnes atteintes de maladie mentale sont concernées (O'Brien *et al.*, 2011).

Selon une étude, la probabilité de décès à la suite de l'exposition à une AI était près de deux fois plus élevée quand le sujet était émotionnellement perturbé ou atteint de maladie mentale (White et Ready, 2009). Les résultats de l'étude ont toutefois été mis en doute parce qu'elle comparait des comptes rendus des médias sur des incidents fatals et non fatals ayant comporté l'utilisation d'AI et qu'elle n'établissait pas de distinction entre la perturbation émotionnelle transitoire et la maladie mentale sous-jacente. Bien qu'il ait été prouvé que les individus atteints de troubles mentaux

courent un risque supérieur de subir une décharge d'AI dans une situation de recours à la force, la grande majorité des individus qui ont une maladie mentale ne connaissent pas de graves perturbations comportementales qui résulteront en des contacts avec des premiers intervenants et en de possibles décharges d'AI. Dans l'ensemble, il existe peu de données probantes indiquant que les individus atteints de troubles mentaux courent un risque supérieur de subir une décharge d'AI dans une situation de recours à la force, à moins qu'entrent en jeu d'autres facteurs comme un comportement agité ou violent (CPP GRC, 2012).

Il a été avancé que, du fait des causes physiologiques associées à un trouble mental ou du traitement pharmacologique dont font l'objet certains troubles mentaux, les individus qui présentent un comportement agressif ou violent relié à un trouble mental pourraient courir un risque accru de mort subite en détention (Robison et Hunt, 2005). Comme l'ont souligné O'Brien *et al.* (2007), d'autres chercheurs ont soutenu que les personnes qui prennent des médicaments antipsychotiques courent déjà un risque accru de mort cardiaque soudaine (Straus *et al.*, 2004), et une intervention comportant le recours à une AI pourrait augmenter ce risque. Aucune information probante ne soutient ou ne réfute ces hypothèses.

O'Brien *et al.* (2007) émettent également l'hypothèse que l'exposition d'un individu atteint de maladie mentale à une décharge d'AI pourrait réduire la probabilité qu'il aille par la suite demander des soins de santé mentale, mais aucune donnée pertinente ne vient étayer cette affirmation. Les personnes aux prises avec une maladie mentale grave sont plus susceptibles que les autres de vivre un syndrome de stress post-traumatique (SSPT), qu'elles aient été exposées ou non à une AI, mais les causes sous-jacentes de cette association ne sont pas connues (Alvarez *et al.*, 2012). Bien qu'il soit manifeste qu'un stress chronique a des effets nocifs sur la santé, l'exposition unique à un traumatisme aigu peut aussi avoir des conséquences négatives sur la santé physique et mentale (D'Andrea *et al.*, 2011). Il est possible qu'une intervention comportant le recours à la force soit plus susceptible de causer un trouble apparenté au SSPT chez une personne atteinte d'une maladie mentale grave et puisse causer des problèmes persistants de santé mentale chez des personnes auparavant en santé. Ces idées, cependant, restent des conjectures.

Les données limitées disponibles sur le sujet ne permettent pas de tirer de conclusions substantielles au sujet de l'incidence du recours aux AI chez les individus atteints d'un trouble mental, pas plus qu'elles ne permettent d'établir un lien de causalité entre l'utilisation des AI auprès des

personnes ayant un trouble mental et des effets négatifs sur la santé mentale ou physique (telle la mort subite en détention). Compte tenu des hypothèses qui ont été examinées plus haut, et tout particulièrement de la possibilité d'une interaction négative accrue entre les AI et les problèmes de santé chez certains individus atteints de troubles mentaux, cette question devrait constituer une priorité dans la recherche. Mériterait également d'être étudiée plus à fond l'utilisation possible des AI par les forces de l'ordre dans les milieux thérapeutiques pour contraindre des individus ou les amener à obtempérer.

6.4.2 Syndrome du délire aigu

Le syndrome du délire aigu (SDA), état qui suscite de vives controverses, est souvent associé à la mort subite en détention et à l'utilisation des AI (Strote et Hutson, 2006; Southall *et al.*, 2008; White *et al.*, 2013). Le SDA correspond à une classification syndromique qui est utilisée pour désigner un état physique et mental caractérisé par une panoplie de signes et symptômes qui incluent fréquemment la paranoïa, l'hyperactivité, l'agitation, la nervosité, l'incohérence verbale, l'insensibilité à la douleur, une force hors du commun, une transpiration abondante, une température corporelle élevée, la désorientation, l'agressivité et un comportement combatif (Di Maio et Di Maio, 2006; ACEP, 2009; MJNE, 2009) (voir l'encadré 6.2). Ce ne sont pas tous les individus touchés par le SDA qui présentent la gamme complète des signes et symptômes, et le degré de gravité d'un symptôme donné peut varier d'un cas à l'autre.

Dans le passé, la présentation phénoménologique du SDA a été décrite dans la littérature psychiatrique à partir du milieu des années 1800, et a été variablement appelée manie aiguë, trouble aigu du comportement, manie de Bell, catatonie létale, état de délire aigu (en anglais, *acute lethal excitement*, *acute exhaustive syndrome* et *manic-depressive exhaustive death*) (Adland, 1947). Une étude parue en 1947 mentionnait une incidence du SDA plus élevée chez les femmes et les individus de 18 à 35 que dans les autres populations et précisait qu'il entraînait le décès dans environ 75 % des cas (Adland, 1947). Historiquement, la production de rapports scientifiques sur cet état a ralenti considérablement quand on a commencé à utiliser les médicaments à base de phénothiazine dans le traitement des maladies psychiatriques aiguës (Cancro, 2000). La parution de rapports a repris dans les années 1980, quand le SDA a été associé à l'ingestion substances illicites, notamment la cocaïne (Wetli et Fishbain, 1985), les méthamphétamines (Vilke *et al.*, 2012a) et la phencyclidine (PCP) (Yago *et al.*, 1981). De plus, un certain nombre d'autres états associés aux effets nocifs reliés aux effets secondaires des médicaments antipsychotiques (syndrome malin des neuroleptiques) (Caroff et Mann, 1993) et des anesthésiques (hyperthermie

Encadré 6.2**Controverse entourant le diagnostic de syndrome du délire aigu**

Les récents débats sur la question de savoir si le syndrome du délire aigu (SDA) est ou n'est pas un diagnostic médical pourront être de peu d'utilité pour qui veut mieux comprendre le phénomène (NIJ, 2011). Par exemple, des organismes comme l'American Medical Association et l'American Psychiatric Association ne reconnaissent pas le SDA comme un diagnostic médical, tandis que des groupes comme la National Association of Medical Examiners et l'American College of Emergency Physicians ont tous deux officiellement accordé au SDA le statut de diagnostic médical (Vilke *et al.*, 2012b). L'Organisation mondiale de la santé (OMS), sans reconnaître officiellement le SDA dans la Classification internationale des maladies, a bien affirmé le droit qu'ont les médecins légistes d'utiliser leur propre terminologie et leur jugement clinique pour faire des déclarations éclairées concernant les causes de décès, sans avoir à se conformer à des listes approuvées de troubles médicaux (OMS, 2000). En Nouvelle-Écosse, à l'issue d'un examen réalisé récemment par un groupe de travail, il a été conclu que le SDA et les syndromes désignés sous de nombreux autres diagnostics ou appellations étaient probablement similaires, et il a été suggéré, en l'absence d'une classification diagnostique déjà convenue, d'utiliser le terme *état d'hyperexcitation autonome* (*autonomic hyperarousal state*) pour décrire le syndrome (MJNE, 2009).

maligne) (Ali *et al.*, 2003) présentent des symptômes similaires. D'autres définitions de phénomènes similaires recensés dans la littérature psychiatrique incluaient des renvois à la catatonie maligne (fatale) (Francis, 2010) et à la manie aiguë (Lee *et al.*, 2012). L'état bien documenté associé au syndrome de sevrage aigu de l'alcool, appelé *delirium tremens* (DT), inclut également des signes et symptômes similaires (Carlson *et al.*, 2012).

Si diverses hypothèses ont été avancées au sujet de la cause des états précités, aucune explication simple de leur cause ou de leur progression n'a été établie de manière concluante. Une issue finale de tous ces états qui est fréquemment rapportée est la mort. Aucune cause n'a été associée de manière définitive au SDA, bien que certaines recherches laissent entendre qu'il pourrait résulter des relations complexes que fait intervenir la présence d'un certain nombre de facteurs, dont les troubles psychiatriques (comme la schizophrénie ou la manie), l'intoxication aux substances

illicites (comme la cocaïne ou le PCP), les traumatismes crâniens et le sevrage de l'alcool (Samuel *et al.*, 2009). Des chercheurs ont de surcroît suggéré que les toxicomanes chroniques pourraient présenter une prédisposition accrue au SDA (Mash *et al.*, 2009). Des études d'autopsies de consommateurs chroniques de cocaïne qui sont morts en présentant ou non des symptômes du SDA ont amené à avancer que les victimes du SDA pourraient constituer un sous-groupe particulier de consommateurs de cocaïne qui présentent des réactions neurologiques différentes après un usage prolongé de cette drogue (Mash *et al.*, 2002, 2003). Bien souvent, les décès reliés au SDA sont cliniquement associés à la rhabdomyolyse, à l'hypoxie, à l'acidose liée à l'agitation et aux cardiopathies préexistantes (Strote et Hutson, 2006). Cet état a aussi été relié à une surstimulation du système nerveux sympathique et à une abondance d'hormones, dont les catécholamines comme l'adrénaline et la dopamine (Mash *et al.*, 2002; NIJ, 2011). Par ailleurs, certains de ces facteurs interviennent à une fréquence accrue dans les cas de mort subite en détention (Stratton *et al.*, 2001). Vient compliquer encore davantage la question l'observation selon laquelle la mort subite en détention peut se produire après une lutte avec des agents d'exécution de la loi, lorsque le sujet est placé dans une position de contrainte susceptible d'entraver sa capacité de respirer (asphyxie provoquée par la contrainte) (Di Maio et Di Maio, 2009). Les relations entre l'asphyxie provoquée par la contrainte, le SDA et la mort subite en détention ne sont pas bien comprises actuellement.

Comme le syndrome du délire aigu fait intervenir un comportement violent, erratique, imprévisible et combatif, il est bien souvent associé à une lutte avec l'individu concerné et à une contrainte physique exercée sur lui par le personnel médical ou d'exécution de la loi (Di Maio et Di Maio, 2006; Hall *et al.*, 2013). Les AI sont parfois utilisées pour faciliter la contrainte. Dans les cas où le SDA, combiné à l'utilisation d'une AI, a abouti à une mort en détention, des chercheurs ont soutenu que les AI ne pouvaient être considérées comme la seule cause de décès, mais qu'elles avaient pu y contribuer, avec un certain nombre d'autres facteurs de risque (Jauchem, 2010). D'autres ont affirmé que le décès d'individus qui étaient atteints du SDA et avaient été exposés à une AI était le fruit d'une coïncidence (Di Maio et Dana, 2007). L'argument repose sur la constatation que des décès de personnes se trouvant dans un état de délire aigu (ou dans d'autres états similaires décrits au moyen de termes diagnostiques différents) en l'absence de déploiement d'une AI ont été bien documentés depuis au moins un siècle avant l'apparition des AI (Adland, 1947; MJNE, 2009).

Parallèlement, cependant, des préoccupations ont été exprimées quant à la possibilité que le déploiement des AI entraîne des préjudices indus ou supplémentaires chez les individus touchés par le SDA (Miller, 2007). On a soulevé des questions au sujet du déploiement des AI auprès d'individus qui pourraient être touchés par ce syndrome, particulièrement dans les établissements de soins de santé mentale (O'Brien *et al.*, 2007). Certains auteurs ont réclamé l'adoption de lignes directrices interdisant l'usage des AI auprès des individus atteints de maladie mentale (SCJC, 2006), et d'autres ont soulevé des doutes quant au caractère éthique du déploiement des AI chez les individus touchés par des troubles psychotiques (Erwin et Philibert, 2006). Ces préoccupations ont été soulevées en l'absence de données de fond qui permettraient de cerner la relation entre le SDA, l'utilisation des AI et la mort subite en détention. Par ailleurs, il n'y a pas eu d'analyses des écarts comparatifs des taux de morts subites en détention entre les personnes atteintes du SDA et ayant été exposées à une AI et les personnes atteintes du SDA et ayant subi d'autres formes de contrainte. Il est possible que l'utilisation d'une AI auprès d'une personne atteinte du SDA ait des effets protecteurs étant donné que la décharge de l'AI pourrait permettre au personnel médical ou d'exécution de la loi d'apporter plus rapidement les interventions thérapeutiques requises, lesquelles pourraient dans les faits réduire le risque de décès associé au SDA.

Compte tenu de la nature de l'information disponible, il n'est pas possible de déterminer si, et le cas échéant dans quelle mesure, l'utilisation des AI accroît ou réduit la probabilité de mort subite en détention en la présence du SDA (ou d'un état d'hyperexcitation autonome). De plus, la littérature existante ne présente aucune information concluante concernant le risque proportionnel associé à l'utilisation des AI par comparaison avec les autres formes de contrainte dans le contexte du SDA.

6.5 RÉSUMÉ

La mort subite en détention s'entend d'un décès soudain et inattendu qui survient pendant la détention d'un individu par les forces de l'ordre ou le personnel de la sécurité publique. Ces décès se produisent habituellement dans des scénarios complexes qui peuvent faire intervenir l'agitation, la contrainte physique ou chimique, la désorientation, le stress, l'effort physique, des cardiopathies préexistantes et l'utilisation de drogues ou d'alcool, autant de facteurs qui sont susceptibles de contribuer à l'issue fatale. De ce fait, il est difficile d'isoler la contribution d'un facteur en particulier. Les données probantes révèlent que les caractéristiques électriques des décharges d'AI peuvent contribuer à la mort subite en détention, mais il n'existe pas de preuve de l'existence d'un lien causal clair provenant d'études prospectives à grande échelle. Quelques rapports de coroner ont cependant retenu l'AI comme cause première du décès quand il n'y avait pas d'autres facteurs et que le sujet avait subi une exposition excessive. À l'inverse, certains ont soutenu que les AI pourraient peut-être jouer un rôle protecteur en mettant un terme à des situations qui pourraient autrement aboutir à une mort subite en détention. Compte tenu des limites et de la rareté de l'information probante, il n'est pas possible pour l'instant de confirmer ou d'exclure l'existence d'un lien de causalité clair entre l'utilisation des AI et la mort subite en détention. De plus, il n'existe pas suffisamment d'information probante pour déterminer si l'utilisation des AI accroît ou diminue la probabilité de mort subite en détention en la présence de cofacteurs comme la maladie mentale ou le syndrome du délire aigu. Si un lien de causalité existe de fait, la probabilité qu'une AI soit la seule cause d'une mort subite en détention est faible. L'importance du rôle que le dispositif pourrait jouer dans un décès donné n'est pas claire, et elle est fonction des cofacteurs qui entrent en jeu. Il faudrait mener des recherches plus poussées pour cerner plus clairement ces relations.

7

Lacunes dans l'information probante sur les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des armes à impulsions

- Niveau de confiance dans l'établissement de liens de causalité directs
- Détermination du délai requis pour conclure à l'existence d'une probabilité
- Compréhension des effets sur la santé auprès de diverses populations
- Absence de normalisation des pratiques en matière de production de rapports et de tenue de dossiers
- Insuffisance du financement de la recherche indépendante sur les armes à impulsions

7 Lacunes dans l'information probante sur les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des armes à impulsions

Principales constatations

- Déterminer la mesure dans laquelle l'exposition à une AI peut agir comme cause première d'effets nocifs sur la santé dans une situation réelle n'est pas chose facile, parce qu'il est difficile de soupeser les contributions relatives de multiples facteurs qui entrent en jeu.
- On ne connaît pas avec clarté le délai qui doit s'écouler entre une décharge d'AI et un effet sur la santé pour qu'il soit possible d'avancer qu'une blessure ou un décès est probablement relié à l'utilisation de l'AI, mais on sait que la probabilité diminue au fil du temps.
- Il y a des lacunes dans les connaissances sur les effets associés à l'utilisation d'une AI en dehors d'un environnement contrôlé auprès de diverses populations possiblement vulnérables. La recherche sur les AI se fait habituellement auprès de bénévoles en santé et en bonne forme physique.
- Actuellement, les divers organismes concernés n'appliquent pas de pratiques normalisées en matière de tenue de dossiers et de production de rapports sur le recours à la force. Par conséquent, on ne recueille pas d'informations détaillées et uniformes comparables sur les caractéristiques des sujets et les événements comportant le recours à la force, de sorte que les activités de surveillance et les études sur le terrain à grande échelle fondées sur des populations font défaut.
- Il y a pénurie de recherches indépendantes transparentes sur un éventail d'armes à impulsions et sur leurs incidences sur la santé.

L'examen de l'information probante auquel le comité d'experts s'est livré dans les chapitres précédents a fait ressortir que de nombreuses questions importantes n'ont pas été examinées à fond en rapport avec diverses populations ou avec les contextes opérationnels dans lesquels les armes à impulsions (AI) sont réellement déployées ce qui permet de déterminer plusieurs priorités pour les recherches à venir.

- Dans quelle mesure les caractéristiques électriques des AI peuvent-elles causer une arythmie cardiaque et la mort subite en détention chez les humains quand ces armes sont déployées dans des contextes opérationnels réels?
- Est-ce que certains groupes ou individus qui présentent des états particuliers sont exposés à un risque accru de subir des effets indésirables à la suite de l'exposition aux AI et, le cas échéant, quels sont les principaux cofacteurs qui entrent en jeu?

- Quelles caractéristiques de la conception et du déploiement des AI seraient susceptibles de limiter le plus possible le risque d'effets indésirables sur la santé?

Le comité d'experts a formulé, aux chapitres précédents, diverses suggestions concernant les types particuliers de recherches qui seraient nécessaires pour répondre aux questions précitées. Le présent chapitre cerne et examine cinq grandes lacunes dans les connaissances et l'information probante concernant les effets sur la santé de l'utilisation des AI, de même que les défis liés au financement, à la réalisation et à l'interprétation de la recherche sur les AI. Le comité d'experts est d'avis que les lacunes exposées ci-après revêtent une égale importance dans la compréhension de l'état de la littérature en la matière, et il ne met l'accent sur aucune d'elles en particulier. De surcroît, ces lacunes ainsi que les autres questions de recherche liées à la mise à l'essai, l'approbation et l'utilisation adéquates des AI de même qu'au caractère adéquat du recours aux AI en comparaison avec les autres interventions de recours à la force, doivent être prises en compte pour qu'il soit possible de prendre des décisions éclairées concernant la santé publique, les services de police et la politique sur les armes à impulsions.

7.1 NIVEAU DE CONFIANCE DANS L'ÉTABLISSEMENT DE LIENS DE CAUSALITÉ DIRECTS

Dans toute situation où il est impossible d'appliquer une méthodologie de recherche expérimentale, l'établissement de liens de causalité n'est pas une tâche simple. La notion de causalité, et sa définition, sont source de continuel débats chez les philosophes, les chercheurs scientifiques et les spécialistes médicaux. Bien que certaines données probantes fassent ressortir une association entre l'exposition à une AI et certains effets sur la santé, alors que d'autres données de recherche ne suggèrent pas de telle association, les effets du hasard, des erreurs, des biais et des facteurs de confusion peuvent apporter un certain nombre d'explications possibles concernant l'existence (ou l'absence) de telles relations. Le fait qu'une association soit observée ne signifie pas nécessairement qu'une variable est la cause d'une autre, et l'absence apparente d'association ne signifie pas nécessairement l'absence d'une relation de causalité. Les méthodologies d'étude expérimentale en laboratoire aident à établir des liens de causalité parce qu'elles permettent de contrôler le contexte dans lequel une étude est effectuée. Par exemple, dans un essai clinique randomisé utilisant des participants ayant un assez bon état de santé physique et mentale, il est possible de contrôler autant que désiré les circonstances entourant l'exposition à une AI, et des mesures expérimentales peuvent être réalisées sur-le-champ. La pertinence de telles études dans le monde réel peut toutefois être mise en doute.

Comme les facteurs qui entrent en jeu dans le monde réel sont nombreux, il devient beaucoup plus complexe de déterminer dans quelle mesure une cause particulière peut contribuer à un événement. Parfois, ce qui aura été identifié comme une cause entrera en jeu seulement dans des circonstances où de nombreuses autres conditions seront présentes. Ou encore il pourra exister plusieurs facteurs, dont chacun pourra agir comme cause d'un effet particulier quand l'ensemble d'entre

eux sont par coïncidence présents en même temps au même endroit (Rothman et Greenland, 2005). Il est très peu probable qu'une AI sera le seul facteur susceptible de causer des effets indésirables dans un scénario comportant le recours à la force. Il pourra y avoir également des interactions complexes entre l'exposition à une AI et des cofacteurs comme l'usage de drogues ou les caractéristiques de la contrainte. Par exemple, bon nombre d'enquêtes ont mis l'accent sur la capacité

Encadré 7.1

Établissement d'une inférence causale à l'égard des armes à impulsions

Considérons un hypothétique essai clinique randomisé dans lequel des chercheurs seraient en mesure de contrôler un éventail de facteurs, ce qui leur permettrait d'évaluer directement la relation entre une décharge d'AI et un résultat, tel que représenté par le diagramme suivant :

AI → **Décès**

Considérons un cofacteur qui entre souvent en jeu dans les incidents comportant le recours à une AI, par exemple l'intoxication par la drogue. Ce cofacteur pourrait accroître la probabilité qu'une personne soit exposée à une AI, et il est également associé à la morbidité et la mortalité indépendamment de l'exposition à une AI. Le diagramme du cheminement causal prend alors l'allure suivante :

Intoxication → **AI** → **Décès**

Dans cette relation, la prise en compte des effets du cofacteur (intoxication), relativement simple, fait appel aux techniques de régression standard pour estimer l'effet causal de l'AI sur le décès. Cependant, imaginons que le même cofacteur puisse modifier le seuil d'induction de la fibrillation ventriculaire, ce qui équivaut à ajouter des variables intermédiaires dans le cheminement causal possible. Le diagramme devient alors le suivant (où *FV* représente la fibrillation ventriculaire) :

Intoxication → **AI** → **FV** → **Décès**

Imaginons l'ajout d'un autre cofacteur possible, soit par exemple des expositions multiples à une AI, ce qui a pour effet de rendre les variables intermédiaires dépendantes du temps :

Intoxication → **AI₁** → **FV₁** → **AI₂** → **FV₂** → **Décès**

Dans ces cas, il n'est plus indiqué d'appliquer les techniques de régression standard. Il faut plutôt, pour estimer le lien causal entre l'exposition à une AI et le décès, dans le contexte d'expositions dépendantes du temps en la présence co-variables dépendantes du temps (qui peuvent être à la fois des cofacteurs initiaux et des variables intermédiaires), recourir à des modèles structurels marginaux, qui utilisent la pondération selon la probabilité inverse (Robins *et al.*, 2000) ou d'autres méthodes avancées (Petersen *et al.*, 2006). Une complication supplémentaire tient au fait que ces diagrammes sont dans une large mesure incomplets parce qu'ils ne tiennent pas compte de toute la gamme des cofacteurs possibles et des dépendances temporelles. Quand un aussi grand nombre de facteurs entre en jeu dans une période donnée, il devient difficile de soupeser l'effet relatif de chaque facteur, y compris de l'exposition à une AI.

d'une AI d'induire une arythmie cardiaque potentiellement fatale. Bien que la possibilité n'ait pas été étudiée à fond, une AI pourrait, plutôt que de causer directement la mort, interagir avec un cofacteur existant tel qu'une cardiopathie ou une intoxication par un stimulant, et contribuer ainsi à l'arythmie. Si tel est le cas, bien que la cause (l'exposition à une AI) puisse ne pas être *suffisante* pour induire à elle seule la mort, son retrait pourrait résulter en la prévention de la mort. De même, il est également possible que l'AI n'ait pas d'incidence indésirable, et que la mort du sujet survienne quand même dans une situation similaire où l'AI n'est pas présente. En ce cas, le fait de retirer l'AI de l'équation pourra ne pas prévenir la mort, celle-ci étant plutôt attribuable à un ou plusieurs cofacteurs comme l'intoxication par la drogue. L'établissement d'une distinction entre ces deux possibilités constitue un défi de taille dans la recherche sur les AI. En termes simples, lorsque des facteurs potentiellement préjudiciables sont présents en aussi grand nombre dans un incident comportant le recours à une AI, il est difficile de soupeser l'effet relatif de chacun. L'encadré 7.1 illustre encore mieux la nature complexe de la détermination des liens de causalité et le degré d'incertitude qu'elle présente.

7.2 DÉTERMINATION DU DÉLAI REQUIS POUR CONCLURE À L'EXISTENCE D'UNE PROBABILITÉ

À l'heure actuelle, il n'existe pas de lignes directrices précisant le délai qui doit s'écouler entre une décharge d'AI et un effet sur la santé pour qu'on puisse avancer que l'AI a probablement été à l'origine de cet effet. L'effondrement à la suite d'une fibrillation ventriculaire causée par une AI illustre bien cette ambiguïté. Selon l'opinion la plus répandue dans la littérature et les diverses études sur le sujet, pour qu'une relation temporelle existe, l'effondrement devrait survenir dans les secondes ou les quelques minutes suivant une décharge d'AI pour ce celle-ci soit considérée comme un facteur ayant contribué à l'effondrement (Brewer et Kroll, 2009; Swerdlow *et al.*, 2009; NIJ, 2011). Cependant, le raisonnement médical sur lequel reposent ces limites temporelles précises n'est pas tout à fait clair. Plusieurs mécanismes théoriques ont été mis de l'avant pour expliquer l'apparition retardée de la fibrillation ventriculaire après l'exposition à une AI, mais ils sont considérés comme peu vraisemblables (Dossdall et Ideker, 2009).

Plutôt que d'aborder la question du délai suivant une approche dichotomique (c'est-à-dire en supposant qu'il arrive un moment au-delà duquel la fibrillation ventriculaire et l'effondrement qui en résulte ne peuvent plus être attribués à l'AI), il pourrait être utile d'utiliser un continuum de probabilité fondé sur le moment où le résultat est observé après la décharge. Cela signifie plus précisément qu'à

mesure que le moment d'occurrence du résultat s'éloigne du moment du déploiement, la probabilité que l'AI soit directement responsable de l'effondrement diminue, sans qu'elle passe soudainement d'un niveau élevé à un niveau faible à un moment précis dans le temps. Ce continuum de probabilité varierait en fonction des divers cofacteurs qui entrent en jeu dans la situation, cofacteurs qui pourraient eux-mêmes présenter des dépendances temporelles (p. ex., les effets de l'intoxication par la drogue pourront se faire sentir sur le corps plus longtemps que les effets de la contrainte physique). Bien qu'il puisse exister un moment de démarcation particulier, l'information probante disponible ne permet pas de déterminer un tel moment de manière réaliste à l'heure actuelle.

7.3 COMPRÉHENSION DES EFFETS SUR LA SANTÉ AUPRÈS DE DIVERSES POPULATIONS

7.3.1 Considérations éthiques

De nombreux principes et lignes directrices d'ordre éthique ont été établis aux fins de la recherche médicale auprès de sujets humains (AMM, 2008; SC, 2009) et de la recherche en général (Trois conseils, 2010). Cependant, peu de préceptes éthiques existent concernant la recherche faisant intervenir l'utilisation d'armes sur des sujets humains, et la question a été peu débattue dans les milieux universitaires. Les défis éthiques et l'absence de directives sur la façon de les surmonter ont été à l'origine de lacunes dans l'information probante au sujet de la recherche expérimentale en laboratoire concernant les effets sur la santé du déploiement des AI auprès de diverses populations.

Un des grands défis d'ordre éthique qui se présente dans la recherche concernant les effets des AI sur la santé a trait à la détermination de l'équilibre entre les risques et les avantages possibles (Trois Conseils, 2010). Pour que la recherche respecte les principes de l'éthique, les avantages susceptibles d'en découler doivent surpasser les préjudices possibles (SC, 2009). Dans les études sur les animaux, les expériences doivent être conçues de manière à limiter le plus possible la douleur et la détresse, et lorsque cela n'est pas possible, la valeur de l'étude doit être déterminée dans le cadre d'une évaluation externe indépendante (CCPA, 1989). En ce qui concerne les études sur les humains, les politiques varient d'un pays à l'autre, mais selon l'opinion la plus largement répandue, des risques très limités ou minimes peuvent être considérés comme acceptables même si l'intervention expérimentale n'est pas censée être bénéfique à l'individu; cependant, lorsque les risques sont jugés plus que minimaux, il doit exister une possibilité d'avantage thérapeutique direct pour le participant (SC, 2009; Bos *et al.*, 2012).

Il n'y a pas de règles claires permettant d'évaluer de manière fiable le risque minimal, les avantages possibles et les relations entre ces éléments. Il est difficile d'évaluer le niveau de risque parce que des protocoles identiques, et leurs risques connexes, pourront être évalués différemment suivant le mécanisme d'examen utilisé, et parce que la détermination des risques et des avantages présente un aspect subjectif qui fera qu'un même protocole pourra être vécu de manière différente par différents individus (Bos *et al.*, 2012). De plus, le niveau de gravité (allant par exemple de l'absence de danger à de possibles lésions irréversibles) et le niveau de probabilité (allant par exemple d'*impossible à exclure* à *probable*) doivent tous deux être pris en compte au moment d'évaluer les risques et les avantages (Helmchen, 2012). Dans le champ plus limité de la recherche sur les AI auprès d'individus en santé, les études disponibles donnent à penser que la gravité des préjudices possibles est considérée comme élevée, mais que la probabilité de subir des effets nocifs involontaires sur la santé est faible (il convient toutefois de souligner que de par sa nature, la recherche sur les AI comportera toujours des effets douloureux et désagréables). Un individu ne retirera probablement pas d'avantages directs de l'exposition à une AI lors d'un essai expérimental parce qu'il ne s'agit pas d'une intervention visant à traiter un problème de santé préexistant. La recherche sur les AI, dans laquelle les sujets sont délibérément exposés aux décharges des dispositifs, ne présente d'avantages qu'au niveau social ou communautaire (c.-à-d. pour l'avancement des connaissances concernant les effets nocifs possibles des AI sur la santé, en vue de prévenir les blessures et les décès). Il ne serait pas acceptable de mener de telles recherches (consistant à exposer intentionnellement des individus aux AI dans le but précis d'évaluer les effets connexes sur la santé) auprès d'une population susceptible de présenter une probabilité supérieure de subir des effets nocifs sur la santé.

En plus de l'évaluation des risques et avantages, la capacité d'obtenir le consentement éclairé des sujets de recherche constitue une autre considération éthique importante. Le consentement éclairé s'entend d'une indication continue de l'accord d'un individu concernant sa capacité de prendre part à un projet de recherche, après qu'on lui ait fourni toute l'information requise pour pouvoir prendre une décision éclairée. En outre, les participants aux recherches doivent être à l'abri de toute influence ou manipulation injustifiée qui pourrait se manifester lors de leur recrutement par des individus en situation d'autorité (Trois conseils, 2010). Dans le contexte de la recherche sur les AI, il pourrait être difficile d'obtenir un consentement éclairé auprès de populations qui pourraient être dépourvues de la capacité de fournir un consentement. Même dans le cas de populations formées de volontaires en santé issus des forces de l'ordre, certains individus pourraient se sentir forcés de participer afin de mieux s'intégrer à leur groupe de collègues.

Compte tenu des défis éthiques que présentent les études en laboratoire sur des sujets humains, la recherche sur les AI a surtout porté à ce jour sur des porcs anesthésiés en santé et sur des volontaires humains en santé (Adler *et al.*, 2010). Il en est résulté une lacune dans les connaissances sur les effets physiologiques et incidences sur la santé chez diverses populations potentiellement vulnérables qui sont souvent visées dans les situations de recours à la force. Certaines études épidémiologiques sur le terrain fondées sur des populations qui visaient à combler cette lacune sont porteuses de promesses en ce qui a trait à la détermination des effets sur la santé chez diverses populations (Jenkinson *et al.*, 2006; Bozeman *et al.*, 2009b; Strote *et al.*, 2010a). Ces études sont toutefois confrontées à différents défis techniques (voir la section 7.4), et elles doivent tenir compte d'autres considérations éthiques comme les lois provinciales et, à l'échelon fédéral, la *Loi sur la protection des renseignements personnels et les documents électroniques* (LPRPDE), qui imposent des limites à l'égard de la collecte et de l'utilisation des renseignements personnels et de l'information médicale sur quiconque. La LPRPDE (comme la plupart des lois provinciales sur la protection des renseignements personnels) autorise la collecte et l'utilisation de renseignements personnels à des fins de recherche sans le consentement des intéressés sous réserve de certaines conditions. Par exemple, elles doivent se faire pour les besoins de la recherche, il ne serait pas possible de mener les recherches sans ces renseignements, ces derniers sont utilisés dans le respect de la confidentialité, et il ne serait pas pratique d'obtenir le consentement (MJC, 2011). Bien qu'elles fassent actuellement défaut, des études bien conçues basées sur des populations concernant les effets sur la santé associés aux situations de recours à la force par la police (dans lesquelles peut intervenir le déploiement d'AI), pourraient facilement être menées dans le respect de tous ces critères. La question est examinée de plus près au chapitre 8.

7.3.2 Définir la vulnérabilité et la soumettre à des recherches éthiques

Les lacunes dans les connaissances sur les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI auprès des populations vulnérables sont aggravées par le fait qu'il n'est pas chose simple de définir la vulnérabilité. Il est difficile de s'entendre sur une définition des populations vulnérables qui s'appliquerait à toute situation, et bon nombre de populations peuvent être considérées comme vulnérables sur la base de particularités physiques, mentales, sociales, culturelles ou économiques (SC, 2009). Dans le contexte de l'utilisation des AI, la vulnérabilité peut être abordée sous plusieurs angles. Certains groupes peuvent être plus susceptibles que d'autres d'avoir des interactions avec la police ou d'être exposés à une décharge d'AI lors de telles interactions. Des groupes particuliers peuvent aussi être plus susceptibles que d'autres de subir certains effets sur la santé

ou d'être touchés plus fortement par de tels effets. Selon l'angle sous lequel la question est abordée, les aspects socio-économiques, psychosociaux ou physiologiques pourront prendre le dessus dans la détermination de la vulnérabilité.

Les populations qui sont surreprésentées dans les statistiques sur l'utilisation des AI dans le monde réel sont les jeunes hommes (d'un âge moyen inférieur à 30 ans), les personnes aux antécédents de consommation d'alcool ou de drogue et/ou les personnes atteintes de maladie mentale (Bozeman *et al.*, 2009b; Strote *et al.*, 2010b). Près de 50 % des individus exposés à des décharges d'AI ont des antécédents psychiatriques, et plus de 70 % ont des antécédents d'abus d'alcool ou de drogues (Strote *et al.*, 2010b). De plus, certains pensent que ces groupes pourraient courir un risque plus élevé que les autres adultes de subir des préjudices à la suite de l'exposition à une AI. Une étude comparant des comptes rendus des médias sur des incidents fatals et non fatals ayant comporté le recours à une AI a laissé entendre que la probabilité de décès à la suite de l'exposition à une AI était près de deux fois plus élevée quand le sujet était émotionnellement perturbé ou atteint d'une maladie mentale, et quatre fois plus élevée quand il y avait eu consommation de drogue (White et Ready, 2009). Comme l'étude tenait compte à la fois de la perturbation émotionnelle et de la maladie mentale, il est difficile d'isoler l'effet de chacun de ces deux états. Une autre étude rétrospective a indiqué que les décès ultérieurs au recours à une AI sont habituellement observés chez les sujets qui, au moment de l'incident, étaient sous l'emprise de la drogue ou de l'alcool (53 %), montraient des signes de toxicomanie chronique (87 %) ou avaient été décrits comme souffrant de maladie mentale (20 %) (White *et al.*, 2013). Une réserve doit être exprimée concernant ces deux études, à savoir que les données de source pourraient manquer d'uniformité du fait que des comptes rendus des médias ont été utilisés pour générer une bonne partie des statistiques. Qui plus est, il ne faut pas se surprendre que les individus émotionnellement perturbés, atteints de maladie mentale ou intoxiqués soient surreprésentés dans un échantillon de personnes décédées à la suite de l'exposition à une AI, car il a été démontré que ces groupes, comparativement à d'autres groupes, sont au départ plus susceptibles d'être exposés aux AI (O'Brien *et al.*, 2011) et qu'ils courent un risque accru de mort subite inattendue, même en l'absence de toute décharge d'AI (White et Ready, 2009).

Un thème récurrent dans la littérature à l'examen sur les AI est l'hypothèse selon laquelle certains groupes, comme les femmes enceintes, les personnes âgées, les enfants et les individus porteurs d'un dispositif cardiaque implantable, seraient potentiellement vulnérables pendant l'exposition à

des impulsions électriques (Hancock et Grant, 2008; Adler *et al.*, 2010). Bien que la littérature sur les AI mette souvent de l'avant des hypothèses sur les populations potentiellement vulnérables, il ne semble pas exister de structure, de données ou de méthodes d'évaluation des risques qui permettraient de cerner la nature ou quantifier l'ampleur du risque accru que ces populations pourraient subir. Il est peu probable qu'un comité d'éthique approuve des recherches en laboratoire sur les AI auprès de populations vulnérables, cela pour un certain nombre de raisons liées au consentement éclairé de certaines populations, à l'absence d'avantage thérapeutique direct pour les individus concernés, à la présence de douleur (qui peut être considérée comme un préjudice) et à un ratio risques-avantages inacceptable. Qui plus est, des études de ce type ne reproduiraient pas bien les circonstances réelles entourant une situation dynamique de recours à la force par la police. Une solution de rechange ferait intervenir la simulation d'une condition de vulnérabilité (telle l'intoxication par l'alcool) en laboratoire chez des sujets en bonne santé qui donneraient un consentement éclairé avant d'être mis dans un état de vulnérabilité.

En ce qui concerne les populations dont il est impossible de simuler la vulnérabilité, par exemple les personnes atteintes de maladie mentale, il sera probablement nécessaire de réaliser des études de population sur le terrain à grande échelle qui comporteront la collecte détaillée et uniforme de renseignements sur les caractéristiques des sujets et les circonstances ayant entouré les incidents comportant le recours à une AI. Le collecte de données dans les études basées sur des populations demande beaucoup de temps, et il faut soumettre à l'étude un large segment de la population sous examen pour cerner adéquatement les profils de risque. Cependant, des difficultés liées à la détection de certaines caractéristiques sur le terrain et des restrictions liées à la protection des renseignements personnels empêchent d'accéder aux données sur certaines populations (p. ex. les mineurs), particulièrement dans les cas où il y a des interactions avec la police, ce qui nuit aux études épidémiologiques. De surcroît, certains individus, et tout particulièrement les porteurs de défibrillateur cardiovertible implantable (DCI) et les femmes enceintes, ne forment qu'une faible proportion des personnes concernées dans les situations de recours à la force, et qu'un sous-ensemble encore plus restreint des personnes exposés à une AI. De ce fait, il sera difficile de recueillir suffisamment de données pour pouvoir réaliser des analyses fondées sur des populations. Pour ces raisons, il n'y a pas d'études fondées sur des populations qui prennent en compte des scénarios réels de recours à des AI et les caractéristiques des sujets, y compris la vulnérabilité de certaines populations.

7.4 ABSENCE DE NORMALISATION DES PRATIQUES EN MATIÈRE DE PRODUCTION DE RAPPORTS ET DE TENUE DE DOSSIERS

Étant donné que les administrations municipales, provinciales et fédérales canadiennes n'utilisent pas de définition standard d'un événement comportant le recours à la force, il n'est pas possible faire des comparaisons concernant ces événements entre les différents corps policiers, et il est difficile de concevoir des études basées sur des populations. De plus, il y a peu d'uniformité dans les caractéristiques et circonstances consignées après les interventions comportant le recours à la force, et peu de registres centraux contenant des comptes rendus uniformisés des incidents comportant le recours à une AI par les forces de l'ordre ou par le personnel médical. Par conséquent, les dossiers n'indiquent pas de manière uniforme la façon dont on détermine qu'une intervention constitue un événement comportant le recours à la force, le type de force utilisée, la durée d'application, les circonstances ayant mené à l'intervention, les résultats de l'intervention et les caractéristiques des sujets concernés. Du fait de ces lacunes au regard de l'uniformité, il est difficile d'évaluer les caractéristiques et circonstances des événements comportant le recours à la force qui pourraient être associées à des effets particuliers sur la santé.

Le manque d'uniformité et de normalisation dans la production de rapports au Canada est dû en partie au fait que la gouvernance des organismes d'exécution de la loi y est partagée entre les administrations municipales, provinciales, territoriales et fédérales. Dans cette structure de gouvernance, chaque organisme utilise sa propre structure et son propre contenu dans la production des rapports sur le recours à la force, qui pourront être différents de ceux des autres administrations. Par exemple, dans certaines provinces, la définition d'une situation comportant le recours à la force peut inclure le contrôle physique intense (c.-à-d. un recours à la force supérieur à un simple blocage d'articulation), et ces situations sont systématiquement consignées même si aucune mesure supplémentaire de recours à la force n'est prise ou si aucune blessure ne résulte de l'intervention. Par contre, dans d'autres provinces, la même intervention (contrôle physique intense) ne sera consignée que s'il en découle des blessures. Outre le manque d'uniformité à l'échelle du pays, des complications peuvent également se présenter à l'intérieur d'une province donnée. En Alberta par exemple, les efforts déployés par le bureau du solliciteur général en vue d'uniformiser dans l'ensemble de la province la production de rapports sur les situations de recours à la force par la police (GA, 2011) ont entraîné des réponses variées, certains organismes ayant participé alors que d'autres ont choisi de ne pas le faire (C. Hall, communication personnelle, 2013).

À l'échelon fédéral, la Gendarmerie royale du Canada (GRC) recueille l'information courante sur les situations comportant le recours à la force au moyen du Système de rapports sur le comportement de la personne et l'intervention de l'agent (CP/IA), qui repose sur une méthode normalisée pour enregistrer les données sur les comportements des individus et le recours aux interventions (CPP GRC, 2012). Les données recueillies incluent les détails des modalités du recours à la force, la nature de l'événement et les caractéristiques du sujet concerné. Cependant, les données de la GRC pour une province donnée ne sont pas comparables aux données recueillies par les organismes municipaux et provinciaux de la même province. Ces différences dans la production de rapports restreignent la possibilité de faire des comparaisons scientifiquement robustes.

Ce manque de normalisation n'est pas propre au Canada. Aux États-Unis, le rapport sur les décès à la suite d'arrestations produit par le Bureau of Justice Statistics du Département de la Justice (USDOJ) fournit certains éléments d'information, mais les rapports sur les incidents comportant le recours à des AI, sur les blessures qui en découlent ou sur l'utilisation de celles-ci ne sont pas normalisés. Les raisons de cette situation sont semble-t-il nombreuses. Il n'y a pas d'organisme de surveillance centralisé ayant pour mandat de réglementer et autoriser l'utilisation des AI à l'échelle nationale. Les décisions concernant le déploiement sont laissées à la discrétion des différentes forces de police. Comme les forces de police se comptent par milliers aux États-Unis, et que bien souvent plusieurs d'entre elles dans une même ville interviendront lors d'un même incident, les statistiques sur le recours à la force ne font pas l'objet d'une normalisation ou d'un partage, voire même de la production de rapports. La collecte de telles données exige des ressources, et il n'existe pas de mécanisme de financement prédéterminé pour appuyer cette activité, bien que l'USDOJ ait apporté un soutien, au demeurant limité dans son ampleur et sa portée, aux recherches de ce type par l'entremise du National Institute of Justice (Smith *et al.*, 2010; NIJ, 2011). La perception semble être que la collecte et la publication ultérieure de données donnant à entendre qu'une blessure pourrait être le résultat de l'utilisation d'une AI par la police pourraient entraîner une responsabilité civile.

Au Royaume-Uni, le Home Office of England and Wales a recueilli des données sur l'utilisation des AI depuis l'essai opérationnel initial du TASER® M26™ en 2003. Après chaque incident comportant l'utilisation d'une AI, des données limitées sont recueillies (p. ex. l'arme a été dégainée, l'arme a été braquée vers le sujet, le pointeur laser a été activé, un arc électrique a été produit ou l'arme a été utilisée en mode paralysant ou en mode à sondes) puis transmises au Home

Office et à l'Association des chefs de police. Actuellement, les données n'incluent pas de précisions d'ordre médical, bien que certains aient réclamé la mise en place d'un tel processus (Payne-James *et al.*, 2010). La décision, en 2011, de transférer la fonction de collecte et de compilation entre les sections du Home Office, en mettant à jour en même temps le logiciel de la base de données, a entraîné l'interruption de la publication trimestrielle des données, les dernières données publiées remontant à mars 2010 (Home Office, 2010). La diffusion de données plus récentes était prévue pour 2013, après quoi les mises à jour périodiques étaient censées reprendre (G. Smith, communication personnelle, 2013). De plus, il est difficile de faire des comparaisons entre le Royaume-Uni et l'Amérique du Nord concernant les activités de maintien de l'ordre en raison des différences qui existent dans les champs d'activité et pratiques des forces de police, ainsi que dans les définitions du recours à la force.

Des différences se présentent également entre les diverses forces de police à l'échelle mondiale en ce qui concerne la définition du déploiement d'une AI et les caractéristiques de déploiement qui sont consignées. Par exemple, certains services de police consigneront un déploiement d'AI dès que le pointeur laser est activé étant donné que cette action à elle seule peut amener un individu à obtempérer. D'autres services de police consigneront un déploiement seulement quand un sujet reçoit réellement une décharge. La plupart des services de police ne notent pas les points de contact de l'AI avec le corps du sujet, élément d'information qui revêt de l'importance au moment d'évaluer le lien possible entre l'emplacement des sondes (p. ex. dans un déploiement à travers le cœur) et certaines complications médicales.

Compte tenu de la façon dont les morts subites en détention sont consignées actuellement au Canada, il n'est pas possible de procéder à une évaluation ciblée des situations où un décès survient, indépendamment du fait qu'une AI a été déployée ou non. Cela a pour effet de limiter la capacité d'interpréter ces événements. La méthode qu'emploie Statistique Canada présentement pour signaler toutes les morts en détention ne permet pas de soumettre à une évaluation les situations de recours à la force par la police qui se soldent ou non par la mort subite inattendue du sujet. Cela est attribuable au fait qu'aucune distinction n'est établie entre d'une part les décès naturels, décès par suicide et décès inexpliqués dans les établissements de détention, et d'autre part les décès qui se produisent soudainement sur le terrain dans une situation de recours à la force. Les rapports se limitent plutôt à fournir un décompte annuel de toutes les morts survenues en détention.

Par ailleurs, la mise à l'essai des dispositifs n'est pas normalisée au Canada. Même si les caractéristiques des situations de recours à la force étaient consignées de manière uniforme, il pourrait rester impossible de comparer les résultats en matière de santé si les chercheurs n'étaient pas en mesure de déterminer si les AI utilisées dans ces situations ont fonctionné de manière similaire et suivant les spécifications prévues. Des recherches ont fait ressortir la possibilité de variations des paramètres de fonctionnement et de rendement, et plus particulièrement des fréquences de répétition des impulsions, entre différents dispositifs d'un même modèle. Certains paramètres comme le type de pile utilisé dans le dispositif et la charge résistive dans laquelle le dispositif est déclenché peuvent faire changer considérablement les résultats obtenus lors de la mise à l'essai d'une AI (Adler *et al.*, 2013). De plus, les conditions météorologiques et la température peuvent entraîner des ratés des AI et produire lors des essais des résultats variables non conformes aux spécifications techniques de l'industrie (MDN Canada, 2013). Certains chercheurs ont essayé de définir et d'énoncer clairement des protocoles d'essai pour les AI (Adler *et al.*, 2013), mais il y a peu d'indications que différents organismes au Canada et à l'étranger se livrent régulièrement à des essais normalisés. L'adoption d'un protocole systématique de mise à l'essai des décharges électriques des AI aiderait à assurer que chaque situation fait intervenir l'utilisation de dispositifs fonctionnant selon les normes prévues, bien qu'il resterait probablement difficile de prendre en compte les différentes circonstances entourant les situations individuelles de recours à la force.

7.5 INSUFFISANCE DU FINANCEMENT DE LA RECHERCHE INDÉPENDANTE SUR LES ARMES À IMPULSIONS

Dans toute étude de recherche, il pourra y avoir conflit d'intérêts si une organisation à but lucratif qui a un intérêt particulier dans les résultats de l'étude participe au financement de celle-ci. Dans le cas d'un chercheur individuel, un conflit d'intérêts pourra surgir si les responsabilités liées à la recherche entrent en contradiction avec les intérêts personnels, commerciaux ou financiers du chercheur. Le fait que des chercheurs reçoivent des sommes d'argent ou d'autres avantages à l'égard de produits qu'ils étudient pourra entacher leur jugement dans la conception et la réalisation éthiques des recherches et dans l'interprétation des résultats (Trois Conseils, 2010). Par conséquent, il est important que les chercheurs veillent à la transparence et qu'ils divulguent la source de financement

de leurs études ainsi que l'information concernant leurs liens avec toute organisation concernée. La déclaration d'un tel conflit d'intérêts à l'égard d'une étude n'aura pas pour effet d'invalider ses résultats, mais elle amènera le lecteur à faire preuve d'un surcroît d'attention au moment d'évaluer l'objectivité de l'étude et de mettre au jour de possibles biais qui auraient un effet sur l'interprétation et l'application des résultats.

La plupart des recherches concernant les AI ont porté sur deux dispositifs de la société TASER® International, à savoir le X26™ et le M26™. Les membres des forces de l'ordre et les membres civils de diverses administrations partout dans le monde utilisent également d'autres dispositifs comme les TASER® X2™ et X3™, le Karbon MPID™, fabriqué par la société Karbon Arms®, et le Mark 63 Trident™, fabriqué par la société Aegis® Industries, mais les spécifications techniques et les effets sur la santé de ces modèles ne sont pas clairement connus. Des examens de la littérature ont fait ressortir que la société TASER® International, qui fabrique les populaires modèles d'armes à impulsions TASER®, a financé un certain nombre d'études sur l'efficacité des dispositifs (Adler *et al.*, 2010). Certains chercheurs se sont intéressés tout particulièrement au phénomène. Ils ont constaté que 23 des 50 études (46 %) incluses dans leur échantillon avaient été présentées comme des études financées par TASER® ou réalisées en affiliation avec TASER® et que ces études étaient 17,6 fois plus susceptibles que les études indépendantes de conclure qu'un dispositif TASER® est sécuritaire (Azadani *et al.*, 2011). Il ne faut pas nécessairement en déduire que les résultats de toute étude faite en affiliation avec la société TASER® sont biaisés, mais cela pourrait être le signe d'une publication sélective des résultats de recherches concluant au caractère sécuritaire des dispositifs de la société TASER® International. De même, les recherches faisant ressortir de possibles effets nocifs des AI pourront être réalisées de préférence par des chercheurs susceptibles de tirer un avantage de résultats défavorables aux fabricants (gains financiers tirés de services-conseils juridiques, avancement d'une carrière universitaire, invitations à présenter des conférences, etc.), bien qu'aucune preuve scientifique ne vienne étayer une telle affirmation. Qui plus est, tout biais pourra découler de la façon dont les questions de recherche en tant que telles sont formulées, ce qui accroîtra la probabilité d'arriver à certaines conclusions même si l'intégrité de la recherche n'est pas mise en doute.

Qu'il y ait biais ou non, un auteur qui entretient ou paraît entretenir une relation antagoniste ou autre avec des fabricants est bien en situation de conflit d'intérêts possible, situation qu'il devrait divulguer par souci de transparence et pour aider le lecteur dans l'interprétation des résultats de son travail. Dans son examen de la littérature, le comité d'experts a bien souvent eu de la difficulté à déterminer avec certitude s'il y avait conflit d'intérêts, et ce manque de transparence a rendu délicate l'interprétation des conclusions des études.

La déclaration des sources de financement est également bénéfique lorsque l'industrie donne des fonds à des organismes qui appuient des initiatives de recherche, situation qui est moins probable mais n'en constitue pas moins une source indirecte de conflit d'intérêts possible. Par exemple, l'Association internationale des chefs de police a appuyé la production et la parution d'un certain nombre de rapports traitant des procédures adéquates de sélection, d'acquisition et d'utilisation des AI, mais a aussi reçu des dons importants de fabricants d'AI (Johnson, 2012). Ces sources de financement se doivent d'être déclarées pour permettre l'interprétation des études réalisées avec le soutien d'un organisme. Les études financées par l'industrie ont leur importance et peuvent tout de même être reconnues quand elles reposent sur des fondements scientifiques robustes, mais elles présentent des lacunes au regard des données probantes sur les AI par comparaison avec les recherches indépendantes sur les AI réalisées par des organismes sans liens financiers ou autres avec l'industrie des AI, ou par des chercheurs qui ne retireront aucun avantage de critiques à l'endroit de cette industrie. La transparence et l'indépendance dans la formulation des questions et dans l'examen de celles-ci seront importantes pour bâtir dans l'avenir une solide base de connaissances concernant les armes à impulsions.

8

Stratégies intégrées pour combler les lacunes dans l'information probante sur les armes à impulsions

- Normalisation et centralisation de l'enregistrement des incidents comportant le recours à une arme à impulsions
- Possibilité d'une évaluation médicale complète après l'exposition à une arme à impulsions
- Amélioration de l'accessibilité, du partage et de l'intégration des connaissances issues de différentes disciplines
- Appui aux études multi-sites à grande échelle fondées sur des populations
- Amélioration de la compréhension des risques liés aux armes à impulsions par comparaison avec les autres interventions comportant le recours à la force
- Compréhension des spécifications des armes à impulsions fabriquées par un éventail de sociétés
- Poursuite de recherches expérimentales en laboratoire conformes à l'éthique concernant les armes à impulsions

8 Stratégies intégrées pour combler les lacunes dans l'information probante sur les armes à impulsions

Principales constatations

- Il serait possible de combler les lacunes dans la recherche sur les AI en adoptant une série de stratégies intégrées qui favoriseraient un suivi, une surveillance et une production de rapports améliorés, la réalisation d'études épidémiologiques fondées sur des populations, ainsi que la poursuite de recherches expérimentales en laboratoire conformes à l'éthique.
- La normalisation et l'enregistrement centralisé de l'information sur les incidents comportant le recours à une AI, conjugués à la réalisation d'examen médicaux innovateurs immédiatement après les incidents, aideraient à améliorer la qualité des recherches futures concernant les incidences sur la santé de l'exposition aux AI.
- Le fait d'améliorer, de manière éthique et responsable, l'accès à l'information ainsi que le partage et la comparabilité de l'information en ce qui concerne le recours aux AI et les autres interventions de recours à la force permettrait de renforcer le corpus de données probantes sur les AI. Il serait également utile de mettre l'accent sur l'amélioration de la compréhension des risques associés aux AI par comparaison avec les autres interventions possibles.
- La réalisation de recherches plus robustes et plus objectives sur les diverses spécification et normes de rendement des AI aiderait à améliorer la compréhension des effets sur la santé de ces dispositifs.

Le comité d'experts s'est vu demander de déterminer quelles recherches devraient être menées pour combler les lacunes dans les connaissances sur les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des armes à impulsions (AI). Comme il a été montré aux chapitres précédents, les recherches récentes ont fait ressortir une association entre l'utilisation des AI et divers effets physiologiques et incidences sur la santé, mais les explications possibles concernant ces relations restent multiples en raison des limites de la recherche et des effets des facteurs de confusion. Au chapitre 7, le comité d'experts a par la suite cerné les grandes lacunes et déterminé des questions de recherche particulières. Le comité d'experts est d'avis qu'il sera possible de répondre à ces questions en appliquant une série de stratégies intégrées, étayées par un suivi, une surveillance et une production de rapports améliorés ainsi que par des études épidémiologiques fondées sur des populations. Le présent chapitre met de l'avant certaines considérations qui pourraient servir de fondement à une telle réponse intégrée.

8.1 NORMALISATION ET CENTRALISATION DE L'ENREGISTREMENT DES INCIDENTS COMPORTANT LE RECOURS À UNE ARME À IMPULSIONS

Normalisation de la production de rapports

La première chose à faire pour comprendre et comparer les situations de recours à la force en général, et celles qui font intervenir des AI en particulier, consisterait à établir une définition commune d'un événement comportant le recours à la force. Il conviendrait ensuite d'adopter une méthode standard de production de rapports qui permettrait aux policiers et au personnel médical de consigner un minimum d'information, ce qui assurerait l'enregistrement des mêmes détails au sujet de chaque événement et rendrait possible une comparaison de divers paramètres à l'échelle d'une population. Au Canada, un tel processus supposerait la participation des organismes d'exécution de la loi et de sécurité publique, ainsi que du personnel médical œuvrant dans les administrations fédérale, provinciales, territoriales et municipales, et il ne pourrait être mené à bien que dans la collaboration et la coopération. L'utilisation de formulaires standard par les forces de l'ordre aussi bien que par le personnel médical, conjuguée à l'adoption d'une méthode pour relier l'information sur l'incident lié à l'utilisation d'une AI à l'information sur l'état de santé du sujet, élargirait les moyens dont disposent les enquêteurs et améliorerait la qualité de l'information produite. La normalisation de la production des rapports aiderait aussi à enrichir la base de connaissances d'autres administrations à l'extérieur du Canada.

Création d'un dépôt central d'information sur les événements de recours à la force au Canada

Pour comprendre la prévalence des complications médicales et les facteurs particuliers qui permettent de les prédire, il faut avoir la capacité d'évaluer les événements de recours à la force qui aboutissent à des problèmes de santé, comme la mort subite en détention, et ceux qui n'y aboutissent pas. L'acquisition de cette capacité serait facilitée par la mise en place d'un registre pancanadien des événements de recours à la force qui recenserait les complications médicales. Il serait ainsi possible de faire une évaluation ciblée des situations où sont observés des effets nocifs sur la santé, indépendamment de l'utilisation d'une AI, tout en limitant les effets du biais de déclaration et d'enregistrement sur l'interprétation des événements de recours à la force. Un échantillon de données fondé sur une vaste cohorte d'incidents consécutifs enregistrés de manière uniforme permettrait de faire ressortir les événements défavorables et fournirait un fondement adéquat pour évaluer les liens scientifiques en fonction de différents cofacteurs ou caractéristiques des événements (p. ex. le nombre de décharges ou les caractéristiques du sujet) et résultats (p. ex. la mort subite en détention ou une blessure grave) si les liens en question se manifestaient de manière soutenue.

8.2 POSSIBILITÉ D'UNE ÉVALUATION MÉDICALE COMPLÈTE APRÈS L'EXPOSITION À UNE ARME À IMPULSIONS

Participation du personnel médical à l'évaluation des effets

Les individus qui sont exposés à une AI ou une autre intervention comportant le recours à la force n'ont pas tous besoin de soins ou traitements médicaux après l'événement. Quoiqu'il en soit, lorsque des sujets sont amenés à l'hôpital pour une évaluation, il serait utile que les professionnels de la santé les plus susceptibles de les rencontrer (p. ex. les médecins des urgences) bénéficient d'indications au sujet des effets associés aux caractéristiques du déploiement d'une AI et des blessures et changements physiologiques particuliers qui sont les plus pertinents à évaluer au moment de donner des soins à ces personnes (p. ex. la présence d'une acidose métabolique, la rhabdomyolyse, l'arythmie cardiaque, une lésion de la colonne vertébrale ou des perforations musculo-squelettiques). S'ils étaient munis d'une connaissance des cofacteurs pertinents et des complications possibles d'une exposition à une AI, les professionnels de la santé pourraient se livrer plus régulièrement à des examens médicaux détaillés en vue d'évaluer les effets physiologiques de l'exposition à une AI (p. ex. des tests pour déceler l'utilisation de médicaments ou de drogues, la détermination des antécédents médicaux, des tests d'imagerie pour détecter les lésions musculo-squelettiques ou encore des électrocardiographies). En plus d'améliorer la qualité et la rapidité des soins aux patients, l'administration plus régulière de tests médicaux aurait pour avantage de renforcer les efforts de surveillance à l'égard des effets plus généraux des AI.

Utilisation de nouvelles technologies à l'appui des procédures d'essai

Selon l'opinion la plus répandue dans la littérature, si une AI est à l'origine de certains effets sur la santé tels qu'une arythmie cardiaque, ces effets devraient se faire sentir de quelques secondes à quelques minutes après la décharge. Sur le terrain, le contrôle cardiaque se fait habituellement plusieurs minutes après la dernière décharge d'AI (Swerdlow *et al.*, 2009). Une technologie qui permettrait d'enregistrer le rythme cardiaque de manière instantanée et automatique après l'exposition à une AI aiderait à déterminer si l'AI est responsable de toute perturbation du rythme cardiaque. Par exemple, il serait utile que les fléchettes des AI elles-mêmes puissent enregistrer les données électrocardiographiques après qu'elles aient été déployées et se soient logées dans le corps du sujet. Il serait également possible d'incorporer aux dispositifs une technologie d'enregistrement vidéo qui recueillerait des informations sur les circonstances du déploiement de l'AI (certains dispositifs sont déjà dotés de tels accessoires vidéo (NSWO, 2008)).

8.3 AMÉLIORATION DE L'ACCESSIBILITÉ, DU PARTAGE ET DE L'INTÉGRATION DES CONNAISSANCES ISSUES DE DIFFÉRENTES DISCIPLINES

Amélioration de l'accès aux dossiers

L'accès aux dossiers médicaux et dossiers des organismes d'exécution de la loi est régi par des règlements sur la protection des renseignements personnels. L'étude des relations entre les AI et les résultats en matière de santé suppose un examen des dossiers des organismes d'exécution de la loi et des dossiers de pré-hospitalisation, dossiers de salle d'urgence et autres dossiers médicaux. Des protocoles de recherche et des processus d'examen qui respecteraient les impératifs de protection des renseignements personnels tout en permettant des recherches sur les événements de recours à la force et les effets sur la santé seraient utiles au milieu de la recherche. Par exemple, du fait des restrictions actuelles, les chercheurs ne peuvent avoir accès aux dossiers relatifs à une sous-population importante, celle des personnes d'âge mineur. Il serait utile de donner aux chercheurs un accès à l'information disponible, autant qu'il est raisonnablement possible de le faire dans le respect de l'éthique, pour pouvoir cerner des associations ou des relations de causalité entre les AI et les effets sur la santé, et mener d'autres études fondées sur des populations qui aideraient à l'avancement du savoir. Par souci de respect de la vie privée des individus, il faudrait veiller à présenter les données forme agrégée.

Échanges d'information

Présentement, l'établissement de liens entre les données des organismes d'exécution de la loi et celles des hôpitaux est très limité, voire inexistant. Bien souvent, les données recueillies sont de peu d'utilité du point de vue médical. Il n'existe pas de procédure officielle d'établissement de liens à l'égard des appels à la police qui débouchent sur l'utilisation d'une AI ou d'autres formes de recours à la force et, ultérieurement, sur une visite à l'hôpital. En outre, il n'y a pas de couplage de données entre les différents organismes d'exécution de la loi ou entre les praticiens de la santé (bien qu'il soit possible d'utiliser les numéros des cartes d'assurance-maladie provinciales pour confirmer l'information relative aux dossiers de santé). L'absence de partage d'information entre les organismes d'exécution de la loi et les organismes de soins de santé limite l'examen des effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI au Canada. Les organismes canadiens d'exécution de la loi n'ont pas compétence pour accéder aux dossiers médicaux des sujets et ne peuvent faire un suivi des résultats particuliers d'un événement de recours à la force ou du déploiement d'une AI, à moins que le sujet autorise expressément un tel suivi et fournisse l'information pertinente. De même, les médecins généralistes n'ont pas accès aux dossiers ou à l'information

des organismes d'exécution de la loi, au-delà de l'information qui est transmise au moment où une personne est confiée à un établissement de soins de santé. Par conséquent, sauf dans le cadre de protocoles de recherche, l'un ou l'autre groupe ne peut assurer un suivi exhaustif des effets physiologiques et incidences sur la santé subis par un sujet exposé à une arme à impulsions.

Dans les autres administrations, par exemple aux États-Unis, les organismes d'exécution de la loi ont des conseillers médicaux qui participent aux enquêtes sur les plaintes des sujets ou sur les blessures qu'ils subissent, et on leur donne accès aux dossiers médicaux pour faciliter une tenue des dossiers mieux intégrée. Le Canada pourrait bénéficier d'initiatives de ce type. L'établissement de liens entre les éléments d'information sur différents modes de recours à la force et sur la façon dont ils influent sur la santé des individus pourrait encourager l'étude d'un éventail de phénomènes pertinents et accroître le nombre de publications de grande qualité.

Enrichissement et partage des connaissances issues de diverses disciplines

Certains des effets physiologiques et incidences sur la santé subis par les individus qui sont soumis aux AI n'ont eux-mêmes pas été bien étudiés. Par conséquent, il est difficile d'essayer de déterminer pourquoi ou comment ils peuvent jouer un rôle dans les incidents de recours à la force. Par exemple, le syndrome du délire aigu reste un sujet controversé, et les défis associés au diagnostic peuvent également rendre difficile l'étude de ses liens avec l'exposition à une AI. De plus, des recherches ont montré que les individus atteints de troubles mentaux sont plus susceptibles de subir des complications cardiaques que les individus non touchés par de tels troubles, mais les raisons de l'accroissement du risque ne sont pas claires (Bensenor *et al.*, 2012; Chauvet-Gelinier *et al.*, 2013). La collecte de renseignements supplémentaires sur ces relations, conjuguée au partage des connaissances entre différentes disciplines médicales, aiderait à mettre au jour le lien possible entre la maladie mentale et les décès reliés aux AI. Au bout du compte, une meilleure compréhension des causes des états pathologiques pertinents dans le contexte de l'utilisation des AI ainsi que des facteurs de risques associés aux conditions connexes mènerait à une meilleure connaissance de la façon dont les AI peuvent influencer sur les possibles effets physiologiques et incidences sur la santé.

8.4 APPUI AUX ÉTUDES MULTI-SITES À GRANDE ÉCHELLE FONDÉES SUR DES POPULATIONS

Réalisation d'études multinationales et multi-sites

Les défis reliés au déploiement des AI et à l'évaluation des effets physiologiques et incidences sur la santé ne sont pas propres à une administration en particulier. Il serait possible d'enrichir notre base de connaissances par la tenue d'études prospectives multinationales robustes fondées sur des populations, dans lesquelles des professionnels de la santé de diverses disciplines recevraient une formation sur la nature et l'étendue des lésions causées par les AI et se livreraient à des examens médicaux uniformes, complets et détaillés auprès d'individus qui ont été exposés à des AI. De telles études collaboratives comprendraient des évaluations détaillées des divers facteurs qui entrent en jeu lors du déploiement d'une AI, et elles feraient appel à des méthodologies statistiques appropriées pour évaluer les facteurs directs et indirects et leur force relative. Par ailleurs, l'inclusion de sites où les AI ne sont pas utilisées ouvrirait la voie à des comparaisons dans le cadre de ces études (voir par exemple PERF, 2009). De même, l'évaluation des résultats avant et après l'introduction des AI à un endroit donné pourrait également se révéler utile (voir par exemple Smith *et al.*, 2010).

Enrichissement des connaissances sur diverses populations potentiellement vulnérables

Le fait de réaliser davantage d'études fondées sur des populations pourrait aider à enrichir les connaissances concernant les effets des AI sur la santé de populations vulnérables comme les personnes atteintes de maladie mentale, sans qu'interviennent les contraintes éthiques posées par les études expérimentales en laboratoire. En général, il n'est pas pratique d'obtenir un consentement éclairé volontaire aux fins de telles études auprès de certaines populations, le rapport risques-avantages est inacceptable, et le besoin de faire progresser le savoir scientifique entre en conflit avec le devoir naturel de protéger les droits des personnes jugées vulnérables.

En outre, des études fondées sur des populations qui seraient assorties de protocoles bien conçus et d'exigences de confidentialité présenteraient un risque minimal pour les individus vulnérables concernés. Étant donné que l'information figurerait déjà dans les dossiers existants (p. ex. dans les dossiers des forces de l'ordre et des salles d'urgence), il serait possible de la normaliser et de l'analyser

aux fins des études sans créer de fardeau ou de risque juridique supplémentaire pour les participants. Les études portant sur le risque de mortalité associé aux événements de recours à la force pourraient se fonder sur l'information contenue dans les dossiers des coroners, dossiers dont l'acquisition entraînerait peu de risques supplémentaires. La présentation des données sous forme agrégée renforcerait encore davantage l'anonymat des individus concernés et la protection de leurs renseignements personnels.

Incitation à la recherche fondée sur la surveillance adaptative et inclusive

Les études multicentriques bien conçues fondées sur des populations comportent bien souvent des protocoles de recherche qui évaluent les effets physiologiques et incidences sur la santé dans plusieurs collectivités. S'il se produit un événement lié à une AI qui tombe hors du champ du protocole de recherche (p. ex. un incident qui arrive dans une collectivité voisine où les événements pourront ne pas être consignés d'une manière comparable à celle employée dans l'étude), l'information n'est souvent pas recueillie de façon telle qu'il soit possible de l'utiliser dans une étude de recherche. Il serait utile, pour permettre une analyse scientifique et des comparaisons fiables des différents événements, que les protocoles de recherche prévoient des méthodes dynamiques de collecte de l'information probante qui prendraient en compte les événements imprévus (et leurs caractéristiques) qui surviennent dans les collectivités voisines pendant la collecte des données. L'adoption par les différents organismes de mécanismes de tenue de dossiers normalisés favoriserait également la comparabilité et l'inclusion dans de telles situations.

8.5 AMÉLIORATION DE LA COMPRÉHENSION DES RISQUES LIÉS AUX ARMES À IMPULSIONS PAR COMPARAISON AVEC LES AUTRES INTERVENTIONS COMPORTANT LE RECOURS À LA FORCE

Comparaison des morts subites en détention reliées et non reliées à des incidents comportant le recours à une AI

Pour faire la lumière sur la question de savoir si les AI contribuent aux morts subites en détention, il serait utile de comparer les taux de morts subites en détention dans les événements de recours à la force qui comportent l'utilisation d'une AI avec les taux enregistrés en l'absence de recours à une AI. De telles données ne sont pas disponibles actuellement. Comme la collecte de ces données ne nécessiterait pas la réalisation d'expériences contraires à l'éthique, mais plutôt le rassemblement diligent des détails entourant les situations

de recours à la force, elle serait chose possible. Si les taux de décès étaient similaires dans des populations similaires indépendamment de l'utilisation ou de la non-utilisation d'une AI, il serait possible d'affirmer que les AI ne présentent pas un risque supérieur à n'importe quel autre facteur dans un événement de recours à la force.

Étude du risque lié à la non-utilisation des AI

Le comité d'experts avait pour mandat d'examiner les effets physiologiques et incidences sur la santé qui se présentent lors de l'utilisation des AI uniquement. Cependant, comme l'ont souligné de précédents comités d'experts (MJNE, 2008b; NIJ, 2011), les AI se présentent en parallèle avec de nombreux autres dispositifs et interventions possibles qui sont à la disposition des forces de l'ordre et du personnel de la sécurité publique. Par conséquent, « le risque associé au déploiement des AI ne doit pas être examiné isolément, mais en relation avec les risques associés aux autres interventions possibles » [traduction] (NIJ, 2011). Toute intervention liée à l'exécution de la loi s'accompagne d'un certain risque de blessures, pour l'agent aussi bien que pour le suspect. Certaines études ont donné à penser qu'en comparaison avec les autres méthodes moins mortelles de recours à la force, comme les aérosols chimiques, les coups de matraque et les chiens de police, les AI présentent un risque de blessure plus faible pour le suspect (Jenkinson *et al.*, 2006). D'autres études ont fait ressortir des réductions uniformes des blessures subies par les suspects quand des AI étaient utilisées, de même que des réductions des blessures chez les agents après l'adoption des dispositifs (PERF, 2009; Smith *et al.*, 2010). À l'opposé, des chercheurs ont également constaté que les suspects étaient plus susceptibles de subir des blessures à la suite du déploiement d'une AI qu'après le recours à des techniques de contrainte manuelles modérées ou intenses, et à l'aérosol chimique. De même, le risque de blessures s'accroissait quand l'AI était utilisée en combinaison avec d'autres modes de recours à la force (Paoline III *et al.*, 2012). À la lumière de ces constatations contradictoires, certaines questions importantes continuent de se poser.

- Comment le risque lié à l'utilisation d'une AI dans une situation donnée se compare-t-il au risque lié à la non-utilisation d'une AI dans la même situation, en ce qui concerne les blessures pour l'agent, le suspect et les passants qui peuvent être présents?
- Quand les AI sont comparées aux autres interventions comportant le recours à la force, en quoi les risques de blessures et la gravité possible des blessures diffèrent-ils?
- Est-il préférable de promouvoir une intervention qui présente un risque supérieur de décès mais un taux inférieur de blessures, ou une option qui présente un risque inférieur de décès mais un taux supérieur de blessures?

Ces questions, pour lesquelles on ne possède pas de réponses claires, vont bien au-delà de la portée du mandat du comité d'expertes, mais elles n'en sont pas moins importantes. Pour que les risques liés aux AI en comparaison avec les autres types d'interventions puissent être évalués adéquatement, les futures études devraient tenir compte de l'administration concernée, du contexte, des techniques et protocoles de recours à la force en place ainsi que des effets nocifs sur la santé connexes, dont la morbidité, la gravité de celle-ci et la mortalité. La collecte d'information sur la morbidité, la gravité de celle-ci et la mortalité chez l'agent qui intervient et chez les passants pourrait également être bénéfique aux évaluations.

8.6 COMPRÉHENSION DES SPÉCIFICATIONS DES ARMES À IMPULSIONS FABRIQUÉES PAR UN ÉVENTAIL DE SOCIÉTÉS

Amélioration de la compréhension des spécifications de divers dispositifs

La plupart des recherches concernant les AI ont porté sur deux dispositifs de la société TASER® International, à savoir le X26™ et le M26™. Les membres des forces de l'ordre et les membres civils de diverses administrations dans différentes régions du monde utilisent également d'autres dispositifs comme les TASER® X2™ et X3™, le Karbon MPID™, fabriqué par la société Karbon Arms®, et le Mark 63 Trident™, fabriqué par la société Aegis® Industries. Bien que les spécifications techniques de chacun de ces modèles ne soient pas toujours bien connues, on sait que les formes d'onde des décharges et les caractéristiques de ces divers dispositifs peuvent avoir différents effets physiologiques et incidences sur la santé. Comme les spécifications des divers dispositifs varient et qu'elles sont en évolution constante, il est possible que les différences dans les caractéristiques des dispositifs soient suffisantes pour que les données sur la sécurité applicables à une arme en particulier ne reflètent pas directement le profil de sécurité d'un dispositif nouveau ou différent. En étudiant et en comparant ces différents dispositifs, les chercheurs pourraient acquérir une meilleure compréhension de la façon dont des AI délivrant des décharges distinctes peuvent être associées à des effets physiologiques variables dans leur nature et leur intensité. Un scénario utile consisterait en une étude auprès d'un grand échantillon incluant des groupes qui seraient évalués après l'exposition à divers types d'AI, et en fonction de variables de rendement variables des dispositifs.

Établissement de protocoles d'essai de rendement et d'approbation

Les AI sont conçues pour délivrer certaines décharges chaque fois qu'elles sont utilisées. Cependant, les paramètres de rendement peuvent varier en fonction de facteurs comme l'environnement d'utilisation (p. ex. par temps froid), le type de source d'alimentation (p. ex. des piles NiMH par opposition à des piles alcalines) et la capacité du dispositif de maintenir son rendement au fil du temps (MDN Canada, 2013). Certains chercheurs ont essayé de définir et d'énoncer clairement des protocoles d'essai pour les AI de manière à assurer l'existence de méthodes standard pour évaluer le rendement des dispositifs au fil du temps (Adler *et al.*, 2013). Si de tels protocoles étaient en place et que les procédures d'essai étaient appliquées de manière continue, les organismes d'exécution de la loi pourraient s'assurer que les dispositifs fonctionnent comme prévu, et soumettre à de nouveaux tests tout dispositif utilisé dans un incident ayant résulté en des effets nocifs sur la santé afin de déterminer si le dispositif pourrait par inadvertance avoir mal fonctionné. L'application de normes adéquates pour assurer le bon fonctionnement des dispositifs aurait également pour effet d'améliorer la capacité de comparer, pour un même organisme ou des organismes différents, des incidents ayant comporté le recours à une AI et résulté en des effets nocifs sur la santé, car les chercheurs auraient l'assurance que les dispositifs ont fonctionné de façon similaire dans différents contextes (Adler *et al.*, 2013). Pour permettre une évaluation adéquate des relations entre les AI et les effets physiologiques et incidences sur la santé, il serait utile que les chercheurs et le personnel des forces de l'ordre s'assurent que les dispositifs fonctionnent comme prévu, cela de manière uniforme en fonction de divers incidents, types d'exposition et contextes.

8.7 POURSUITE DE RECHERCHES EXPÉRIMENTALES EN LABORATOIRE CONFORMES À L'ÉTHIQUE CONCERNANT LES ARMES À IMPULSIONS

Bien que le fait d'améliorer la surveillance, le contrôle et la production de rapports puisse apporter des connaissances plus prometteuses et plus pertinentes, il pourrait être possible de tirer certains avantages d'un appui continu à des études de recherche expérimentale menées dans le respect de l'éthique au moyen de modèles animaux et humains.

Appui à d'autres recherches fondées sur des modèles animaux

Bon nombre des défis que présente l'utilisation des résultats des recherches sur les AI auprès des animaux pour comprendre les incidences de ces dispositifs sur les populations humaines sont les mêmes que dans l'étude de la plupart des phénomènes auprès d'autres espèces. Certaines différences d'ordre génétique, anatomique et physiologique entre les humains et les animaux ne peuvent être surmontées, de sorte que l'applicabilité des résultats pourra toujours être mise en doute. Les recherches actuelles en ce domaine ajoutent peu à l'information probante sur les dispositifs à impulsions. Malgré ces lacunes, les études sur des animaux peuvent aider à comprendre comment certaines conditions communes aux incidents comportant le recours à une AI influent sur la relation entre les AI et les effets sur la santé. Les recherches simulant l'utilisation de substances illicites (Lakkireddy *et al.*, 2006) et la réaction au stress (Nanthakumar *et al.*, 2006) sont des exemples de telles études. Pour améliorer la qualité des futures études sur les relations entre les AI, les effets sur la santé et les cofacteurs connexes, il faudra s'assurer d'utiliser des échantillons de taille importante, dans des expériences bien conçues et comportant des groupes témoins adéquats. Il faudra faire en sorte de limiter le plus possible la douleur et la détresse imposées aux animaux, et si cela n'est pas possible, il conviendra de faire déterminer la valeur de l'étude dans le cadre d'une évaluation externe indépendante (CCPA, 1989).

Appui à d'autres recherches auprès de populations humaines

Des chercheurs ont réalisé des études qui reproduisaient les conditions observées sur le terrain en exposant des sujets humains à des décharges d'AI après un effort physique (Ho *et al.*, 2011a) ou la consommation d'alcool (Moscati *et al.*, 2010). Sans ignorer les contraintes éthiques liées aux recherches en laboratoire et la valeur de ce qui peut être appris à partir d'études fondées sur des populations, il pourrait être bon de poursuivre l'élaboration d'études de recherche sur l'humain auprès de populations moins homogènes (p. ex. des sujets présentant divers états physiologiques), avec des échantillons de plus grande taille, et en utilisant des groupes témoins. Qui plus est, il pourrait être utile de fournir aux chercheurs engagés dans toute étude future sur les AI une meilleure orientation sur les aspects éthiques de la recherche et des essais liés aux armes auprès de diverses populations. En l'absence de vastes ensembles de données sur les humains, il serait également possible d'élaborer des techniques de rechange qui feraient appel à des échantillons de taille réduite, assortis de modèles efficaces et robustes de prévision des blessures possibles. Les études de recherche sur l'humain pourraient être complétées dans l'avenir de modèles informatiques qui feraient appel à des approches novatrices de l'évaluation des cofacteurs possibles (p. ex. des modèles informatiques bi-domaines).

9

Résumé et conclusions

- Quel est l'état actuel des connaissances scientifiques sur les incidences médicales et physiologiques de l'utilisation des armes à impulsions?
- Quelles lacunes scientifiques persistent quant à ces incidences?
- Quelles recherches doivent être menées pour combler ces lacunes?
- Réflexions finales

9 Résumé et conclusions

Le présent chapitre résume les principales constatations issues de l'examen, des délibérations et de l'évaluation de l'information probante sur les effets physiologiques et incidences sur la santé des armes à impulsions (AI) auxquels le comité d'experts s'est livré. Il présente ces constatations en les organisant en fonction des trois questions qui formaient le mandat du comité d'experts, et il se conclut par les réflexions finales du comité d'experts sur les prochaines étapes de la recherche en ce domaine. Les réponses qui y sont présentées se fondent sur le jugement collectif du comité d'experts; elles représentent les réponses les plus exactes qui puissent être données compte tenu de l'état actuel des connaissances.

9.1 QUEL EST L'ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES SUR LES INCIDENCES MÉDICALES ET PHYSIOLOGIQUES DE L'UTILISATION DES ARMES À IMPULSIONS?

Depuis leur apparition à la fin des années 1990, les AI sont devenues l'une des nombreuses options de recours à la force qui s'offrent au personnel de l'exécution de la loi et de la sécurité publique au Canada. Actuellement, quelque 9 174 AI sont utilisées au Canada. Bien que leur nombre varie selon les endroits, toutes les administrations fédérales, provinciales et territoriales en font usage d'une façon ou d'une autre. En plus d'infliger de la douleur, les AI influent sur le système nerveux périphérique d'une manière telle qu'elles causent temporairement des contractions involontaires et non coordonnées des muscles squelettiques. Cette neutralisation est obtenue par l'application de brèves impulsions électriques répétées sur la peau et les tissus sous-cutanés au moyen de deux sondes métalliques. Suivant le principe qui guide le fonctionnement d'une AI, les impulsions électriques de courte durée délivrées par le dispositif sont très efficaces pour stimuler les nerfs moteurs et sensoriels, causant douleur et neutralisation, mais sont beaucoup moins efficaces pour stimuler le muscle cardiaque et causer des perturbations potentiellement fatales du rythme et de la capacité de pompage du cœur.

Selon l'information disponible sur la conception électrique et les caractéristiques des décharges électriques d'un nombre limité d'AI, ces dernières produisent des décharges suffisantes pour causer la douleur et la neutralisation voulues par la stimulation du système nerveux périphérique. Cependant, les spécifications des AI varient d'un dispositif à l'autre, et elles peuvent changer au fur et à mesure des utilisations et en fonction des conditions. De plus, les dispositifs à impulsions, et les différences entre eux, évoluent constamment, de sorte

que les connaissances liées à un modèle particulier ne sont pas nécessairement transposables à d'autres dispositifs et que les caractéristiques des dispositifs récents ne sont pas connues. Il faut tester chaque AI individuellement pour évaluer son rendement et comprendre le contexte et les conditions dans lesquels elle est utilisée.

La prise de décision concernant la sélection, l'acquisition et l'utilisation des AI ainsi que la tenue de dossiers sur les résultats de leur utilisation est surtout le fait des organismes et agents locaux d'exécution de la loi et de sécurité publique, et elle varie selon les différentes administrations municipales, provinciales ou d'État, et fédérales ou nationales, dans l'ensemble du Canada et à l'échelle internationale. De ce fait, il y a eu peu d'activités de documentation systématiques et normalisées permettant de recueillir des éléments d'information comparables sur l'utilisation des AI et les blessures, complications médicales ou décès connexes.

Malgré l'absence d'activités de surveillance, il y a eu diverses recherches scientifiques mettant l'accent sur de possibles effets physiologiques et incidences sur la santé imprévus associés à l'utilisation des AI. Plusieurs études de cas individuels et études fondées sur des populations ont donné à penser que des blessures physiques superficielles sont bien souvent associées au déploiement des AI et qu'elles sont surtout causées par les sondes des dispositifs, et parfois aussi par des contractions musculaires intenses et les chutes qui s'ensuivent. Bien que l'occurrence des blessures physiques superficielles soit très élevée, les blessures de ce type présentent rarement un risque important de morbidité et de mortalité, et les études de cas révèlent que les blessures physiques plus graves sont rares. Gardant à l'esprit le fait que toute intervention des forces de l'ordre s'accompagne d'un certain risque de blessures physiques pour le suspect concerné, le comité d'experts a décidé de ne pas examiner dans le détail la question des blessures physiques.

Les autres effets sur la santé associés aux décharges électriques des AI n'ont pas été aussi bien documentés ou étudiés. Dans leur évaluation de l'information probante limitée qui est disponible, les membres du comité d'experts se sont entendus pour dire que les effets physiologiques et incidences sur la santé les plus préoccupants dans le contexte du déploiement des AI étaient ceux qui pouvaient être considérés comme des mécanismes possibles de mort subite inattendue. Parmi ceux-ci figurent l'activation de la réaction humaine au stress, l'accumulation d'hormones liées au stress comme les catécholamines, les perturbations de la respiration et la possibilité d'acidose métabolique et respiratoire, le risque de perturbation du fonctionnement naturel du cœur, ainsi que la possibilité d'arythmie.

Plusieurs constatations sont ressorties de l'examen par le comité d'experts de la littérature limitée qui est disponible concernant chacun de ces effets possibles, dont la majorité touchent le cœur.

- Bien qu'un nombre limité d'études suggèrent que l'exposition à une AI peut induire la réaction au stress et faire augmenter les niveaux d'hormones, la pertinence clinique des augmentations en question est incertaine. De plus, on ne sait pas avec clarté dans quelle mesure la décharge d'une AI vient ajouter aux niveaux élevés de stress que subit déjà un individu impliqué dans un scénario d'arrestation.
- Des études auprès d'animaux soumis à des décharges prolongées ou répétées d'une AI ont fait ressortir la possibilité de complications respiratoires (p. ex. une acidose prononcée). Les données expérimentales publiées ont révélé chez les sujets humains en santé des changements respiratoires comparables à ceux observés à la suite d'un effort physique vigoureux, mais il n'y a pas eu d'études auprès de groupes plus hétérogènes ou d'humains soumis à des décharges prolongées ou répétées.
- Certaines études sur des animaux ont donné à penser que les AI peuvent induire une arythmie cardiaque fatale quand sont présentes, isolément ou en combinaison, certaines caractéristiques de décharge : un emplacement des sondes d'un côté et de l'autre du cœur (ce qui entraîne le passage du courant à travers le cœur), une pénétration profonde des sondes près du cœur, une charge accrue, des décharges prolongées ou des décharges répétées. Ces études faisaient ressortir la vraisemblance biologique d'effets nocifs sur la santé après l'exposition à une AI.
- Ont été observés chez les humains quelques cas où s'est présentée une relation temporelle entre l'utilisation d'une AI et l'arythmie cardiaque fatale, mais l'information probante disponible ne permet pas de confirmer ou d'exclure l'existence d'un lien de causalité. S'il existe un tel lien, la probabilité d'une arythmie cardiaque fatale est faible, mais il faudrait posséder davantage de données probantes pour confirmer l'existence de tout risque, et le cas échéant son ampleur.
- Les rôles de cofacteurs communs aux incidents réels comportant le recours à une AI (p. ex. l'intoxication, l'effort physique, la lutte ou la contrainte) et d'autres cofacteurs (p. ex. le type corporel ou les complications médicales préexistantes) susceptibles d'accroître la sensibilité aux effets nocifs n'ont pas été étudiés adéquatement en vue d'acquérir une bonne compréhension de la vulnérabilité chez les humains.

Les morts subites en détention qui découlent d'un événement de recours à la force sont habituellement associées à un scénario complexe qui fait intervenir l'agitation, la contrainte physique ou chimique, la désorientation, le stress ou l'effort physique, des cardiopathies préexistantes et la consommation de drogues ou d'alcool, autant de facteurs qui sont susceptibles de contribuer à un décès. De ce fait, il est difficile d'isoler la contribution d'un facteur en particulier. L'information probante indique que les caractéristiques électriques des décharges d'une AI pourraient contribuer à la mort subite en détention, mais aucun lien de causalité clair n'a été démontré au moyen d'études prospectives à grande échelle. Cependant, quelques rapports de coroner ont mentionné l'utilisation d'une AI comme cause principale de décès en l'absence d'autres facteurs quand il y avait eu exposition excessive. Certains ont soutenu que les AI pourraient peut-être jouer un rôle protecteur en mettant un terme à des situations qui pourraient autrement aboutir à une mort subite en détention. Compte tenu des limites et de la rareté de l'information probante, il n'est pas possible pour l'instant de confirmer ou d'exclure l'existence d'un lien de causalité clair entre l'utilisation des AI et la mort subite en détention. De plus, il n'existe pas suffisamment d'information probante pour déterminer si l'utilisation des AI accroît ou diminue la probabilité de mort subite en détention en la présence de cofacteurs comme la maladie mentale ou le syndrome du délire aigu. Si un lien de causalité existe de fait, la probabilité qu'une AI soit la seule cause d'une mort subite en détention est faible. L'importance du rôle que le dispositif pourrait jouer dans un décès donné n'est pas claire, et elle est fonction des cofacteurs qui entrent en jeu. Il faudrait mener des recherches plus poussées pour cerner plus clairement ces relations.

La portée de ces conclusions est limitée par un certain nombre de difficultés associées aux études de recherche expérimentale en laboratoire disponibles, dont l'extrapolation aux humains des résultats d'études fondées sur des modèles informatiques et animaux, le fait que les études sur des humains portaient surtout sur des sujets en santé qui ne représentent pas les diverses populations concernées dans les événements comportant le recours à une AI, l'absence de groupes témoins adéquats, l'absence de méthodologies expérimentales et mécanismes de surveillance variés et robustes (p. ex. du fait d'échantillons biaisés) et les faibles tailles des échantillons. Il faudrait réaliser des études à grande échelle fondées sur des populations qui refléteraient mieux la complexité des scénarios de déploiement des AI dans le monde réel, tout en tenant compte d'un éventail de cofacteurs possibles.

9.2 QUELLES LACUNES SCIENTIFIQUES PERSISTENT QUANT À CES INCIDENCES?

L'examen de l'information probante auquel s'est livré le comité d'experts a révélé que bon nombre d'aspects importants n'ont pas été étudiés à fond auprès des diverses populations ou dans les contextes opérationnels où les AI sont effectivement déployées, ce qui a fait ressortir plusieurs priorités pour les recherches à venir.

- Dans quelle mesure les caractéristiques électriques des AI causent-elles l'arythmie cardiaque et la mort subite en détention chez les humains quand le déploiement se fait dans des contextes opérationnels réels?
- Est-ce que certains groupes ou individus qui présentent des états pathologiques particuliers courent un risque accru de subir des effets néfastes reliés aux AI et, le cas échéant, quels principaux cofacteurs entrent en jeu?
- Quelles caractéristiques de conception et de déploiement des AI pourraient limiter le plus possible le risque d'effets néfastes sur la santé?

Le comité d'experts a en outre identifié et examiné cinq grandes lacunes dans la recherche et le savoir sur les AI en matière de santé, qui sont présentées ci-après.

Confiance dans l'établissement de relations causales directes

Il est fort improbable qu'une AI sera le seul facteur susceptible de causer des effets physiologiques et incidences sur la santé indésirables dans une situation de recours à la force faisant intervenir de nombreux facteurs. Par conséquent, il est difficile de déterminer la mesure dans laquelle les AI pourraient agir comme cause première d'effets néfastes sur la santé dans des situations réelles compte tenu des modèles d'étude disponibles et de la complexité que présente l'évaluation des situations multifactorielles dans lesquelles les AI sont déployées. Quand de si nombreux facteurs préjudiciables entrent en jeu dans un incident comportant le recours à une AI, il est difficile de soupeser l'effet relatif de chacun de ces facteurs. Cela limite grandement la capacité de tirer des conclusions définitives sur les liens de causalité.

Déterminer le délai requis pour que la probabilité soit établie

Actuellement, on ne connaît pas avec clarté le délai qui doit s'écouler entre une décharge d'AI et un effet sur la santé pour qu'il soit possible d'avancer qu'une blessure ou un décès est probablement relié à l'utilisation de l'AI. Plutôt que d'aborder la question du délai suivant une approche dichotomique, il serait utile d'utiliser un continuum de

probabilité fondé sur le moment où le résultat est observé après la décharge. Cela signifie plus précisément qu'à mesure que le moment d'occurrence du résultat s'éloigne du moment du déploiement, la probabilité que l'AI soit directement responsable de l'événement diminue, sans qu'elle passe soudainement d'un niveau élevé à un niveau faible à un moment précis dans le temps.

Comprendre les effets sur la santé pour diverses populations

Les études en laboratoire sur les AI présentent des contraintes éthiques, liées par exemple à des ratios risques-avantages inacceptables, à l'absence d'avantage thérapeutique direct pour les individus concernés, à la présence de douleur et à l'obtention d'un consentement éclairé volontaire. Ces préoccupations sont exacerbées dans le cas des individus potentiellement vulnérables. Dans un tel contexte, la détermination de la vulnérabilité est difficile, et il ne semble pas exister, en matière d'évaluation des risques, de structure, de données ou de méthodes permettant de cerner la nature ou de quantifier l'ampleur du risque accru d'effets néfastes sur la santé auquel ces populations sont soumises.

À ce jour, la recherche expérimentale en laboratoire sur les AI a surtout porté sur des porcs anesthésiés en santé et sur des volontaires humains en santé. Les études de ce type ne reproduisent pas les circonstances réelles d'une situation dynamique de recours à la force par les policiers, ce qui limite leur généralisabilité. Il pourrait être possible de surmonter ces contraintes d'ordre éthique avec des études à grande échelle sur le terrain fondées sur des populations, qui feraient intervenir la collecte uniforme et détaillée de renseignements sur les caractéristiques des sujets et sur les circonstances entourant les incidents de recours à la force, mais de telles études font défaut actuellement. Il en résulte une lacune dans les connaissances sur les effets physiologiques et incidences sur la santé chez diverses populations potentiellement vulnérables qui sont souvent visées dans les situations de recours à la force.

Absence de normalisation des pratiques en matière de production de rapports et de tenue de dossiers

L'absence de normalisation et le manque d'uniformité des pratiques en matière de production de rapports et de tenue de dossiers nuisent à une surveillance et à la tenue d'études basées sur des populations adéquates. Il existe peu de registres centraux contenant des comptes rendus uniformisés des incidents comportant le recours à une AI par les forces de l'ordre ou par le personnel médical. Les lacunes au regard des efforts de surveillance et des études

fondées sur des populations restreignent considérablement la capacité de tirer des conclusions fondées sur des données probantes concernant la relation entre l'utilisation des AI et les effets nocifs sur la santé.

Insuffisance du financement de la recherche indépendante sur les armes à impulsions

Bon nombre des études disponibles semblent avoir été réalisées dans un contexte où des fabricants d'AI ou des personnes en situation apparente de conflit d'intérêts ont agi en affiliation avec les chercheurs ou apporté un soutien. Parfois, les sources de financement ne sont pas clairement indiquées. Bien que de telles études puissent reposer sur un fondement scientifique solide, une perception de conflit d'intérêts nuit à leur acceptation généralisée. Il y a insuffisance du financement, de la mise sur pied et de la réalisation de recherches indépendantes par des organismes sans liens financiers ou autres avec des fabricants d'AI ou sans autres conflits d'intérêts perçus.

9.3 QUELLES RECHERCHES DOIVENT ÊTRE MENÉES POUR COMBLER CES LACUNES?

Le comité d'experts s'est vu demander de déterminer quelles recherches devraient être menées et quels mécanismes devraient être mis en place pour combler les lacunes dans les connaissances sur les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI. Le comité d'experts a conclu à la nécessité d'adopter une série de stratégies intégrées, étayées par des activités de suivi, de surveillance et de production de rapports ainsi que par des études épidémiologiques fondées sur des populations. Ci-après sont présentées certaines considérations qui pourraient servir de fondement à une telle réponse intégrée.

Normalisation et centralisation de l'enregistrement des incidents comportant le recours à une AI

Le fait d'établir des définitions communes d'un événement comportant le recours à la force et de l'utilisation d'une AI garantirait que les initiatives de tenue de dossiers réalisées au Canada et ailleurs dans le monde pourraient servir de fondement à des activités de surveillances et des études fondées sur des populations. Il conviendrait ensuite d'adopter une méthode standard de production de rapports qui permettrait aux policiers et au personnel médical de consigner un minimum d'information, ce qui assurerait l'enregistrement des mêmes détails au sujet de chaque événement et rendrait possible une comparaison de divers paramètres à l'échelle de la population. La création d'un dépôt central de l'information sur les événements de recours à la force au Canada faciliterait de surcroît la réalisation d'autres études.

Possibilité d'une évaluation médicale complète après l'exposition à une AI

Lorsque des sujets sont amenés à l'hôpital pour une évaluation, les professionnels de la santé les plus susceptibles de les rencontrer bénéficieraient d'indications au sujet des cofacteurs et des blessures et changements physiologiques particuliers qui sont les plus pertinents à évaluer au moment de donner des soins à ces personnes. Munis de telles connaissances, les professionnels de la santé pourraient se livrer plus régulièrement à des examens médicaux détaillés en vue d'évaluer les effets physiologiques de l'exposition à une AI. Au-delà des considérations liées au traitement des individus, l'adoption de pratiques plus régulières en matière d'examen pourrait aider de manière plus générale aux efforts de surveillance. Il serait également possible d'incorporer aux dispositifs à impulsions des technologies novatrices qui permettraient d'enregistrer automatiquement, sur-le-champ, des données sur la santé et des informations circonstancielles.

Amélioration de l'accessibilité, du partage et de l'intégration des connaissances issues de différentes disciplines

Il serait utile de donner aux chercheurs un meilleur accès aux dossiers médicaux et d'exécution de la loi, autant qu'il est raisonnablement possible de le faire dans le respect de l'éthique. En ce qui concerne les préoccupations liées à la protection des renseignements personnels, il serait possible d'établir un processus permettant un partage et un couplage anonymes de cette information entre les disciplines, les institutions et les administrations. Le couplage de l'information sur les différents modes de recours à la force et sur la façon dont ils influent sur la santé des individus encouragerait l'étude d'un éventail de phénomènes pertinents, tout en faisant augmenter le nombre de publications de grande qualité sur les associations. Au bout du compte, une meilleure compréhension de l'étiologie des résultats sur la santé et des interrelations entre eux mènerait à une meilleure connaissance de la façon dont les AI peuvent influencer sur les possibles effets physiologiques et incidences sur la santé.

Appui aux études multi-sites à grande échelle sur des populations

Il serait possible d'enrichir notre base de connaissances par la tenue d'études prospectives multinationales robustes basées sur des populations, dans le cadre desquelles des professionnels de la santé de diverses disciplines recevraient une formation sur la nature et l'étendue des lésions causées par les AI et pourraient ainsi se livrer à des examens médicaux uniformes, complets et détaillés auprès d'individus qui ont

été exposés à des AI. Il serait utile, pour permettre une analyse scientifique et des comparaisons fiables des différents événements, que les protocoles de recherche prévoient des méthodes dynamiques de collecte de l'information probante qui prendraient en compte les événements imprévus (et leurs caractéristiques) qui surviennent dans les collectivités voisines.

Amélioration de la compréhension des risques liés aux AI par comparaison avec les autres interventions comportant le recours à la force

Les AI se présentent en parallèle (et peuvent être utilisées de concert) avec de nombreux autres dispositifs et interventions possibles qui sont à la disposition des forces de l'ordre et du personnel de la sécurité publique. Pour que les risques liés aux AI en comparaison avec les autres types d'interventions puissent être évalués adéquatement, les futures études devraient comparer les morts subites en détention (et autres blessures) liées aussi bien aux incidents qui comportent le recours à une AI qu'à ceux qui ne le comportent pas. De surcroît, il serait utile que les futures études examinent les risques liés à la non-utilisation d'une AI dans une situation donnée, en tenant compte de l'administration concernée et du contexte, des techniques et protocoles de recours à la force en place, ainsi que des effets nocifs connexes sur la santé, incluant la morbidité, la gravité de celle-ci et la mortalité.

Compréhension des spécifications des AI fabriquées par un éventail de sociétés

En étudiant et en comparant un éventail de dispositifs plus vaste que celui des armes fabriquées par la société TASER® International, les chercheurs pourraient mieux comprendre comment des décharges distinctes (au regard des spécifications des formes d'onde et des modes de déploiement) sont associées à un éventail d'effets physiologiques variables dans leur nature et leur intensité. Le fait de définir et d'énoncer clairement des protocoles d'essai pour les AI garantirait l'application de méthodes standard pour évaluer le rendement des dispositifs au fil du temps. L'enrichissement des connaissances en ce domaine aiderait à établir une base d'information plus solide concernant les paramètres de sécurité et les spécifications techniques des dispositifs.

Poursuite de recherches expérimentales en laboratoire conformes à l'éthique concernant les armes à impulsions

Malgré les limites que présente du point de vue de la généralisabilité la recherche expérimentale sous forme d'études fondées sur des modèles informatiques et des études sur animaux et des humains, la réalisation d'autres recherches en laboratoire comporterait plusieurs avantages. Les futures études fondées sur des modèles informatiques et animaux bénéficieraient de l'application d'approches nouvelles (p. ex. les modèles informatiques bi-domaines) et de l'utilisation d'échantillons de taille supérieure et de groupes témoins. Les études auprès des humains gagneraient à reproduire certaines caractéristiques fréquemment observées chez les sujets sur le terrain (en gardant à l'esprit les contraintes pertinentes liées à l'éthique et à la sécurité), à utiliser des échantillons plus hétérogènes et plus vastes, ainsi qu'à mettre à profit les techniques d'extrapolation.

9.4 RÉFLEXIONS FINALES

Le présent rapport fournit un aperçu de l'état des connaissances sur les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'utilisation des AI. Les conclusions auxquelles le comité d'experts est arrivé se fondent sur son interprétation de la meilleure information probante disponible, information qui est présentée dans les différentes parties du rapport. Le comité d'experts reconnaît l'existence de lacunes dans la littérature sur le sujet, situation qui crée manifestement des défis au moment d'évaluer les effets physiologiques et incidences sur la santé de l'exposition aux AI. Le comité d'experts reconnaît par ailleurs qu'au fur et à mesure de l'avancement des connaissances scientifiques, il pourra être nécessaire de revoir les perspectives sous lesquelles le sujet est abordé à la lumière de tout nouveau corpus de données probantes.

Actuellement, de nombreuses possibilités s'offrent de repenser aussi bien la façon dont nous évaluons la sécurité des AI et, de manière plus générale, des interventions de recours à la force, que la façon dont nous communiquons l'information à ce sujet. Il existe des possibilités de remanier et d'améliorer les méthodologies de recherche, de normaliser la collecte de l'information et de tisser des partenariats entre les disciplines, les administrations et les champs de pratique professionnelle. Les observations finales du comité d'experts sont présentées ci-après.

Il sera essentiel à l'avancement de la recherche et du savoir sur l'utilisation des AI de parfaire l'éducation du public, des fournisseurs de soins de santé, des grands médias et des forces de l'ordre. Afin d'assurer que le public, les médias et les forces de l'ordre reçoivent et communiquent l'information scientifique la plus à jour et la plus solide, il pourrait être utile de travailler à l'élaboration de mécanismes de communication uniformes concernant les AI ainsi que les risques et les incidences sur la santé qui y sont associés. En mettant à profit les connaissances dans les domaines de la santé publique ainsi que de la mobilisation et la gestion des intervenants, de même que la littérature existante sur la perception du risque, la gestion du risque et les évaluations de la sécurité, il serait possible d'élaborer des normes prévoyant des mécanismes efficaces d'application et de communication du savoir et, au bout du compte, d'améliorer la transparence à l'égard des effets sur la santé de l'utilisation des AI.

Bien que des risques puissent être associés aux AI, celles-ci peuvent également avoir des effets positifs (p. ex. en réduisant les blessures) non seulement pour les personnes qui y sont exposées, mais pour le public et pour les agents d'exécution de la loi. Il sera important d'évaluer l'issue des situations où les AI ne sont pas utilisées et de prendre en compte, au-delà des possibles effets nocifs des dispositifs sur la santé, les résultats des évaluations des risques et les facteurs sociopolitiques plus généraux.

Le présent rapport d'évaluation final a pour but de fournir un énoncé approfondi qui fera autorité concernant l'état des connaissances sur la relation entre l'utilisation des AI et un éventail d'effets sur la santé. De plus, le comité

d'experts reconnaît qu'entrent en jeu dans la prise de décision concernant les AI certains facteurs qui vont au-delà de l'évaluation des effets sur la santé, et que ces facteurs doivent aussi être pris en compte dans toute évaluation à grande échelle de l'utilisation des AI. Le présent rapport doit par conséquent servir de complément à d'autres travaux sur les procédures d'essai et d'approbation, sur les motivations et protocoles sur lesquels reposent les normes concernant l'utilisation adéquate, la sécurité et l'efficacité, sur le caractère adéquat des dispositifs par comparaison aux autres options de recours à la force et sur les autres considérations socio-politiques qui forment l'ensemble plus global des connaissances requises pour prendre des décisions éclairées concernant la prestation des services de police et l'utilisation des AI au Canada.

La présente évaluation offre une occasion d'ancrer les pratiques d'exécution de la loi municipales, provinciales, territoriales, fédérales et internationales dans un savoir éclairé, et elle fournit une tribune d'où il sera possible d'encourager une meilleure communication entre les administrations. Le comité d'experts espère que le rapport sera mis à profit pour amener divers intervenants à poursuivre le dialogue sur une question scientifique d'importance du point de vue de la santé publique. Au bout du compte, même si les perceptions et émotions observées dans le public revêtent de l'importance, elles ne devraient pas dicter l'orientation du débat; l'élaboration de la politique entourant l'utilisation des AI au Canada devrait se fonder sur un éventail de résultats de recherches scientifiques, d'évaluations des risques et de données probantes.

Références

Références

- ACEP, 2009 – AMERICAN COLLEGE OF EMERGENCY PHYSICIANS. *Excited Delirium Task Force White Paper Report to the Council and Board of Directors*.
- Achleitner *et al.*, 2001 – ACHLEITNER, U., K. RHEINBERGER, B. FURTNER, A. AMANN et M. BAUBIN. « Waveform analysis of biphasic external defibrillators », *Resuscitation*, vol. 50, n° 1, p. 61-70.
- Adland, 1947 – ADLAND, M. L. « Review, case studies, therapy, and interpretation of the acute exhaustive psychoses », *Psychiatric Quarterly*, vol. 21, n° 1, p. 38-69.
- Adler *et al.*, 2010 – ADLER, J. D., D. P. DAWSON et M. YASHENG. *Biomedical Research Literature with Respect to the Effects of Conducted Energy Weapons*. Ottawa, ON, Université Carleton.
- Adler *et al.*, 2013 – ADLER, A., D. DAWSON, R. EVANS, L. GARLAND, M. MILLER, I. SINCLAIR et R. YOUNG. « Toward a test protocol for conducted energy weapons », *Modern Instrumentation*, vol. 2, p. 7-15.
- Adroge et Madias, 1998 – ADROGE, H. J. et N. E. MADIAS. « Management of life-threatening acid-base disorders. First of two parts », *New England Journal of Medicine*, vol. 338, n° 1, p. 26-34.
- Ali *et al.*, 2003 – ALI, S. Z., A. TAGUCHI et H. ROSENBERG. « Malignant hyperthermia », *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, vol. 17, n° 4, p. 519-533.
- Alvarez *et al.*, 2012 – ALVAREZ, M. J., P. ROURA, Q. FOGUET, A. OSES, J. SOLA et F. X. ARRUFAT. « Posttraumatic stress disorder comorbidity and clinical implications in patients with severe mental illness », *Journal of Nervous and Mental Disease*, vol. 200, n° 6, p. 549-552.
- AMM, 2008 – ASSOCIATION MÉDICALE MONDIALE. *Déclaration d'Helsinki de l'AMM - Principes éthiques applicables à la recherche médicale impliquant des êtres humains*, Séoul, Corée du Sud, AMM.
- ARDS Network, 2000 – ARDS NETWORK. « Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome », *New England Journal of Medicine*, vol. 342, n° 18, p. 1301-1308.
- Assemblée législative de la C.-B., 2013 – ASSEMBLÉE LÉGISLATIVE DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE. *Report of the Special Committee to Inquire into the Use of Conducted Energy Weapons and to Audit Selected Police Complaints*. Victoria, BC, Assemblée législative de la Colombie-Britannique.
- Azadani *et al.*, 2011 – AZADANI, P. N., Z. H. TSENG, S. ERMAKOV, G. M. MARCUS et B. K. LEE. « Funding source and author affiliation in TASER research are strongly associated with a conclusion of device safety », *American Heart Journal*, vol. 162, n° 3, p. 533-537.
- BCC, 2013 – BUREAU DU CORONER EN CHEF POUR L'ONTARIO. *Verdict du jury du coroner : Aron James Firman*, Toronto, ON, BCC.
- Bensenor *et al.*, 2012 – BENSENOR, I. M., A. R. BRUNONI, L. A. PILAN, A. C. GOULART, G. F. BUSATTO, P. A. LOTUFO, ... P. R. MENEZES. « Cardiovascular risk factors in patients with first-episode psychosis in Sao Paulo, Brazil », *General Hospital Psychiatry*, vol. 34, n° 3, p. 268-275.
- Berlim *et al.*, 2013 – BERLIM, M. T., F. VAN DEN EYNDE et Z. J. DASKALAKIS. « Clinical utility of transcranial direct current stimulation (tDCS) for treating major depression: a systematic review and meta-analysis of randomized, double-blind and sham-controlled trials », *Journal of Psychiatric Research*, vol. 47, n° 1, p. 1-7.
- Billmire *et al.*, 1996 – BILLMIRE, D. F., C. VINOCUR, M. GINDA, N. B. ROBINSON, H. PANITCH, H. FRISS, ... J. F. WILEY. « Pepper-spray-induced respiratory failure treated with extracorporeal membrane oxygenation », *Pediatrics*, vol. 98, n° 5, p. 961-963.
- Bos *et al.*, 2013 – BOS, W., K. TROMP, D. TIBBOEL et W. PINXTEN. « Ethical aspects of clinical research with minors », *European Journal of Pediatrics*, vol. 172, n° 7, p. 859-866. DOI : 10.1007/s00431-00012-01856-00438.
- Bozeman *et al.*, 2009a – BOZEMAN, W. P., D. G. BARNES, JR., J. E. WINSLOW, 3RD, J. C. JOHNSON, 3RD, C. H. PHILLIPS et R. ALSON. « Immediate cardiovascular effects of the Taser X26 conducted electrical weapon », *Emergency Medicine Journal*, vol. 26, n° 8, p. 567-570.
- Bozeman *et al.*, 2009b – BOZEMAN, W. P., W. E. HAUDA, II, J. J. HECK, D. D. GRAHAM, JR., B. P. MARTIN et J. E. WINSLOW. « Safety and injury profile of conducted electrical weapons used by law enforcement officers against criminal suspects », *Annals of Emergency Medicine*, vol. 53, n° 4, p. 480-489.
- Bozeman *et al.*, 2012 – BOZEMAN, W. P., E. TEACHER et J. E. WINSLOW. « Transcardiac conducted electrical weapon (TASER) probe deployments: Incidence and outcomes », *Journal of Emergency Medicine*, vol. 43, n° 6, p. 970-975.
- Braidwood, 2010 – BRAIDWOOD, T. R. *Why? The Robert Dziekanski Tragedy*. Vancouver, BC, Commission Braidwood.

- Brewer et Kroll, 2009 – BREWER, J. E. et M. W. KROLL. « Field Statistics Overview » dans Kroll, M. W. et J. D. Ho (réd.), *TASER® Conducted Electrical Weapons: Physiology, Pathology, and Law*, New York, NY, Springer.
- Brodsky *et al.*, 2001 – BRODSKY, J. B., M. OLDROYD, H. N. WINFIELD et P. M. KOZLOWSKI. « Morbid obesity and the prone position: A case report », *Journal of Clinical Anesthesia*, vol. 13, n° 2, p. 138-140.
- Bui *et al.*, 2009 – BUI, E. T., M. SOURKES et R. WENNBERG. « Generalized tonic-clonic seizure after a Taser shot to the head », *Canadian Medical Association Journal*, vol. 180, n° 6, p. 625-626.
- Calton *et al.*, 2007 – CALTON, R., D. CAMERON, S. MASSE et K. NANTHAKUMAR. « Duration of discharge of neuromuscular incapacitating device and inappropriate implantable cardioverter-defibrillator detections », *Circulation*, vol. 115, n° 20, p. e472-474.
- Cancro, 2000 – CANCRO, R. « The introduction of neuroleptics: A psychiatric revolution », *Psychiatric Services*, vol. 51, n° 3, p. 333-335.
- Cao *et al.*, 2007 – CAO, M., J. S. SHINBANE, J. M. GILLBERG, L. A. SAXON et C. D. SWERDLOW. « Taser-induced rapid ventricular myocardial capture demonstrated by pacemaker intracardiac electrograms », *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, vol. 18, n° 8, p. 876-879.
- Carlson *et al.*, 2012 – CARLSON, R. W., N. N. KUMAR, E. WONG-MCKINSTRY, S. AYYAGARI, N. PURI, F. K. JACKSON et S. SHASHIKUMAR. « Alcohol withdrawal syndrome », *Critical Care Clinics*, vol. 28, n° 4, p. 549-585.
- Caroff et Mann, 1993 – CAROFF, S. N. et S. C. MANN. « Neuroleptic malignant syndrome », *Medical Clinics of North America*, vol. 77, n° 1, p. 185-202.
- CCPA, 1989 – CONSEIL CANADIEN DE PROTECTION DES ANIMAUX. *Principes régissant la recherche sur les animaux*. Ottawa, ON, CCPA.
- Chambre des communes du Canada, 2008 – CHAMBRE DES COMMUNES DU CANADA. *Étude sur l'arme à impulsions électriques Taser^{MD}*, Rapport du Comité permanent de la sécurité publique et nationale, Ottawa, ON, Chambre des communes du Canada.
- Chan *et al.*, 1998 – CHAN, T. C., G. M. VILKE et T. NEUMAN. « Reexamination of custody restraint position and positional asphyxia », *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, vol. 19, n° 3, p. 201-205.
- Chan *et al.*, 2002 – CHAN, T. C., G. M. VILKE, J. CLAUSEN, R. F. CLARK, P. SCHMIDT, T. SNOWDEN et T. NEUMAN. « The effect of oleoresin capsicum “pepper” spray inhalation on respiratory function », *Journal of Forensic Sciences*, vol. 47, n° 2, p. 299-304.
- Chan *et al.*, 2004 – CHAN, T. C., T. NEUMAN, J. CLAUSEN, J. EISELE et G. M. VILKE. « Weight force during prone restraint and respiratory function », *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, vol. 25, n° 3, p. 185-189.
- Chan et Vilke, 2009 – CHAN, T. C. et G. M. VILKE. « CEW Research Models: Animal and Human » dans Kroll, M. W. et J. D. Ho, *TASER® Conducted Electrical Weapons: Physiology, Pathology, and Law*, New York, NY, Springer.
- Chandler *et al.*, 2011 – CHANDLER, J., B. P. MARTIN et D. D. GRAHAM, JR. « TASER® injury to the forehead », *Journal of Emergency Medicine*, vol. 44, n° 1, p. e67-e68.
- Chauvet-Gelinier *et al.*, 2013 – CHAUVET-GELINIER, J. C., B. TROJAK, B. VERGES-PATOIS, Y. COTTIN et B. BONIN. « Review on depression and coronary heart disease », *Archives of Cardiovascular Diseases*, vol. 106, n° 2, p. 103-110.
- Chen *et al.*, 2006 – CHEN, S. L., C. K. RICHARD, R. C. MURTHY et A. K. LAUER. « Perforating ocular injury by Taser », *Clinical & Experimental Ophthalmology*, vol. 34, n° 4, p. 378-380.
- CHP, 2007 – DEPARTMENT OF CALIFORNIA HIGHWAY PATROL. *Conductive Energy Weapon: Stinger Systems S-400 & S-200 Test and Evaluation*. Department of California Highway Patrol Office of the Academy.
- Chugh *et al.*, 2000 – CHUGH, S. S., K. L. KELLY et J. L. TITUS. « Sudden cardiac death with apparently normal heart », *Circulation*, vol. 102, n° 6, p. 649-654.
- Comeaux *et al.*, 2011 – COMEAUX, J. A., J. R. JAUCHEM, D. D. COX, C. C. CRANE et J. A. D'ANDREA. « Muscle contraction during electro-muscular incapacitation: A comparison between square-wave pulses and the TASER® X26 electronic control device », *Journal of Forensic Sciences*, vol. 56, p. S95-S100.
- Commission Braidwood, 2009 – COMMISSION BRAIDWOOD. *Restoring Public Confidence: Restricting the Use of Conducted Energy Weapons*. Vancouver, BC, Commission Braidwood.
- CPP GRC, 2012 – COMMISSION DES PLAINTES DU PUBLIC CONTRE LA GRC. *Utilisation de l'arme à impulsions (AI) à la GRC : Du 1^{er} janvier 2010 au 31 décembre 2010*. Surrey, BC, GRC.
- D'Andrea *et al.*, 2011 – D'ANDREA, W., R. SHARMA, A. D. ZELECHOSKI et J. SPINAZZOLA. « Physical health problems after single trauma exposure: When stress takes root in the body », *Journal of the American Psychiatric Nurses Association*, vol. 17, n° 6, p. 378-392.
- Dawes *et al.*, 2009 – DAWES, D., J. HO et J. MINER. « The neuroendocrine effects of the TASER X26: a brief report », *Forensic Science International*, vol. 183, n° 1-3, p. 14-19.
- Dawes *et al.*, 2010a – DAWES, D. M., J. D. HO, J. B. COLE, R. F. REARDON, E. J. LUNDIN, K. S. TERWEY, ... J. R. MINER. « Effect of an electronic control device exposure on a methamphetamine-intoxicated animal model », *Academic Emergency Medicine*, vol. 17, n° 4, p. 436-443.

- Dawes *et al.*, 2010b – DAWES, D. M., J. D. HO, R. F. REARDON et J. R. MINER. « The cardiovascular, respiratory, and metabolic effects of a long duration electronic control device exposure in human volunteers », *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, vol. 6, n° 4, p. 268-274.
- Dawes *et al.*, 2010c – DAWES, D. M., J. D. HO, R. F. REARDON et J. R. MINER. « Echocardiographic evaluation of TASER X26 probe deployment into the chests of human volunteers », *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 28, n° 1, p. 49-55.
- Dawes *et al.*, 2010d – DAWES, D. M., J. D. HO, R. F. REARDON, J. D. SWEENEY et J. R. MINER. « The physiologic effects of multiple simultaneous electronic control device discharges », *Western Journal of Emergency Medicine*, vol. 11, n° 1, p. 49-56.
- Dawes et Ho, 2012 – DAWES, D. M. et J. D. HO. « Conducted Electrical Weapon Deployed Probe Wounds », dans Ho, J. D., D. M. Dawes et M. W. Kroll (réd.), *Atlas of Conducted Electrical Weapon Wounds and Forensic Analysis*. New York, NY, Springer.
- Dawes et Kroll, 2009 – DAWES, D. M. et M. W. KROLL. « Neuroendocrine Effects of CEWs », dans Kroll, M. W. et J. D. Ho (réd.), *TASER® Conducted Electrical Weapons: Physiology, Pathology, and Law*, New York, NY, Springer.
- Dawes, 2009 – DAWES, D. M. « Effects of CEWs on Respiration », dans Kroll, M. W. et J. D. Ho (réd.), *TASER® Conducted Electrical Weapons: Physiology, Pathology, and Law*, New York, NY, Springer.
- Deady et Innes, 1999 – DEADY, B. et G. INNES. « Sudden death of a young hockey player: Case report of commotio cordis », *Journal of Emergency Medicine*, vol. 17, n° 3, p. 459-462.
- Dennis *et al.*, 2007 – DENNIS, A. J., D. J. VALENTINO, R. J. WALTER, K. K. NAGY, J. WINNERS, F. BOKHARI, ... R. R. ROBERTS. « Acute effects of TASER X26 discharges in a swine model », *Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care*, vol. 63, n° 3, p. 581-590.
- Di Maio et Dana, 2007 – DI MAIO, V. J. M. et S. E. DANA. *Handbook of Forensic Pathology*. Boca Raton, FL, CRC Press / Taylor & Francis.
- Di Maio et Di Maio, 2006 – DI MAIO, T. G. ET V. J. M. DI MAIO. *Excited Delirium Syndrome: Cause of Death and Prevention*. New York, NY, Taylor & Francis.
- Di Maio et Di Maio, 2009 – DI MAIO, V. J. M. et T. G. DI MAIO. « Excited Delirium Syndrome », dans Kroll, M. W. et J. D. Ho (réd.), *TASER® Conducted Electrical Weapons: Physiology, Pathology, and Law*, New York, NY, Springer.
- DOMILL, 2005 – DEFENCE SCIENTIFIC ADVISORY COUNCIL SUB-COMMITTEE ON THE MEDICAL IMPLICATIONS OF LESS-LETHAL WEAPONS. *Third DOMILL Statement on the Medical Implications of the Use of the M26 Advanced Taser*. Royaume-Uni, DOMILL.
- DOMILL, 2011 – DEFENCE SCIENTIFIC ADVISORY COUNCIL SUB-COMMITTEE ON THE MEDICAL IMPLICATIONS OF LESS-LETHAL WEAPONS. *Statement on the Medical Implications of Use of the Taser X26 and M26 Less-Lethal Systems on Children and Vulnerable Adults*. Royaume-Uni, DOMILL.
- Dosdall et Ideker, 2009 – DOSDALL, D. J. et R. E. IDEKER. « Cardiac Arrhythmias », dans Kroll, M. W. et J. D. Ho (réd.), *TASER® Conducted Electrical Weapons: Physiology, Pathology, and Law*, New York, NY, Springer.
- Efimov *et al.*, 2009 – EFIMOV, I. R., M. W. KROLL et P. TCHOU. *Cardiac Bioelectric Therapy: Mechanisms and Practical Implications*. New York, NY, Springer.
- Einarson *et al.*, 1997 – EINARSON, A., B. BAILEY, G. INOCENCION, K. ORMOND et G. KOREN. « Accidental electric shock in pregnancy: A prospective cohort study », *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, vol. 176, n° 3, p. 678-681.
- EPSTEIN et SINGH, 2001 – EPSTEIN, S. K. et N. SINGH. « Respiratory acidosis », *Respiratory Care*, vol. 46, n° 4, p. 366-383.
- Erwin et Philibert, 2006 – ERWIN, C. et R. PHILIBERT. « Shocking treatment: The use of Tasers in psychiatric care », *Journal of Law, Medicine & Ethics*, vol. 34, n° 1, p. 116-120.
- Esquivel *et al.*, 2007 – ESQUIVEL, A. O., E. J. DAWES, J. A. Sala-Mercado, R. L. HAMMOND et C. A. BIR. « The physiologic effects of a conducted electrical weapon in swine », *Annals of Emergency Medicine*, vol. 50, n° 5, p. 576-583.
- Fishman *et al.*, 2010 – FISHMAN, G. I., S. S. CHUGH, J. P. DIMARCO, C. M. ALBERT, M. E. ANDERSON, R. O. BONOW, ... Z. J. ZHENG. « Sudden cardiac death prediction and prevention: Report from a National Heart, Lung, and Blood Institute and Heart Rhythm Society Workshop », *Circulation*, vol. 122, n° 22, p. 2335-2348.
- Fondation des maladies du coeur, 2012 – FONDATION DES MALADIES DU COEUR. *Statistiques - Arrêt cardiaque*, adresse URL : <http://www.fmcoeur.on.ca/site/c.pkI0L9MMJpE/b.3664747/k.9F5F/Statistiques.htm> (dernière consultation: janvier 2013).
- Fox et Payne-James, 2012 – FOX, A. W. et J. J. PAYNE-JAMES. « Conducted energy devices: Pilot analysis of (non-) attributability of death using a modified Naranjo algorithm », *Forensic Science International*, vol. 223, n° 1-3, p. 261-265.
- Francis, 2010 – FRANCIS, A. « Catatonia: Diagnosis, classification, and treatment », *Current Psychiatry Reports*, vol. 12, n° 3, p. 180-185.

- GA, 2011 – GOUVERNEMENT DE L'ALBERTA. *Alberta Police Integrated Information Initiative (API3): Privacy Framework*, Ministère du solliciteur général et de la Sécurité publique.
- Gardner *et al.*, 2012 – GARDNER, A. R., W. E. HAUDA, 2nd et W. P. BOZEMAN. « Conducted electrical weapon (TASER) use against minors: A shocking analysis », *Pediatric Emergency Care*, vol. 28, n° 9, p. 873-877.
- GC, 2006 – GOUVERNEMENT DU CANADA. *Aspect humain de la santé mentale et de la maladie mentale au Canada*. Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.
- George, 2013 – GEORGE, A. L., JR. « Molecular and genetic basis of sudden cardiac death », *Journal of Clinical Investigation*, vol. 123, n° 1, p. 75-83.
- Giaconi *et al.*, 2011 – GIACONI, J. C., M. D. RIES et L. S. STEINBACH. « Stun gun induced myotendinous injury of the iliopsoas and gluteus minimus », *Skeletal Radiology*, vol. 40, n° 6, p. 783-787.
- Goldman *et al.*, 2003 – GOLDMAN, R. D., A. EINARSON et G. KOREN. « Electric shock during pregnancy », *Canadian Family Physician*, vol. 49, p. 297-298.
- GRC, 2009 – GENDARMERIE ROYALE DU CANADA. *Le Modèle d'intervention pour la gestion d'incidents*, adresse URL : <http://www.rcmp-grc.gc.ca/ccaps-spcca/cew-ai/imim-migi-fra.htm> (dernière consultation : janvier 2013).
- Greenhalgh *et al.*, 2002 – GREENHALGH, J., C. KNIGHT, D. HIND, C. BEVERLEY et S. WALTERS. *Electroconvulsive Therapy (ECT) for Depressive Illness, Schizophrenia, Catatonia and Mania*. Royaume-Uni, National Institute for Clinical Excellence.
- Haegeli *et al.*, 2006 – HAEGELI, L. M., L. D. STERNS, D. C. ADAM et R. A. LEATHER. « Effect of a Taser shot to the chest of a patient with an implantable defibrillator », *Heart Rhythm*, vol. 3, n° 3, p. 339-341.
- Haileyesus *et al.*, 2011 – HAILEYESUS, T., J. L. ANNEST et J. A. MERCY. « Non-fatal conductive energy device-related injuries treated in US emergency departments, 2005-2008 », *Injury Prevention*, vol. 17, n° 2, p. 127-130.
- Hall *et al.*, 2012 – HALL, C. A., A. M. McHALE, A. S. KADER, L. C. STEWART, C. S. MACCARTHY et G. H. FICK. « Incidence and outcome of prone positioning following police use of force in a prospective, consecutive cohort of subjects », *Journal of Forensic and Legal Medicine*, vol. 19, n° 2, p. 83-89.
- Hall *et al.*, 2013 – HALL, C., A. S. KADER, A. M. McHALE, L. C. STEWART, G. H. FICK et G. M. VILKE. « Frequency of signs of excited delirium syndrome in subjects undergoing police use of force: Descriptive evaluation of a prospective, consecutive cohort. », *Journal of Forensic and Legal Medicine*, vol. 20, n° 2, p. 102-107.
- Hall, 2011 – HALL, J. E. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*. 12^e éd., Philadelphie, PA, Saunders.
- Hall, en cours de préparation – HALL, C. *RESTRAINT: Risk of Death in Subjects That Resist: Assessment of Incidence and Nature of Fatal Events. A Prospective Study of Individual and Situational Characteristics and Risk of Sudden Death Proximal to Police Restraint in 4 Canadian Cities*.
- Han *et al.*, 1996 – HAN, D. H., K. P. KELLY, G. W. FELLINGHAM et R. K. CONLEE. « Cocaine and exercise: Temporal changes in plasma levels of catecholamines, lactate, glucose, and cocaine », *American Journal of Physiology*, vol. 270, n° 3 (Pt 1), p. E438-444.
- Han *et al.*, 2009 – HAN, J. S., A. CHOPRA et D. CARR. « Ophthalmic injuries from a TASER », *Canadian Journal of Emergency Medicine*, vol. 11, n° 1, p. 90-93.
- Hancock et Grant, 2008 – HANCOCK, L. et F. GRANT. *Tasers: A Brief Overview of the Research Literature*, Brisbane, Australie, Crime and Misconduct Commission.
- Hargreaves *et al.*, 1998 – HARGREAVES, M., M. J. McKENNA, D. G. JENKINS, S. A. WARMINGTON, J. L. LI, R. J. SNOW et M. A. FEBBRAIO. « Muscle metabolites and performance during high-intensity, intermittent exercise », *Journal of Applied Physiology*, vol. 84, n° 5, p. 1687-1691.
- Harris *et al.*, 2003 – HARRIS, D. S., E. T. EVERHART, J. MENDELSON et R. T. JONES. « The pharmacology of cocaethylene in humans following cocaine and ethanol administration », *Drug and Alcohol Dependence*, vol. 72, n° 2, p. 169-182.
- Helmchen, 2012 – HELMCHEN, H. « Ethics of clinical research with mentally ill persons », *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, vol. 262, n° 5, p. 441-452.
- Heusch *et al.*, 2011 – HEUSCH, G., A. SKYSCHALLY et R. SCHULZ. « The in-situ pig heart with regional ischemia/reperfusion - ready for translation », *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, vol. 50, n° 6, p. 951-963.
- Hick *et al.*, 1999 – HICK, J. L., S. W. SMITH et M. T. LYNCH. « Metabolic acidosis in restraint-associated cardiac arrest: A case series », *Academic Emergency Medicine*, vol. 6, n° 3, p. 239-243.
- Hinchey et Subramaniam, 2009 – HINCHEY, P. R. et G. SUBRAMANIAM. « Pneumothorax as a complication after TASER activation », *Prehospital Emergency Care*, vol. 13, n° 4, p. 532-535.
- Ho *et al.*, 2006 – HO, J. D., J. R. MINER, D. R. LAKIREDDY, L. L. BULTMAN et W. G. HEEGAARD. « Cardiovascular and physiologic effects of conducted electrical weapon discharge in resting adults », *Academic Emergency Medicine*, vol. 13, n° 6, p. 589-595.
- Ho *et al.*, 2007a – HO, J. D., D. M. DAWES, L. L. BULTMAN, J. L. THACKER, L. D. SKINNER, J. M. BAHR, ... J. R. MINER. « Respiratory effect of prolonged electrical weapon application on human volunteers », *Academic Emergency Medicine*, vol. 14, n° 3, p. 197-201.

- Ho *et al.*, 2007b – Ho, J. D., D. M. DAWES, M. A. JOHNSON, E. J. LUNDIN et J. R. MINER. « Impact of conducted electrical weapons in a mentally ill population: A brief report », *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 25, n° 7, p. 780-785.
- Ho *et al.*, 2007c – Ho, J. D., R. F. REARDON, D. M. DAWES, M. A. JOHNSON et J. R. MINER. « Ultrasound measurement of cardiac activity during conducted electrical weapon application in exercising adults », *Annals of Emergency Medicine*, vol. 50, n° 3, p. S108.
- Ho *et al.*, 2008 – Ho, J. D., D. M. DAWES, R. F. REARDON, A. L. LAPINE, B. J. DOLAN, E. J. LUNDIN et J. R. MINER. « Echocardiographic evaluation of a TASER-X26 application in the ideal human cardiac axis », *Academic Emergency Medicine*, vol. 15, n° 9, p. 838-844.
- Ho *et al.*, 2009a – Ho, J. D., D. M. DAWES, L. L. BULTMAN, R. M. MOSCATI, T. A. JANCHAR et J. R. MINER. « Prolonged TASER use on exhausted humans does not worsen markers of acidosis », *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 27, n° 4, p. 413-418.
- Ho *et al.*, 2009b – Ho, J. D., D. M. DAWES, J. B. COLE, J. C. HOTTINGER, K. G. OVERTON et J. R. MINER. « Lactate and pH evaluation in exhausted humans with prolonged TASER X26 exposure or continued exertion », *Forensic Science International*, vol. 190, n° 1-3, p. 80-86.
- Ho *et al.*, 2009c – Ho, J. D., W. G. HEEGAARD, D. M. DAWES, S. NATARAJAN, R. F. REARDON et J. R. MINER. « Unexpected arrest-related deaths in America: 12 months of open source surveillance », *Western Journal of Emergency Medicine*, vol. 10, n° 2, p. 68-73.
- Ho *et al.*, 2010 – Ho, J. D., D. M. DAWES, R. S. NELSON, E. J. LUNDIN, F. J. RYAN, K. G. OVERTON, ... J. R. MINER. « Acidosis and catecholamine evaluation following simulated law enforcement “use of force” encounters », *Academic Emergency Medicine*, vol. 17, n° 7, p. e60-68.
- Ho *et al.*, 2011a – Ho, J. D., D. M. DAWES, W. G. HEEGAARD, H. G. CALKINS, R. M. MOSCATI et J. R. MINER. « Absence of electrocardiographic change after prolonged application of a conducted electrical weapon in physically exhausted adults », *Journal of Emergency Medicine*, vol. 41, n° 5, p. 466-472.
- Ho *et al.*, 2011b – Ho, J. D., D. M. DAWES, J. C. MOORE, L. V. CAROON et J. R. MINER. « Effect of position and weight force on inferior vena cava diameter – Implications for arrest-related death », *Forensic Science International*, vol. 212, n° 1-3, p. 256-259.
- Ho *et al.*, 2011c – Ho, J. D., D. M. DAWES, R. F. REARDON, S. R. STROTE, S. N. KUNZ, R. S. NELSON, ... J. R. MINER. « Human cardiovascular effects of a new generation conducted electrical weapon », *Forensic Science International*, vol. 204, n° 1, p. 50-57.
- Holden *et al.*, 2007 – HOLDEN, S. J., R. D. SHERIDAN, T. J. COFFEY, R. A. SCARAMUZZA et P. DIAMANTOPOULOS. « Electromagnetic modelling of current flow in the heart from TASER devices and the risk of cardiac dysrhythmias », *Physics in Medicine and Biology*, vol. 52, n° 24, p. 7193-7209.
- Home Office, 2010 – HOME OFFICE. *Figures on the Reported and Recorded Uses of Taser by Police Forces in England and Wales*, Londres, Royaume-Uni, Home Office.
- Huikuri *et al.*, 2001 – HUIKURI, H. V., A. CASTELLANOS et R. J. MYERBURG. « Sudden death due to cardiac arrhythmias », *New England Journal of Medicine*, vol. 345, n° 20, p. 1473-1482.
- IACP, 2007 – INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CHIEFS OF POLICE (Association internationale des chefs de police). *Electro-Muscular Disruption Technology: A Nine-Step Strategy for Effective Deployment*, Alexandria, VA, IACP.
- Ideker et Dosdall, 2007 – IDEKER, R. E. et D. J. DOSDALL. « Can the direct cardiac effects of the electric pulses generated by the TASER X26 cause immediate or delayed sudden cardiac arrest in normal adults? », *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, vol. 28, n° 3, p. 195-201.
- Jauchem *et al.*, 2006 – JAUCHEM, J. R., C. J. SHERRY, D. A. FINES et M. C. COOK. « Acidosis, lactate, electrolytes, muscle enzymes, and other factors in the blood of Sus scrofa following repeated TASER exposures », *Forensic Science International*, vol. 161, n° 1, p. 20-30.
- Jauchem *et al.*, 2009a – JAUCHEM, J. R., C. W. BEASON et M. C. COOK. « Acute effects of an alternative electronic-control-device waveform in swine », *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, vol. 5, n° 1, p. 2-10.
- Jauchem *et al.*, 2009b – JAUCHEM, J. R., R. L. SEAMAN et C. M. KLAGES. « Physiological effects of the TASER C2 conducted energy weapon », *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, vol. 5, n° 3, p. 189-198.
- Jauchem, 2010 – JAUCHEM, J. R. « Deaths in custody: Are some due to electronic control devices (including TASER devices) or excited delirium? », *Journal of Forensic and Legal Medicine*, vol. 17, n° 1, p. 1-7.
- Jenkins *et al.*, 2013 – JENKINS, D. M., JR., W. B. MURRAY, M. J. KENNETT, E. L. HUGHES et J. R. WERNER. « The effects of continuous application of the TASER X26 waveform on Sus scrofa », *Journal of Forensic Sciences*, vol. 58, n° 3, p. 684-692.
- Jenkinson *et al.*, 2006 – JENKINSON, E., C. NEESON et A. BLEETMAN. « The relative risk of police use-of-force options: Evaluating the potential for deployment of electronic weaponry », *Journal of Clinical Forensic Medicine*, vol. 13, n° 5, p. 229-241.

- Johnson, 2012 – JOHNSON, K. « Police Group Receives Donation From Taser Stun-Gun Maker », *USA Today*.
- Katz, 2010 – KATZ, A. M. *Physiology of the Heart*. 5^e éd. Philadelphie, PA, Lippincott Williams & Wilkins.
- Khadilkar *et al.*, 2006 – KHADILKAR, A., K. PHILLIPS, N. JEAN, C. LAMOTHE, S. MILNE et J. SARNECKA. « Ottawa panel evidence-based clinical practice guidelines for post-stroke rehabilitation », *Topics in Stroke Rehabilitation*, vol. 13, n° 2, p. 1-269.
- Khaja *et al.*, 2011 – KHAJA, A., G. GOVINDARAJAN, W. MCDANIEL et G. FLAKER. « Cardiac safety of conducted electrical devices in pigs and their effect on pacemaker function », *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 29, n° 9, p. 1089-1096.
- Kiedrowski *et al.*, 2008 – KIEDROWSKI, J., M. PETRUNIK et R. F. MELCHERS. *Examen indépendant de l'adoption de l'arme à impulsions et de son utilisation par la Gendarmerie royale du Canada*, Ottawa, ON, Compliance Strategy Group.
- Kmet *et al.*, 2004 – KMET, L. M., R. C. LEE et L. S. COOK. *Standard Quality Assessment Criteria for Evaluating Primary Research Papers From a Variety of Fields*. Edmonton, AB, Alberta Heritage Foundation for Medical Research.
- Kohl *et al.*, 2001 – KOHL, P., A. D. NESBITT, P. J. COOPER et M. LEI. « Sudden cardiac death by commotio cordis: Role of mechano-electric feedback », *Cardiovascular Research*, vol. 50, n° 2, p. 280-289.
- Kroll *et al.*, 2009 – KROLL, M. W., D. PANESCU, M. CARVER, R. M. KROLL et A. F. HINZ. *Cardiac Effects of Varying Pulse Charge and Polarity of TASER Conducted Electrical Weapons*, communication présentée dans le cadre de la 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS, Minneapolis, MN.
- Kroll *et al.*, 2010 – KROLL, M. W., D. PANESCU, A. F. HINZ et D. LAKKIREDDY. *A Novel Mechanism for Electrical Currents Inducing Ventricular Fibrillation: The Three-Fold Way to Fibrillation*, communication présentée dans le cadre de la 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS, Buenos Aires, Argentine.
- Kroll, 2007 – KROLL, M. W. « Crafting the perfect shock [Taser gun] », *IEEE Spectrum*, vol. 44, n° 12, p. 27-30.
- Kunz *et al.*, 2011 – KUNZ, S. N., J. ADAMEC, B. ZINKA, D. MUNZEL, P. B. NOEL, S. EICHNER,...O. PESCHEL. « Wound ballistic evaluation of the TASER® XREP ammunition », *International Journal of Legal Medicine*, vol. 9, p. 9.
- Kunz *et al.*, 2012 – KUNZ, S. N., B. ZINKA, S. FIESELER, M. GRAW et O. PESCHEL. « Functioning and effectiveness of electronic control devices such as the TASER® M- and X-Series: A review of the current literature », *Journal of Forensic Sciences*, vol. 57, n° 6, p. 1591-1594.
- Lakkireddy *et al.*, 2006 – LAKKIREDDY, D., D. WALLICK, K. RYSCHON, M. K. CHUNG, J. BUTANY, D. MARTIN,...P. J. TCHOU. « Effects of cocaine intoxication on the threshold for stun gun induction of ventricular fibrillation », *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 48, n° 4, p. 805-811.
- Lakkireddy *et al.*, 2007 – LAKKIREDDY, D., A. KHASNIS, J. ANTENACCI, K. RYSHCON, M. K. CHUNG, D. WALLICK,...P. TCHOU. « Do electrical stun guns (TASER-X26) affect the functional integrity of implantable pacemakers and defibrillators? », *Europace*, vol. 9, n° 7, p. 551-556.
- Lakkireddy *et al.*, 2008 – LAKKIREDDY, D., D. WALLICK, A. VERMA, K. RYSCHON, W. KOWALEWSKI, O. WAZNI,...P. J. TCHOU. « Cardiac effects of electrical stun guns: Does position of barbs contact make a difference? », *Pacing and Clinical Electrophysiology*, vol. 31, n° 4, p. 398-408.
- Lange et Hillis, 2001 – LANGE, R. A. et L. D. HILLIS. « Cardiovascular complications of cocaine use », *New England Journal of Medicine*, vol. 345, n° 5, p. 351-358.
- Laposata, 2006 – LAPOSATA, E. A. « Restraint Stress », dans Ross, D. L. et T. C. Chan (réd.), *Sudden Deaths in Custody*, Totowa, NJ, Humana Press.
- Le Blanc-Louvry *et al.*, 2012 – LE BLANC-LOUVRY, I., C. GRICOURT, E. TOURÉ, F. PAPIN et B. PROUST. « A brain penetration after Taser injury: Controversies regarding Taser gun safety », *Forensic Science International*, vol. 221, n° 1-3, p. e7-e11.
- Lee *et al.*, 2012 – LEE, B. S., S. S. HUANG, W. Y. HSU et N. Y. CHIU. « Clinical features of delirious mania: A series of five cases and a brief literature review », *BMC Psychiatry*, vol. 12, p. 65.
- Leitgeb *et al.*, 2010 – LEITGEB, N., F. NIEDERMAYR, R. NEUBAUER et G. LOOS. « Numerically simulated cardiac exposure to electric current densities induced by TASER X-26 pulses in adult men », *Physics in Medicine and Biology*, vol. 55, n° 20, p. 6187-6195.
- Leitgeb *et al.*, 2011 – LEITGEB, N., F. NIEDERMAYR, G. LOOS et R. NEUBAUER. « Cardiac fibrillation risk of TASER X-26 dart mode application », *Wiener Medizinische Wochenschrift*, vol. 161, n° 23-24, p. 571-577.
- Leitgeb *et al.*, 2012a – LEITGEB, N., F. NIEDERMAYR et R. NEUBAUER. « Interference of implanted cardiac pacemakers with TASER X26 dart mode application », *Biomedical Engineering-Biomedizinische Technik*, vol. 57, n° 3, p. 201-206.
- Leitgeb *et al.*, 2012b – LEITGEB, N., F. NIEDERMAYR, R. NEUBAUER et G. LOOS. « Risk of pacemaker patients by TASER X26 contact mode application », *Journal of Electromagnetic Analysis and Applications*, vol. 4, p. 96-100.

- Lemoel *et al.*, 2013 – LEMOEL, F., S. GOVCIYAN, M. EL OMRI, C. H. MARQUETTE et J. LEVRAUT. « Improving the validity of peripheral venous blood gas analysis as an estimate of arterial blood gas by correcting the venous values with SvO(2) », *Journal of Emergency Medicine*, vol. 44, n° 3, p. 709-716.
- Link *et al.*, 1998 – LINK, M. S., P. J. WANG, N. G. PANDIAN, S. BHARATI, J. E. UDELSON, M. Y. LEE, ... N. A. ESTES, 3rd. « An experimental model of sudden death due to low-energy chest-wall impact (commotio cordis) », *New England Journal of Medicine*, vol. 338, n° 25, p. 1805-1811.
- Link, 2012 – LINK, M. S. « Commotio cordis: ventricular fibrillation triggered by chest impact-induced abnormalities in repolarization », *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*, vol. 5, n° 2, p. 425-432.
- Lunney, 2007 – LUNNEY, J. K. « Advances in swine biomedical model genomics », *International Journal of Biological Sciences*, vol. 3, n° 3, p. 179-184.
- Malik et Kumar, 2012 – MALIK, H. U. et K. KUMAR. « Serotonin syndrome with escitalopram and concomitant use of cocaine: A case report », *Clinical Medicine Insights: Case Reports*, vol. 5, p. 81-85.
- Mangus *et al.*, 2008 – MANGUS, B. E., L. Y. SHEN, S. D. HELMER, J. MAHER et R. S. SMITH. « Taser and Taser associated injuries: A case series », *American Surgeon*, vol. 74, n° 9, p. 862-865.
- Manojlovic *et al.*, 2005 – MANOJLOVIC, D., C. HALL, D. LAUR, S. GOODKEY, C. LAWRENCE, R. SHAW, ... S. PALMER. Rapport technique : *Étude sur les dispositifs à impulsions*, Ottawa, ON, Centre canadien de recherches policières.
- Mash *et al.*, 2002 – MASH, D. C., J. PABLO, Q. OUYANG, W. L. HEARN et S. IZENWASSER. « Dopamine transport function is elevated in cocaine users », *Journal of Neurochemistry*, vol. 81, n° 2, p. 292-300.
- Mash *et al.*, 2003 – MASH, D. C., Q. OUYANG, J. PABLO, M. BASILE, S. IZENWASSER, A. LIEBERMAN et R. J. PERRIN. « Cocaine abusers have an overexpression of alpha-synuclein in dopamine neurons », *Journal of Neuroscience*, vol. 23, n° 7, p. 2564-2571.
- Mash *et al.*, 2009 – MASH, D. C., L. DUQUE, J. PABLO, Y. QIN, N. ADI, W. L. HEARN, ... C. V. WETLI. « Brain biomarkers for identifying excited delirium as a cause of sudden death », *Forensic Science International*, vol. 190, n° 1-3, p. e13-19.
- McDaniel *et al.*, 2005 – MCDANIEL, W. C., R. A. STRATBUCKER, M. NERHEIM et J. E. BREWER. « Cardiac safety of neuromuscular incapacitating defensive devices », *Pacing and Clinical Electrophysiology*, vol. 28 Suppl 1, p. S284-287.
- McDaniel *et al.*, 2009 – MCDANIEL, W. C., A. BENWELL et S. KOVALESKI. *Electrical Parameters of Projectile Stun Guns*, communication présentée dans le cadre de la 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS, Minneapolis, MN.
- McKenna *et al.*, 1999 – MCKENNA, B. G., A. I. SIMPSON et T. M. LAIDLAW. « Patient perception of coercion on admission to acute psychiatric services. The New Zealand experience », *International Journal of Law and Psychiatry*, vol. 22, n° 2, p. 143-153.
- MDN Canada, 2013 – MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE DU CANADA. *Conducted Energy Weapon Test Report Revision 2*, Ottawa, ON, MDN Canada.
- Mehl, 1992 – MEHL, L. E. « Electrical injury from Taser and miscarriage », *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, vol. 71, n° 2, p. 118-123.
- Michalewicz *et al.*, 2007 – MICHALEWICZ, B. A., T. C. CHAN, G. M. VILKE, S. S. LEVY, T. S. NEUMAN et F. W. KOLKHORST. « Ventilatory and metabolic demands during aggressive physical restraint in healthy adults », *Journal of Forensic Sciences*, vol. 52, n° 1, p. 171-175.
- Miller, 2007 – MILLER, C. D. « Acidosis, lactate, electrolytes, muscle enzymes, and other factors in the blood of Sus scrofa following repeated TASER exposures », *Forensic Science International*, vol. 168, n° 1, p. e17-18; réponse de l'auteur e19.
- MJC, 2011 – MINISTÈRE DE LA JUSTICE CANADA. *Loi sur la protection des renseignements personnels et les documents électroniques*, Ottawa, ON, MJC.
- MJNE, 2008a – MINISTÈRE DE LA JUSTICE DE LA NOUVELLE-ÉCOSSE. *Conducted Energy Device (CED) Review*, Halifax, NS, MJNE.
- MJNE, 2008b – MINISTÈRE DE LA JUSTICE DE LA NOUVELLE-ÉCOSSE. *Report of the Advisory Panel to the Minister of Justice on the Use of the Conducted Energy Device by Law Enforcement Agencies in Nova Scotia*, Halifax, NS, MJNE.
- MJNE, 2009 – MINISTÈRE DE LA JUSTICE DE LA NOUVELLE-ÉCOSSE. *Report of the Panel of Mental Health and Medical Experts Review of Excited Delirium*, Halifax, NS, MJNE.
- Morcos *et al.*, 1993 – MORCOS, N. C., A. FAIRHURST et W. L. HENRY. « Direct myocardial effects of cocaine », *Cardiovascular Research*, vol. 27, n° 2, p. 269-273.
- Moscatti *et al.*, 2010 – MOSCATI, R., J. D. HO, D. M. DAWES et J. R. MINER. « Physiologic effects of prolonged conducted electrical weapon discharge in ethanol-intoxicated adults », *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 28, n° 5, p. 582-587.
- Moscatti et Cloud, 2009 – MOSCATI, R. et S. CLOUD. « Rhabdomyolysis », dans Kroll, M. W. et J. D. Ho (réd.), *TASER® Conducted Electrical Weapons: Physiology, Pathology, and Law*, New York, NY, Springer.

- Muller *et al.*, 2006 – MULLER, D., R. AGRAWAL et H. R. ARNTZ. « How sudden is sudden cardiac death? », *Circulation*, vol. 114, n° 11, p. 1146-1150.
- Myerburg et Junttila, 2012 – MYERBURG, R. J. et M. J. JUNTILTA. « Sudden cardiac death caused by coronary heart disease », *Circulation*, vol. 125, n° 8, p. 1043-1052.
- Nanthakumar *et al.*, 2006 – NANTHAKUMAR, K., I. M. BILLINGSLEY, S. MASSE, P. DORIAN, D. CAMERON, V. S. CHAUHAN, ... E. SEVAPTSIDIS. « Cardiac electrophysiological consequences of neuromuscular incapacitating device discharges », *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 48, n° 4, p. 798-804.
- Nanthakumar *et al.*, 2008 – NANTHAKUMAR, K., S. MASSE, K. UMAPATHY, P. DORIAN, E. SEVAPTSIDIS et M. WAXMAN. « Cardiac stimulation with high voltage discharge from stun guns », *Canadian Medical Association Journal*, vol. 178, n° 11, p. 1451-1457.
- NEMA, 2008 – NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION. *NEMA Standards Publication ANSI/NEMA WD 6-2002 (R2008): Wiring Devices—Dimensional Specifications*, Rosslyn, VA, NEMA.
- Nesbitt *et al.*, 2001 – NESBITT, A. D., P. J. COOPER et P. KOHL. « Rediscovering commotio cordis », *Lancet*, vol. 357, n° 9263, p. 1195-1197.
- NIJ, 2003 – NATIONAL INSTITUTE OF JUSTICE. *The Effectiveness and Safety of Pepper Spray*, Washington, DC, NIJ.
- NIJ, 2011 – NATIONAL INSTITUTE OF JUSTICE. *Study of Deaths Following Electro Muscular Disruption*, Washington, DC, NIJ.
- NSWO, 2008 – NEW SOUTH WALES OMBUDSMAN. *The Use of Taser Weapons by New South Wales Police Force*, Sydney, Australie, NSWO.
- NSWO, 2012 – NEW SOUTH WALES OMBUDSMAN. *How Are Taser Weapons Used by the NSW Police Force: A Special Report to Parliament Under S. 31 of the Ombudsman Act 1974*. Sydney, Australie, NSWO.
- O'Brien *et al.*, 2007 – O'BRIEN, A. J., B. G. MCKENNA et A. I. F. SIMPSON. « Health professionals and the monitoring of Taser use », *Psychiatric Bulletin*, vol. 31, p. 391-393.
- O'Brien *et al.*, 2011 – O'BRIEN, A. J., B. G. MCKENNA, K. THOM, K. DIESFELD et A. I. F. SIMPSON. « Use of Tasers on people with mental illness: A New Zealand database study », *International Journal of Law and Psychiatry*, vol. 34, n° 1, p. 39-43.
- OMS, 2000 – ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ. *Meeting of the Heads of WHO Collaborating Centres for the Classification of Diseases*, Rio de Janeiro, Brésil, OMS.
- OMS, 2001 – ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ. *Rapport sur la santé dans le monde, 2001 – La santé mentale : Nouvelle conception, nouveaux espoirs*, Genève, Suisse, OMS.
- Oriola, 2012 – ORIOLA, T. « 'They should have just shot my son': Taser deployment and the downtrodden in Canada », *Social Identities*, vol. 18, n° 1, p. 65-83.
- Otaibachi *et al.*, 2010 – OTAIBACHI, M., C. CEVIK, S. BAGDURE et K. NUGENT. « Excited delirium, restraints, and unexpected death: A review of pathogenesis », *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, vol. 31, n° 2, p. 107-112.
- O'Toole, 2003 – O'TOOLE, M. Miller-Keane Encyclopedia & Dictionary of Medicine, Nursing & Allied Health, 7^e éd., Philadelphie, PA, W.B. Saunders Company.
- Panescu *et al.*, 2008 – PANESCU, D., M. W. KROLL et R. A. STRATBUCKER. *Theoretical Possibility of Ventricular Fibrillation During Use of TASER Neuromuscular Incapacitation Devices*, communication présentée dans le cadre de la 30th Annual International Conference of the IEEE EMBS. Vancouver, BC.
- Panescu *et al.*, 2009 – PANESCU, D., M. W. KROLL et R. A. STRATBUCKER. *Medical Safety of TASER Conducted Energy Weapon in a Hybrid 3-Point Deployment Mode*, communication présentée dans le cadre de la 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS. Minneapolis, MN.
- Panescu et Stratbucker, 2009 – PANESCU, D. et R. A. STRATBUCKER. « Current Flow in the Human Body », dans Kroll, M. W. et J. D. Ho (réd.), *TASER® Conducted Electrical Weapons: Physiology, Pathology, and Law*, New York, NY, Springer.
- Paoline *et al.*, 2012 – PAOLINE III, E. A., W. TERRILL et J. R. INGRAM. « Police use of force and officer injuries: Comparing conducted energy devices (CEDs) to hands- and weapon-based tactics », *Police Quarterly*, vol. 15, n° 2, p. 115-136.
- Payne-James *et al.*, 2010 – PAYNE-JAMES, J., B. SHERIDAN et G. SMITH. « Medical implications of the Taser: Serious harm is rare, but incident reporting needs to be improved », *British Medical Journal*, vol. 340, p. c853.
- PERF, 2009 – POLICE EXECUTIVE RESEARCH FORUM. *Comparing Safety Outcomes in Police Use-of-Force Cases for Law Enforcement Agencies that have Deployed Conducted Energy Devices and a Matched Comparison Group that have not: A Quasi-Experimental Evaluation*, Washington, DC, Police Executive Research Forum.
- PERF, 2011 – POLICE EXECUTIVE RESEARCH FORUM. *2011 Electronic Control Weapon Guidelines*, Washington, DC, Police Executive Research Forum.
- Peterchev *et al.*, 2010 – PETERCHEV, A. V., M. A. ROSA, Z. D. DENG, J. PRUDIC et S. H. LISANBY. « Electroconvulsive therapy stimulus parameters: Rethinking dosage », *Journal of ECT*, vol. 26, n° 3, p. 159-174.

- Petersen *et al.*, 2006 – PETERSEN, M. L., S. E. SINISI et M. J. VAN DER LAAN. « Estimation of direct causal effects », *Epidemiology*, vol. 17, n° 3, p. 276-284.
- Pilgrim *et al.*, 2009 – PILGRIM, J. L., D. GEROSTAMOULOS, O. H. DRUMMER et M. BOLLMANN. « Involvement of amphetamines in sudden and unexpected death », *Journal of Forensic Sciences*, vol. 54, n° 2, p. 478-485.
- Pilmer *et al.*, 2013 – PILMER, C. M., B. PORTER, J. A. KIRSH, A. L. HICKS, N. GLEDHILL, V. JAMNIK, ... A. D. KRAHN. « Scope and nature of sudden cardiac death before age 40 in Ontario: a report from the Cardiac Death Advisory Committee of the Office of the Chief Coroner », *Heart Rhythm*, vol. 10, n° 4, p. 517-523.
- Reilly *et al.*, 2009 – REILLY, J. P., A. M. DIAMANT et J. COMEAUX. « Dosimetry considerations for electrical stun devices », *Physics in Medicine and Biology*, vol. 54, n° 5, p. 1319-1335.
- Reilly et Diamant, 2011 – REILLY, J. P. et A. M. DIAMANT. *Electrostimulation: Theory, Applications, and Computational Model*, Norwood, MA, Artech House.
- Roberts, 2000 – ROBERTS, F. « Respiratory physiology », *Update in Anaesthesia*, vol. 12, p. 42-50.
- Robins *et al.*, 2000 – ROBINS, J. M., M. A. HERNAN et B. BRUMBACK. « Marginal structural models and causal inference in epidemiology », *Epidemiology*, vol. 11, n° 5, p. 550-560.
- Robison et Hunt, 2005 – ROBISON, D. et S. HUNT. « Sudden in-custody death syndrome », *Topics in Emergency Medicine*, vol. 27, n° 1, p. 36-43.
- Rothman et Greenland, 2005 – ROTHMAN, K. J. et S. GREENLAND. « Causation and causal inference in epidemiology », *American Journal of Public Health*, vol. 95 Supplement 1, n° 51, p. S144-150.
- Rubart et Zipes, 2005 – RUBART, M. et D. P. ZIPES. « Mechanisms of sudden cardiac death », *Journal of Clinical Investigation*, vol. 115, n° 9, p. 2305-2315.
- Ryan, 2008 – RYAN, K. A. « Use of Conducted Energy Weapons by Municipal Police Agencies in British Columbia, 1998-2007 (Appendix G) », dans T. G. Braidwood, *Restoring Public Confidence: Restricting the Use of Conducted Energy Weapons in British Columbia*, Vancouver, BC, Commission Braidwood.
- SAMHSA, 2012 – SUBSTANCE ABUSE AND MENTAL HEALTH SERVICES ADMINISTRATION. *Drug Abuse Warning Network, 2010: Area Profiles of Drug-Related Mortality. U.S. Department of Health and Human Services Publication N° (SMA) 12-4699*, Rockville, MD, SAMHSA.
- Samuel *et al.*, 2009 – SAMUEL, E., R. B. WILLIAMS et R. B. FERRELL. « Excited delirium: Consideration of selected medical and psychiatric issues », *Journal of Neuropsychiatric Disease and Treatment*, vol. 5, p. 61-66.
- Sanford *et al.*, 2011 – SANFORD, J. M., G. J. JACOBS, E. J. ROE et T. E. TERNDROP. « Two patients subdued with a Taser® device: Cases and review of complications », *Journal of Emergency Medicine*, vol. 40, n° 1, p. 28-32.
- SC, 2009 – SANTÉ CANADA. *Guide de la politique et des procédures administratives - Évaluation des questions d'éthique entourant la recherche avec des humains*, Ottawa, ON, Santé Canada.
- Schwarz *et al.*, 2009 – SCHWARZ, E. S., M. BARRA et M. M. LIAO. « Successful resuscitation of a patient in asystole after a TASER injury using a hypothermia protocol », *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 27, n° 4, p. 511 e511-512.
- SCJC, 2006 – STANFORD CRIMINAL JUSTICE CENTER. *Use of Tasers by Law Enforcement Agencies: Guidelines and Recommendations*. Stanford, CA, Stanford University.
- Sherwood, 2006 – SHERWOOD, L. *Fundamentals of Physiology: A Human Perspective*. Belmont, CA, Thomson Brooks/Cole.
- Sloane *et al.*, 2008 – SLOANE, C. M., T. C. CHAN et G. M. VILKE. « Thoracic spine compression fracture after taser activation », *Journal of Emergency Medicine*, vol. 34, n° 3, p. 283-285.
- Smith *et al.*, 2010 – SMITH, M. R., R. J. KAMINSKI, G. P. ALPERT, L. A. FRIDELL, J. M. MACDONALD et B. KUBU. *A Multi-method Evaluation of Police Use of Force Outcomes: Final Report to the National Institute of Justice*, Columbia, SC, Université de Caroline du Sud.
- Smith et Greaves, 2002 – SMITH, J. et I. GREAVES. « The use of chemical incapacitant sprays: A review », *Journal of Trauma*, vol. 52, n° 3, p. 595-600.
- Southall *et al.*, 2008 – SOUTHALL, P., J. GRANT, D. FOWLER et S. SCOTT. « Police custody deaths in Maryland, USA: An examination of 45 cases », *Journal of Forensic and Legal Medicine*, vol. 15, n° 4, p. 227-230.
- SPC, 2010 – SÉCURITÉ PUBLIQUE CANADA. *Lignes directrices régissant l'utilisation des armes à impulsions*, adresse URL : <http://www.publicsafety.gc.ca/cnt/rsrscs/pblctns/gdlns-cndctv-nrg-wpns/index-fra.aspx> (dernière consultation : janvier 2013).
- SPC, 2013 – SÉCURITÉ PUBLIQUE CANADA. *Conducted Energy Weapons in Use in Canada: Unpublished Statistics*.
- Sprague, 2007 – SPRAGUE, O. « The deployment of Taser weapons to UK law enforcement officials: An Amnesty International perspective », *Policing*, vol. 1, n° 3, p. 309-315.
- Stephens *et al.*, 2004 – STEPHENS, B. G., J. M. JENTZEN, S. KARCH, D. C. MASH et C. V. WETLI. « Criteria for the interpretation of cocaine levels in human biological samples and their relation to the cause of death », *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, vol. 25, n° 1, p. 1-10.

- Steptoe et Kivimaki, 2012 – STEPTOE, A. et M. KIVIMAKI. « Stress and cardiovascular disease », *Nature Reviews Cardiology*, vol. 9, n° 6, p. 360-370.
- Stevenson *et al.*, 1993 – STEVENSON, W. G., L. W. STEVENSON, H. R. MIDDLEKAUFF et L. A. SAXON. « Sudden death prevention in patients with advanced ventricular dysfunction », *Circulation*, vol. 88, n° 6, p. 2953-2961.
- Stratton *et al.*, 2001 – STRATTON, S. J., C. ROGERS, K. BRICKETT et G. GRUZINSKI. « Factors associated with sudden death of individuals requiring restraint for excited delirium », *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 19, n° 3, p. 187-191.
- Stratton, 2009 – STRATTON, S. J. Sudden « In-Custody Death », dans Kroll, M. W. et J. D. Ho (réd.), *TASER® Conducted Electrical Weapons: Physiology, Pathology, and Law*, New York, NY, Springer.
- Straus *et al.*, 2004 – STRAUS, S. M., G. S. BLEUMINK, J. P. DIELEMAN, J. VAN DER LEI, G. W. T JONG, J. H. KINGMA, ... B. H. STRICKER. « Antipsychotics and the risk of sudden cardiac death », *Archives of Internal Medicine*, vol. 164, n° 12, p. 1293-1297.
- Strote *et al.*, 2010a – STROTE, J., E. VERZEMNIEKS, M. WALSH et H. R. HUTSON. « Use of force by law enforcement: An evaluation of safety and injury », *Journal of Trauma*, vol. 69, n° 5, p. 1288-1293.
- Strote *et al.*, 2010b – STROTE, J., M. WALSH, M. ANGELIDIS, A. BASTA et H. R. HUTSON. « Conducted electrical weapon use by law enforcement: An evaluation of safety and injury », *Journal of Trauma*, vol. 68, n° 5, p. 1239-1246.
- Strote et Hutson, 2006 – STROTE, J. et H. R. HUTSON. « Taser use in restraint-related deaths », *Prehospital Emergency Care*, vol. 10, n° 4, p. 447-450.
- Sun *et al.*, 2010 – SUN, H., D. HAEMMERICH, P. S. RAHKO et J. G. WEBSTER. « Estimating the probability that the Taser directly causes human ventricular fibrillation », *Journal of Medical Engineering & Technology*, vol. 34, n° 3, p. 178-191.
- Sun et Webster, 2007 – SUN, H. et J. G. WEBSTER. « Estimating neuromuscular stimulation within the human torso with Taser stimulus », *Physics in Medicine and Biology*, vol. 52, n° 21, p. 6401-6411.
- Sweeney, 2009a – SWEENEY, J. D. *Transcutaneous Muscle Stimulation*. dans Kroll, M. W. et J. D. Ho (réd.), *TASER® Conducted Electrical Weapons: Physiology, Pathology, and Law*, New York, NY, Springer.
- Sweeney, 2009b – SWEENEY, J. D. *Theoretical Comparisons of Nerve and Muscle Activation by Neuromuscular Incapacitation Devices*, communication présentée dans le cadre de la 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS, Minneapolis, MN.
- Swenson, 2001 – SWENSON, E. R. « Metabolic acidosis », *Respiratory Care*, vol. 46, n° 4, p. 342-353.
- Swerdlow *et al.*, 2009 – SWERDLOW, C. D., M. C. FISHBEIN, L. CHAMAN, D. R. LAKKIREDDY et P. TCHOU. « Presenting rhythm in sudden deaths temporally proximate to discharge of TASER conducted electrical weapons », *Academic Emergency Medicine*, vol. 16, n° 8, p. 726-739.
- Synyshyn, 2008 – SYNYSHYN, S. *A Briefing Note on the State of Tasers in Canada: A Select Review of Medical and Policy Review Literature*, Ottawa, ON, Association canadienne des commissions de police.
- Tan *et al.*, 2005 – TAN, H. L., N. HOFMAN, I. M. VAN LANGEN, A. C. VAN DER WAL et A. A. WILDE. « Sudden unexplained death: Heritability and diagnostic yield of cardiological and genetic examination in surviving relatives », *Circulation*, vol. 112, n° 2, p. 207-213.
- Tens MED, 2011 – TENS MED. *Elle Tens Machine*, adresse URL : http://www.tensmachines.co.uk/Elle-Tens-Machine-Maternity-Tens-Machine-FREE-Delivery-Uk-NIreland_p_18.html (dernière consultation : mai 2013).
- Terracciano *et al.*, 2010 – TERRACCIANO, L., J. BROZEK, E. COMPALATI et H. SCHUNEMANN. « GRADE system: New paradigm », *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, vol. 10, n° 4, p. 377-383.
- Trois conseils, 2010 – CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES HUMAINES DU CANADA, CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES NATURELLES ET EN GÉNIE DU CANADA ET INSTITUTS DE RECHERCHE EN SANTÉ DU CANADA. *Énoncé de politique des Trois conseils : Éthique de la recherche avec des êtres humains*, Ottawa, ON, Trois conseils.
- Turner et Jumbelic, 2003 – TURNER, M. S. et M. L. JUMBELIC. « Stun gun injuries in the abuse and death of a seven-month-old infant », *Journal of Forensic Sciences*, vol. 48, n° 1, p. 180-182.
- U.K. Steering Group, 2006 – UNITED KINGDOM STEERING GROUP. *Patten Report Recommendations 69 and 70 Relating to Public Order Equipment: A Research Programme into Alternative Policing Approaches Towards the Management of Conflict*, Stormont, Belfast, U.K. Steering Group.
- Vaartjes *et al.*, 2009 – VAARTJES, I., A. HENDRIX, E. M. HERTOCH, D. E. GROBBEE, P. A. DOEVENDANS, A. MOSTERD et M. L. BOTS. « Sudden death in persons younger than 40 years of age: Incidence and causes », *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, vol. 16, n° 5, p. 592-596.
- Valentino *et al.*, 2007a – VALENTINO, D. J., R. J. WALTER, A. J. DENNIS, K. NAGY, M. M. LOOR, J. WINNERS, ... R. ROBERTS. « Neuromuscular effects of stun device discharges », *Journal of Surgical Research*, vol. 143, n° 1, p. 78-87.

- Valentino *et al.*, 2007b – VALENTINO, D. J., R. J. WALTER, K. NAGY, A. J. DENNIS, J. WINNERS, F. BOKHARI, ... R. ROBERTS. « Repeated thoracic discharges from a stun device », *Journal of Trauma-Injury Infection and Critical Care*, vol. 62, n° 5, p. 1134-1142.
- Valentino *et al.*, 2008a – VALENTINO, D. J., R. J. WALTER, A. J. DENNIS, B. MARGETA, F. STARR, K. K. NAGY, ... R. R. ROBERTS. « Taser X26 discharges in swine: Ventricular rhythm capture is dependent on discharge vector », *Journal of Trauma*, vol. 65, n° 6, p. 1478-1485; discussion 1485-1477.
- Valentino *et al.*, 2008b – VALENTINO, D. J., R. J. WALTER, A. J. DENNIS, K. NAGY, M. M. LOOG, J. WINNERS, ... R. ROBERTS. « Acute effects of MK63 stun device discharges in miniature swine », *Military Medicine*, vol. 173, n° 2, p. 167-173.
- van Noord *et al.*, 2010 – VAN NOORD, C., M. EIJGELSHEIM et B. H. STRICKER. « Drug- and non-drug-associated QT interval prolongation », *British Journal of Clinical Pharmacology*, vol. 70, n° 1, p. 16-23.
- Vanga *et al.*, 2009a – VANGA, S. R., S. BOMMANA, M. W. KROLL, C. SWERDLOW et D. LAKKIREDDY. *TASER Conducted Electrical Weapons and Implanted Pacemakers and Defibrillators*, communication présentée dans le cadre de la 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS.
- Vanga *et al.*, 2009b – VANGA, S. R., J. L. VACEK, L. BERENBOM et D. R. LAKIREDDY. « Conducted Electrical Weapons and Implantable Cardiac Devices », dans Kroll, M. W. et J. D. Ho (réd.), *TASER® Conducted Electrical Weapons: Physiology, Pathology, and Law*, New York, NY, Springer.
- VanMeenan *et al.*, 2011 – VANMEENAN, K. M., M. H. LAVIETES, N. S. CHERNIACK, M. T. BERGEN, R. TEICHMAN et R. J. SERVATIUS. *Respiratory and Cardiovascular Response During Electronic Control Device (ECD) Exposure in Law Enforcement Trainees*, Washington, DC, National Institute of Justice.
- VanMeenan *et al.*, 2013 – VANMEENAN, K. M., M. H. LAVIETES, N. S. CHERNIACK, M. T. BERGEN, R. TEICHMAN et R. J. SERVATIUS. « Respiratory and cardiovascular response during electronic control device exposure in law enforcement trainees », *Frontiers in Physiology*, vol. 4, p. 78.
- Vilke *et al.*, 2007 – VILKE, G. M., C. M. SLOANE, K. D. BOUTON, F. W. KOLKHORST, S. D. LEVINE, T. S. NEUMAN, ... T. C. CHAN. « Physiological effects of a conducted electrical weapon on human subjects », *Annals of Emergency Medicine*, vol. 50, n° 5, p. 569-575.
- Vilke *et al.*, 2008 – VILKE, G. M., C. SLOANE, S. LEVINE, T. NEUMAN, E. CASTILLO et T. C. CHAN. « Twelve-lead electrocardiogram monitoring of subjects before and after voluntary exposure to the Taser X26 », *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 26, n° 1, p. 1-4.
- Vilke *et al.*, 2009a – VILKE, G. M., W. D. JOHNSON, 3rd, E. M. CASTILLO, C. SLOANE et T. C. CHAN. « Tactical and subject considerations of in-custody deaths proximal to use of conductive energy devices », *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, vol. 30, n° 1, p. 23-25.
- Vilke *et al.*, 2009b – VILKE, G. M., C. M. SLOANE, A. SUFFECOL, F. W. KOLKHORST, T. S. NEUMAN, E. M. CASTILLO et T. C. CHAN. « Physiologic effects of the TASER after exercise », *Academic Emergency Medicine*, vol. 16, n° 8, p. 704-710.
- Vilke *et al.*, 2012a – VILKE, G. M., W. P. BOZEMAN, D. M. DAWES, G. DEMERS et M. P. WILSON. « Excited delirium syndrome (ExDS): Treatment options and considerations », *Journal of Forensic and Legal Medicine*, vol. 19, n° 3, p. 117-121.
- Vilke *et al.*, 2012b – VILKE, G. M., M. L. DEBARD, T. C. CHAN, J. HO, D. DAWES, C. HALL, ... W. P. BOZEMAN. « Excited delirium syndrome (ExDS): Defining based on a review of the literature », *Journal of Emergency Medicine*, vol. 43, n° 5, p. 897-905.
- Volders, 2010 – VOLDERS, P. G. « Novel insights into the role of the sympathetic nervous system in cardiac arrhythmogenesis », *Heart Rhythm*, vol. 7, n° 12, p. 1900-1906.
- Walter *et al.*, 2008 – WALTER, R. J., A. J. DENNIS, D. J. VALENTINO, B. MARGETA, K. K. NAGY, F. BOKHARI, ... R. R. ROBERTS. « TASER X26 discharges in swine produce potentially fatal ventricular arrhythmias », *Academic Emergency Medicine*, vol. 15, n° 1, p. 66-73.
- Weaver et Williams, 1986 – WEAVER, L. A., Jr. et R. W. WILLIAMS. « Stimulus parameters and electroconvulsive therapy », *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 462, p. 174-185.
- Werner *et al.*, 2012 – WERNER, J. R., D. M. JENKINS, W. B. MURRAY, E. L. HUGHES, D. A. BIENUS et M. J. KENNETT. « Human electromuscular incapacitation devices characterization: A comparative study on stress and the physiological effects on swine », *Journal of Strength & Conditioning Research*, vol. 26, n° 3, p. 804-810.
- Wetli et Fishbain, 1985 – WETLI, C. V. et D. A. FISHBAIN. « Cocaine-induced psychosis and sudden death in recreational cocaine users », *Journal of Forensic Sciences*, vol. 30, n° 3, p. 873-880.

- Wetli, 2009 – WETLI, C. V. « Sudden Unexpected Death In Custody (SUDIC): The SUDIC Investigative Checklist », dans Kroll, M. W. et J. D. Ho (réd.), *TASER® Conducted Electrical Weapons: Physiology, Pathology, and Law*, New York, NY, Springer.
- White *et al.*, 2013 – WHITE, M. D., J. READY, C. RIGGS, D. M. DAWES, A. HINZ et J. D. HO. « An incident-level profile of TASER device deployments in arrest-related deaths », *Police Quarterly*, vol. 16, n° 1, p. 85-112.
- White et Ready, 2009 – WHITE, M. D. et J. READY. « Examining fatal and nonfatal incidents involving the TASER », *Criminology & Public Policy*, vol. 8, n° 4, p. 865-891.
- Winograd, 1977 – WINOGRAD, H. L. « Acute croup in an older child: An unusual toxic origin », *Clinical Pediatrics (Philadelphia)*, vol. 16, n° 10, p. 884-887.
- Wu *et al.*, 2008 – WU, J. Y., H. SUN, A. P. O'ROURKE, S. M. HUEBNER, P. S. RAHKO, J. A. WILL et J. G. WEBSTER. « Taser blunt probe dart-to-heart distance causing ventricular fibrillation in pigs », *IEEE Transactions in Biomedical Engineering*, vol. 55, n° 12, p. 2768-2771.
- Yago *et al.*, 1981 – YAGO, K. B., F. N. PITTS, JR., R. W. BURGOYNE, O. ANILINE, L. S. YAGO et A. F. PITTS. « The urban epidemic of phencyclidine (PCP) use: Clinical and laboratory evidence from a public psychiatric hospital emergency service », *Journal of Clinical Psychiatry*, vol. 42, n° 5, p. 193-196.
- Zipes et Wellens, 1998 – ZIPES, D. P. et H. J. WELLENS. « Sudden cardiac death », *Circulation*, vol. 98, n° 21, p. 2334-2351.
- Zipes, 2012 – ZIPES, D. P. « Sudden cardiac arrest and death associated with application of shocks from a TASER electronic control device », *Circulation*, vol. 125, n° 20, p. 2417-2422.

Appendice

- **APPENDICE A** Résumé des principales constatations issues d'évaluations précédentes
- **APPENDICE B** Blessures physiques après l'exposition à une AI
- **APPENDICE C** Sommaire des études sur des animaux examinant les dysfonctionnements respiratoires
- **APPENDICE D** Sommaire des études sur des animaux examinant divers caractéristiques des AI et dysfonctionnements cardiaques

APPENDICE A

Résumé des principales constatations issues d'évaluations précédentes

Rapport Almond, Report of Advisory Panel to Minister of Justice on Use of CEWs by Law Enforcement in Nova Scotia (MJNE, 2008b)

Données probantes	Effets sur la santé	Principales constatations liées à la santé	Conclusions
- Publications examinées par des pairs - Littérature parallèle	Mort, lésion corporelle.	- Le risque de mort ou de blessure grave associé à l'utilisation des AI auprès d'individus en santé est faible, mais les populations vulnérables pourraient ne pas être prises en compte (p. ex. les personnes atteintes de troubles mentaux ou physique ou celles sous l'emprise de la drogue ou de l'alcool). - Aucune recherche médicale n'a établi de lien causal entre les AI et la mort, mais la science continue d'avancer.	Conclusions Un comité d'experts médicaux et scientifiques devrait examiner l'information probante (avec un comité distinct d'experts de la santé mentale chargé de la question du syndrome du délire aigu); fournir annuellement des conseils au ministre de la Justice, aux décideurs et aux forces policières. L'élaboration des politiques est entravée par l'absence de dépôt central de données sur les cas d'utilisation des AI.

DOMILL, 2011, Statement on TASER M26 and X26 and Children and Vulnerable Populations (DOMILL, 2011)

Données probantes	Effets sur la santé	Principales constatations liées à la santé	Conclusions
- Publications examinées par des pairs - Littérature parallèle	Mort, blessure, interactions cœur-médicaments, syndrome du délire aigu, stress, maladie mentale.	- Possibilité de risque accru de préjudices pour les enfants, les adolescents et les personnes de faible poids : arythmie cardiaque nocive; préjudice physiologique découlant de contractions musculaires intenses, douleur et stress induits par l'AI; lésions de la peau et des tissus mous causées par les fléchettes des sondes des AI. - Les risques pour les femmes enceintes et les fœtus ne sont pas bien documentés, mais ils pourraient inclure les blessures découlant de chutes incontrôlées et de contractions musculaires intenses, ce qui pourrait mener à une hausse des taux de césariennes et/ou de nouveau-nés de faible poids de naissance. - Information probante ambiguë concernant l'accroissement du risque de crises épileptiques causées par les AI chez les personnes épileptiques. - L'interaction des AI avec les stimulateurs cardiaques et les dispositifs implantables n'est pas néfaste. - Des lésions cardiaques graves pourraient être possibles en la présence de cardiopathies sous-jacentes ou d'une intoxication chimique.	

DOMILL, 2005, Statement of the Medical Implications of the Use of the M26 Advanced TASER (DOMILL, 2005)

Données probantes	Effets sur la santé	Principales constatations liées à la santé	Conclusions
- Publications examinées par des pairs - Littérature parallèle - Recherche en laboratoire	Mort, blessure, interactions cœur-médicaments, syndrome du délire aigu.	- Hypersensibilité possible aux AI découlant de l'interaction avec des drogues illicites. - Très faible probabilité de dommages aux dispositifs implantés et aux stimulateurs cardiaques. - La faible taille des échantillons de données sur les humains nuit à la recherche.	Conclusions Le risque de blessures graves ou potentiellement fatales associé au TASER® M26™ Advanced semble être très faible.

Rapport de la Chambre des communes, Canada, Étude sur l'arme à impulsions électriques Taser^{MD} (Chambre des communes du Canada, 2008)

Données probantes	Effets sur la santé	Principales constatations liées à la santé	Conclusions
Témoignages d'experts	Morts en détention, syndrome du délire aigu, fibrillation ventriculaire, lésion corporelle.	- Témoignages d'experts : 962 déploiements sur le terrain, 0,3% causant des blessures graves, 99,7% ne causant pas de blessures ou causant des blessures légères. 20 décès ultérieurs à l'utilisation de TASER® recensés au Canada jusqu'en 2008. - La fibrillation ventriculaire induite par le TASER® a été documentée uniquement chez les animaux.	Conclusions Aucun lien de causalité établi entre l'utilisation d'une AI et la mort. Il faudrait que le gouvernement commande ou finance des recherches scientifiques indépendantes examinées par des pairs concernant les AI.

suite à la page suivante

Rapport Kiedrowski, Examen indépendant de l'adoption de l'arme à impulsions et de son utilisation par la Gendarmerie royale du Canada (Kiedrowski *et al.*, 2008)

Données probantes	Effets sur la santé	Principales constatations liées à la santé	Conclusion
- Publications examinées par des pairs - Littérature parallèle - Dossiers de police / autres documents de police - Entrevues avec agents de la GRC et d'autres corps de police	Mort, blessure, capture cardiaque et arythmie, fonction neuromusculaire, syndrome du délire aigu.	- Études sur des humains : pas de changements cliniquement significatifs dans l'activité électrique observable, la température corporelle ou les marqueurs sériques des lésions musculaires ou de l'acidose. - Études sur des porcs : de longues décharges du TASER® X26™ à travers le cœur pourraient entraîner une fibrillation ventriculaire ou la tachycardie.	Pas de lien causal nécessaire et suffisant entre l'AI et la mort chez les adultes en santé. Les individus de faible poids, ayant un état pathologique préexistant, intoxiqués ou souffrant de psychose aiguë ou de stress aigu pourraient courir un risque accru de lésions ou de mort après l'exposition à une AI. Le terme délire aigu devrait pas être utilisé dans le manuel des opérations de la GRC, à moins qu'on décide ultérieurement d'en approuver officiellement l'usage après consultation d'un comité consultatif sur la politique de santé mentale.

Rapport Manojlovic à l'intention du Centre canadien de recherches policières, Étude sur les dispositifs à impulsions (Manojlovic *et al.*, 2005)

Données probantes	Effets sur la santé	Principales constatations liées à la santé	Conclusion
- Publications examinées par des pairs - Littérature parallèle - Résumé détaillé de deux rapports du BC Office of the Police Complaints Commissioner, où sont utilisés des témoignages d'experts	Mort, blessure, crise épileptique, lésions superficielles de la peau.	- Lacunes dans la recherche : Mort ultérieure à la contrainte, effets physiologiques du délire aigu, contrainte efficace et traitement du délire aigu. - Le <i>syndrome du délire aigu</i> n'est pas un diagnostic universellement accepté.	Très faible risque de lésion cardiaque. Pas de données de recherche concluantes montrant un lien de causalité entre les AI et la mort. Le syndrome du délire aigu est de plus en plus reconnu comme un des principaux facteurs contribuant aux décès ultérieurs à l'utilisation des AI.

Rapport Synyshyn à l'intention de l'Association canadienne des commissions de police, A Select Review of Medical and Policy Review Literature (Synyshyn, 2008)

Données probantes	Effets sur la santé	Principales constatations liées à la santé	Conclusion
- Publications examinées par des pairs - Littérature parallèle	Fibrillation ventriculaire, capture cardiaque, blessures par les sondes des AI.	- Les expériences en laboratoire sur des humains ne peuvent reproduire entièrement les scénarios observés « sur le terrain ». - Les considérations éthiques sont le principal défi à la recherche sur les cofacteurs de risque et les populations vulnérables.	La recherche n'a pas révélé de lien concluant entre les AI et la mort. Il subsiste des désaccords dans le milieu scientifique concernant l'applicabilité des études sur des porcs concernant les risques pour la santé cardiaque.

2011 National Institute of Justice, Study of Deaths Following Electro Muscular Disruption (NIJ, 2011)

Données probantes	Effets sur la santé	Principales constatations liées à la santé	Conclusions
- Publications examinées par des pairs - Littérature parallèle - Témoignages d'experts - Dossiers de coroners - Dossiers de police	Mort, blessure grave, arythmie cardiaque, syndrome du délire aigu.	- Il n'y a actuellement pas de preuves médicales que les AI présentent un risque important d'induction de dysrythmies cardiaques quand elles sont déployées de manière raisonnable. - Des preuves anecdotiques indiquent que les AI peuvent causer une arythmie cardiaque lors de déploiements sur le terrain. - Les facteurs de risque incluent l'intoxication, le syndrome du délire aigu, l'acidose et les stimulateurs cardiaques, mais la littérature n'a pas démontré de manière concluante l'existence d'un lien de causalité; d'autres recherches s'imposent concernant le rôle que jouent ces facteurs dans les morts subites ultérieures à l'utilisation d'une AI.	Pas de preuves médicales concluantes d'un risque élevé de blessure ou de décès après une courte exposition à une AI chez des adultes normaux en santé. Le risque de décès ultérieur à l'utilisation d'une AI est inférieur à 0,25 %, et le risque blessure ou de décès probablement inférieur à 1 %. Il ne faudrait pas déployer l'AI en mode paralysant de manière répétée chez les sujets montrant une tolérance anormalement élevée à la douleur. La plupart des décès ultérieurs à l'utilisation d'une AI étaient liés à des cas de décharges prolongées ou multiples; les forces de l'ordre devraient éviter ce type de déploiement.

APPENDICE B

Blessures physiques après l'exposition à une AI

ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES			
(Bozeman <i>et al.</i> , 2009b)			
Méthodologie de l'étude Étude multi-centres fondée sur des populations réalisée auprès d'individus exposés à une AI par six organismes d'exécution de la loi	Taille de l'échantillon 1 201	Constatations • Blessures perforantes superficielles dans 83 % des cas • Blessures à la tête subies lors de chutes liées à l'utilisation de l'AI dans 2 cas	
(Gardner <i>et al.</i> , 2012)			
Méthodologie de l'étude Étude rétrospective utilisant de l'information tirée d'une base de données multi-centres concernant l'utilisation des AI sur le terrain et mettant l'accent sur un échantillon de mineurs (âgés de 13 à 17 ans)	Taille de l'échantillon 100	Constatations • Dans 20 % des cas, blessures consistant surtout en des blessures perforantes superficielles • Au nombre des types de blessures moins courants figuraient les éraflures superficielles, les lacérations mineures et les saignements de nez	
(Haileyesus <i>et al.</i> , 2011)			
Méthodologie de l'étude Étude rétrospective utilisant deux bases de données nationales sur des blessures subies lors d'incidents de recours à la force ayant nécessité des traitements dans une salle d'urgence	Taille de l'échantillon ~300 000	Constatations • Sur quelque 300 000 blessures non fatales subies lors d'interventions comportant le recours à la force, 11 % étaient liées à l'utilisation d'une AI et consistaient en des blessures perforantes causées par les sondes ainsi que des contusions, éraflures, pénétrations de corps étrangers et lacérations	
ÉTUDES DE SÉRIES DE CAS / ÉTUDES DE CAS			
(Chandler <i>et al.</i> , 2011)			
Méthodologie de l'étude Étude de cas	Taille de l'échantillon 1	Constatations • Sonde enfoncée dans le front après le déploiement d'une AI à partir d'une distance inférieure à 5 pieds	Les deux études montrent qu'une fléchette d'AI est assez longue pour pénétrer dans le cerveau
(Le Blanc-Louvry <i>et al.</i> , 2012)			
Méthodologie de l'étude Étude de cas	Taille de l'échantillon 1	Constatations • Sonde d'AI ayant pénétré le crâne et le lobe frontal sous-jacent	
(Chen <i>et al.</i> , 2006)			
Méthodologie de l'étude Étude de cas	Taille de l'échantillon 1	Constatations • Lésion oculaire avec perforation entraînant un décollement rétinien	

suite à la page suivante

(Han <i>et al.</i>, 2009)		
Méthodologie de l'étude Étude de cas	Taille de l'échantillon 1	Constatations • Lésion oculaire avec perforation entraînant une perte de vision temporaire
(Giaconi <i>et al.</i>, 2011)		
Méthodologie de l'étude Étude de cas	Taille de l'échantillon 1	Constatations • Trauma aigu (déchirement) des tendons des membres inférieurs après une décharge d'AI dans la cuisse
(Mangus <i>et al.</i>, 2008)		
Méthodologie de l'étude Série de cas non consécutifs	Taille de l'échantillon 4	Constatations • Pénétration de sonde dans le cerveau et blessures diverses résultant de chutes, y compris des fractures du crâne et des os du visage, une commotion et des lacérations
(Hinchey et Subramaniam, 2009)		
Méthodologie de l'étude Étude de cas	Taille de l'échantillon 1	Constatations • Le sujet a subi un pneumothorax (poumon collabé) de gravité légère à modérée à la suite d'un incident ayant comporté l'utilisation d'une AI; les auteurs ont donné à penser qu'il a été causé par la sonde de l'AI, mais n'ont pu exclure la possibilité que la chute causée par la neutralisation par l'AI ait pu être une cause possible
(Sloane <i>et al.</i>, 2008)		
Méthodologie de l'étude Étude de cas	Taille de l'échantillon 1	Constatations • Fracture par compression d'une vertèbre thoracique résultant de contractions musculaires intenses et correspondant aux fractures par compression résultant d'une crise épileptique
(Bui <i>et al.</i>, 2009)		
Méthodologie de l'étude Étude de cas	Taille de l'échantillon 1	Constatations • Le sujet a eu une crise épileptique après avoir reçu une décharge d'AI dans la tête et présentait les signes d'une commotion, probablement attribuable à la chute sur le sol

APPENDICE C

Sommaire des études sur des animaux examinant les dysfonctionnements respiratoires

Sujets et durée d'exposition	Mesure	Observations avant l'exposition	Observations après l'exposition	Conclusions
(Jauchem <i>et al.</i> , 2006) 6 porcs exposés à des décharges uniques de 5 sec. suivies d'une pause de 5 sec., avec répétition pendant 3 min.	pH	7,42	6,95	- pH sanguin sensiblement réduit pendant 1 heure après l'exposition - Acidose attribuée aux contractions des muscles des pattes (qui ont causé une hausse de la sécrétion de lactate et une acidose métabolique) et des ralentissements de la respiration (qui ont causé une hausse de la PCO₂ et une acidose respiratoire) - Les taux de lactate étaient très élevés et sont revenus à la normale lentement (en plus d'une heure)
	Lactate (mmol/L)	1,05	14,5	
	PCO ₂ (mm Hg)	~ 45	~ 100	
(Dennis <i>et al.</i> , 2007) 11 porcs, deux décharges de 40 sec.	pH	7,45	6,81	- Arrêt de la respiration pendant l'exposition - Deux décès résultant d'arythmies cardiaques - Graves perturbations de l'équilibre acido-basique - Contrairement à la procédure employée dans Jauchem <i>et al.</i> (2006), les animaux étaient ventilés mécaniquement (sauf pendant les décharges de 40 sec.), ce qui a donné à penser que l'augmentation de la PCO₂ a été causée par un dysfonctionnement circulatoire plutôt que par le ralentissement de la respiration
	Lactate (mmol/L)	1,6	22,1	
	PCO ₂ (mm Hg)	45,3	94,5	
(Jauchem <i>et al.</i> , 2009b) 10 porcs, décharge de 30 sec.	pH	7,39	7,04	- Arrêt de la respiration pendant l'exposition - Diminution du pH - Hausse du lactate - Hausse de la PCO₂
	Lactate (mmol/L)	1,6	14,1 (10 min. après l'exposition, et 8,2 trois heures après l'exposition)	
	PCO ₂ (mm Hg)	60	113 (immédiatement après l'exposition)	
(Jenkins <i>et al.</i> , 2013) 10 porcs, décharges allant jusqu'à 30 minutes	pH	~ 7,4	~ 6,9	- Inhibition de la respiration spontanée dans les 60 à 90 secondes après l'exposition - Les animaux ont développé une acidose métabolique et respiratoire mixte - Il y a eu quatre décès, probablement causés par une défaillance mécanique du muscle cardiaque (et non par des arythmies induites par l'électricité) Les valeurs sont des moyennes pour 8 animaux enregistrées immédiatement après une exposition continue de 5 minutes; les données enregistrées ultérieurement étaient incomplètes.
	Lactate (mmol/L)	~ 1,25	~ 16	
	PCO ₂ (mm Hg)	~ 37	~ 100	

APPENDICE D**Sommaire des études sur des animaux examinant divers caractéristiques des AI et dysfonctionnements cardiaques**

	Sujet	Emplacement des sondes	Profondeur des sondes	Puissance de la charge	Durée / Nombre des décharges	Résultat (et référence)
Divers emplacements des sondes	6 porcs (150 décharges au total)	2 emplacements : à travers le cœur et à travers l'abdomen	Insertion juste en-dessous de la peau	Standard	1 X 5 sec. et 1 X 15 sec.	Capture cardiaque observée uniquement quand le courant était envoyé à travers le cœur, mais il n'y a pas eu de fibrillation ventriculaire. Décharge plus longue (15 sec.) plus susceptible de causer une capture cardiaque (Nanthakumar <i>et al.</i> , 2006).
	4 porcs (67 décharges au total)	11 emplacements (sur le dos et à l'avant), dont certains à travers le cœur	12 mm	Standard	1 X 10 sec.	Capture cardiaque observée à une fréquence plus élevée quand le courant traversait directement le cœur, mais une décharge transcardiaque n'était pas nécessaire pour induire la capture. Deux cas de fibrillation ventriculaire observés, les deux après une décharge à travers le cœur (Valentino <i>et al.</i> , 2008a).
Diverses profondeurs des sondes	5 porcs	Insertion par chirurgie d'une sonde au-dessus du cœur, avec possibilité de variation de la profondeur; autre sonde sur l'abdomen	Distance variable de la fléchette au cœur	Standard	1 X 5 sec. (chaque animal exposé de multiples fois à différentes distances de la fléchette au cœur)	La distance moyenne de la pointe de la fléchette au cœur dans les cas où il y a eu fibrillation ventriculaire était d'environ 6 mm (fourchette de 2 à 8 mm). Chez les humains, si la sonde pénètre entièrement et que la distance de la peau au cœur est faible, la sonde peut être assez près du cœur pour causer une fibrillation ventriculaire (Wu <i>et al.</i> , 2008).
Diverses puissances de charge	9 porcs (chacun exposé ~ 26 fois)	À travers le cœur	Non précisé	Variable	1 X 5 sec. (chaque animal exposé de multiples fois à différentes puissances de charge)	Une charge 15 fois supérieure à une charge standard d'AI était requise pour induire une fibrillation ventriculaire, même chez le plus petit porc. Des charges plus puissantes étaient requises chez les porcs de poids supérieur (McDaniel <i>et al.</i> , 2005).
	2 porcs	À travers le cœur	9 mm	Variable	1 X 5 sec. (chaque animal exposé de multiples fois à différentes puissances de charge)	Capture cardiaque habituellement observée avec une charge standard. Il y a eu induction de la fibrillation ventriculaire (dans moins de la moitié des cas) seulement quand la charge était environ 4 fois supérieure à une charge standard (Kroll <i>et al.</i> , 2009).

suite à la page suivante

	Sujet	Emplacement des sondes	Profondeur des sondes	Puissance de la charge	Durée / Nombre des décharges	Résultat (et référence)
Diverses longueurs de décharges	11 porcs (certains sujets témoins)	À travers le cœur	10 mm	Standard	2 X 40 sec.	Capture cardiaque observée chez tous les animaux. Deux cas de fibrillation ventriculaire fatale (Dennis <i>et al.</i> , 2007).
	14 porcs (certains sujets témoins)	À travers le cœur	12 mm	Standard	2 X 40 sec.	Capture cardiaque observée chez tous les animaux. Un cas de fibrillation ventriculaire fatale (Walter <i>et al.</i> , 2008).
	6 porcs	À travers le cœur	Une sonde à 10 mm du cœur	Standard	Durée variable (chaque animal exposé de multiples fois pendant différentes durées)	Une décharge d'environ 90 sec. était requise pour induire une fibrillation ventriculaire (Kroll <i>et al.</i> , 2010).
	10 porcs (5 pour chaque groupe)	À travers le cœur	Non précisée	Standard	1 X 30 sec. 1 X 60 sec.	Aucun épisode de fibrillation ventriculaire (Jauchem <i>et al.</i> , 2009a).
	10 porcs	À travers le cœur	Non précisée	Standard	20 X 5 sec. (4 groupes of 5 X 5 sec., à 5 min. d'écart)	Aucun épisode de fibrillation ventriculaire (Esquivel <i>et al.</i> , 2007).
	10 porcs	À travers le cœur	Non précisée	Standard	Jusqu'à 1 X 30 min.	Quatre décès sont survenus (à 4, 4,5, 10 et 10,25 min). Aucun n'était attribuable à une mort cardiaque soudaine causée par une fibrillation ventriculaire induite électriquement (Jenkins <i>et al.</i> , 2013).
Divers emplacements et charges	13 porcs	5 emplacements, dont 3 à travers le cœur et 2 dans le dos	9 mm	Variable	1 X 5 sec. (chaque animal exposé de multiples fois à différentes puissances de charge)	Le risque de fibrillation ventriculaire variait selon la position des fléchettes de l'AI par rapport au cœur (mais la fibrillation a été observée seulement avec une AI « améliorée » qui délivrait une charge plus de 4 fois supérieure à la charge standard) (Lakkireddy <i>et al.</i> , 2008).

Conseil des gouverneurs du Conseil des académies canadiennes

Renseignements à jour en juin 2013

Elizabeth Parr-Johnston, C.M., présidente, ancienne rectrice de l'Université du Nouveau-Brunswick et de l'Université Mount Saint Vincent (Chester Basin, N.-É.)

Margaret Bloodworth, C.M., ancienne sous-ministre au fédéral et conseillère nationale pour la sécurité (Ottawa, Ont.)

John Cairns, MACSS, professeur de médecine, Université de la Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.)

Marie D'Iorio, MSRC, directrice générale, Institut national de nanotechnologie, Conseil national de recherches (Edmonton, Alb.)

Henry Friesen, C.C., MSRC, MACSS, vice-président, professeur émérite distingué et membre principal du Centre pour le progrès de la médecine, Faculté de médecine, Université du Manitoba (Winnipeg, Man.)

Claude Jean, premier vice-président et directeur général, Teledyne DALSA, Semiconducteur (Bromont, Qc)

Thomas Marrie, MACSS, doyen, Faculté de médecine, Université Dalhousie (Halifax, N. É)

Jeremy McNeil, MSRC, professeur invité Helen Battle, Département de biologie, Université Western (London, Ont.)

Axel Meisen, C.M., MACG, ancien président, Prévision, Alberta Innovates – Technology Futures (AITF) (Edmonton, Alb.)

Lydia Miljan, professeure agrégée en sciences politiques et directrice du programme des arts et des sciences, Université de Windsor (Windsor, Ont.)

P. Kim Sturgess, MACG, présidente-directrice générale et fondatrice, Alberta WaterSMART (Calgary, Alb.)

Conseil d'administration de l'Académie canadienne des sciences de la santé

Thomas J. Marrie, MACSS (président), doyen, Faculté de médecine, Université Dalhousie (Halifax, N.-É.)

Catharine I. Whiteside, MACSS (présidente sortante), doyenne, Faculté de médecine, Université de Toronto (Toronto, Ont.)

John Cairns, MACSS (président désigné), professeur de médecine, Faculté de médecine, Université de Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.)

Robert Sindelar, MACSS (secrétaire), doyen, Faculté de sciences pharmaceutiques, Université de Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.)

Jawahar Kalra, MACSS (directeur), professeur de pathologie, Université de la Saskatchewan (Saskatoon, Sask.)

Peter Singer, MACSS (secrétaire étranger), chef de la direction de Grands Défis Canada et directeur, Sandra Rotman Centre, University Health Network, Université de Toronto (Toronto, Ont.)

Comité consultatif scientifique mixte*Renseignements à jour en juin 2013*

Tom Brzustowski, O.C., MSRC, MACG (co-président), président du conseil d'administration de l'Institute for Quantum Computing de l'Université de Waterloo (Waterloo, Ont.)

John Cairns, MACSS (co-président), professeur de médecine, Université de Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.)

Paul Armstrong, MACSS, professeur d'université distingué, Université de l'Alberta (Edmonton, Alb.)

Dale Dauphinee, MACSS, ancien directeur général, Conseil médical du Canada (Montréal, Qc)

Jean Gray, C.M., MACSS, professeure émérite de médecine, Université Dalhousie (Halifax, N. É.)

Stuart MacLeod, ancien directeur général, Child and Family Research Institute, et professeur, Département de pédiatrie, Université de Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.)

Susan A. McDaniel, MSRC, directrice, Institut Prentice; titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur la population mondiale et le cours de la vie; titulaire de la chaire de recherche Prentice, professeure de sociologie, Université de Lethbridge (Lethbridge, Alb.)

Norbert R. Morgenstern, C.M., MSRC, MACG, professeur émérite de génie civil, Université de l'Alberta (Edmonton, Alb.)

