



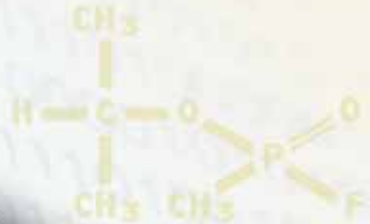
Recherche et développement  
pour la défense Canada

Defence Research and  
Development Canada

IRTC-CRTI

Programme du  
**Symposium d'été  
de l'IRTC**

Les 15 et 16 juin 2004  
Gatineau (Québec)



Canada



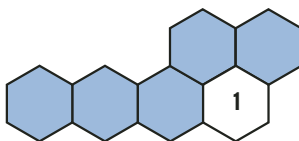
## Programme du Symposium d'été de l'IRTC Les 15 et 16 juin 2004 Gatineau (Québec)

L'IRTC, ou l'Initiative de recherche et de technologie chimique, biologique, radiologique ou nucléaire (CBRN), a été lancée en mai 2002 à la suite de l'adoption du budget en matière de sécurité publique et de lutte au terrorisme du Gouvernement du Canada en décembre 2001. Le mandat de l'IRTC est d'améliorer la capacité d'intervention du Canada lors d'incidents CBRN par l'entremise d'investissements en science et en technologie.

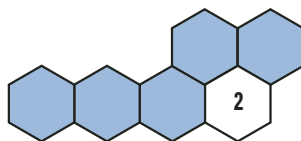
Dans les deux années qui ont suivi sa création, l'IRTC a financé 53 projets de recherche et de technologie, d'accélération technologique et de démonstration technologique. De plus, cette initiative a financé 57 projets d'acquisition technologique afin d'améliorer la capacité des laboratoires scientifiques fédéraux et gouvernementaux. Un grand nombre de ces projets ont été très efficaces et produisent déjà des résultats.

Le deuxième Symposium annuel d'été de l'IRTC, qui se déroulera au Château Cartier de Gatineau, au Québec, permettra aux partenaires de l'IRTC et à l'ensemble des intervenants du domaine CBRN de se renseigner sur les progrès réalisés dans le cadre des deux premières rondes de financement, ainsi que sur les plans d'avenir. Le Symposium vise à faciliter le partage et l'échange des connaissances acquises par les partenaires de l'IRTC et à renseigner tous les intervenants sur les travaux connexes réalisés dans le domaine CBRN. Cet échange d'idées devrait renforcer davantage les compétences et les capacités CBRN au Canada dans le domaine de l'intervention scientifique et technologique.

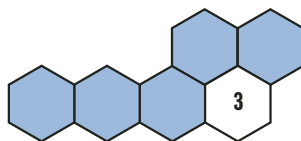
Les résumés suivants présentent tous les projets financés en 2002 et en 2003. Chacun de ces résumés sera présenté verbalement ou sous forme d'affiche. L'IRTC est aussi heureuse d'ajouter à ces résumés ceux provenant de chercheurs de milieux connexes au milieu CBRN. Ces résumés sont tous remarquables par leur ampleur, leur qualité et les contributions qu'ils apportent à la sécurité nationale et internationale.



<b>IRTC-0004TA</b> Bio-détection ponctuelle : Plate-forme de capteurs MEMS pour la détection et l'identification d'agents biologiques . . . . .	4	<b>IRTC 0064RD</b> Nouvelles techniques de surveillance des agents biochimiques utilisés comme armes de guerre et d'identification des gènes de virulence modifiés . . . . .	26
<b>IRTC 0006RD</b> Induction rapide de l'immunité innée . . . . .	6	<b>IRTC 0072RD</b> Nanodosimètres à luminescence stimulée optiquement . . . . .	28
<b>IRTC 0011TA</b> Biodétecteur en temps réel portable . . . . .	8	<b>IRTC 0080TA</b> Système d'aide à la décision ARGOS pour la gestion des urgences radiologiques et nucléaires . . . . .	30
<b>IRTC 0019TA</b> Biodétection et identification de confirmation en temps réel : validation rapide et prototype d'instrument utilisable sur le terrain . . . . .	11	<b>IRTC 0085TA</b> Intérêt du GM-CSF dans le syndrome d'irradiation aiguë . . . . .	32
<b>IRTC 0027RD</b> Marqueurs des expositions radiologiques à l'appui de la dosimétrie biologique . . . . .	12	<b>IRTC 0087RD</b> Anticorps thérapeutiques contre les virus Ebola et Marburg . . . . .	34
<b>IRTC 0027RD (a)</b> Conception et mise en place du réseau national de cytogénétique à l'appui de la dosimétrie biologique lors d'expositions radiologiques ou nucléaires . . . . .	14	<b>IRTC 0091RD</b> Mise au point d'anticorps monoclonaux recombinants pour le traitement et la détection des agents bio-terroristes . . . . .	36
<b>IRTC 0027RD (b)</b> Marqueurs des expositions radiologiques à l'appui de la dosimétrie Biologique . . . . .	15	<b>IRTC-0100TA</b> Enceinte d'essais avec mannequin articulé pour l'équipement et les tenues de protection du personnel chargé d'intervenir en cas de menaces chimiques et biologiques . . . . .	38
<b>IRTC 0027RD (c)</b> Mise au point d'un dosimètre biologique à haut rendement pour mesurer les expositions radiologiques . . . . .	16	<b>IRTC-0105TA</b> Visualisation des menaces en temps réel, à l'aide d'un réseau de capteurs d'agents CBRN . . . . .	40
<b>IRTC 0027RD (d)</b> Disométrie biologique et marqueurs des expositions nucléaires et radiologiques . . . . .	17	<b>IRTC 0120RD</b> Mise au point d'une nouvelle méthode d'empreinte moléculaire pour capteurs . . . . .	41
<b>IRTC-0029RD</b> Protection des premiers intervenants contre les menaces chimiques ou biologiques . . . . .	19	<b>IRTC-0131TA</b> Antidote HI-6 contre les agents neurotoxiques . . . . .	43
<b>IRTC-0052TA</b> Analyse rapide de la concentration de carbone 14 par spectrométrie de masse par accélérateur . . . . .	22	<b>IRTC 0133RD</b> Nouvelles techniques d'évaluation rapide de la contamination radioactive . . . . .	45
<b>IRTC 0060TA</b> Système de gestion de triage rapide (RTMW) . . . . .	24	<b>IRTC 0154RD</b> Test de diagnostic rapide (<1 h) à base d'ADN de deux agents biologiques . . . . .	47
		<b>IRTC 0161TA</b> Casque de protection contre le souffle et les agents CB . . . . .	49



<b>IRTC-0196RD</b> Mise au point de tests de détection rapide utilisables sur le terrain et de programmes de formation vétérinaire pour les premiers intervenants afin de faire face aux menaces d'agro-terrorisme employant des pathogènes animaux . . . . .	52	<b>IRTC-02-0067RD</b> Restauration des installations et des zones après une attaque CBRN . . . . .	80
<b>IRTC 0203RD</b> Détection à distance du rayonnement . . . . .	54	<b>IRTC 02-0069RD</b> Épidémiologie moléculaire des agents biologiques dangereux . . . . .	83
<b>IRTC 0204RD</b> Pellicule détectrice à bulles . . . . .	56	<b>IRTC 02-0080RD</b> Outils d'évaluation et de gestion du risque psychosocial (EGR) dans le but d'améliorer l'intervention en cas d'attaque ou de menace CBRN au Canada . . . . .	85
<b>IRTC 02-0007TA</b> Contremesures médicales contre le ricin . . . . .	58	<b>IRTC-02-0091TA</b> Puce à ADN génomique de <i>Clostridium botulinum</i> de type A . . . . .	87
<b>IRTC 02-0021RD</b> Détection et identification directes des acides nucléiques utilisés comme armes biologiques au moyen de polymères cationiques . . . . .	60	<b>IRTC 02-0093RD</b> Système perfectionné de prédiction et d'évaluation en cas d'urgence, des dangers causés par des agents CBRN, dans un environnement urbain . . . . .	89
<b>IRTC 02-0024RD</b> Outil destiné à une évaluation probabiliste de la sûreté des dispositifs de dispersion radiologique . . . . .	62	<b>IRTC 02-0093TA</b> Recherche sur les polymères avancés pour une application destinée à l'équipement de protection personnelle . . . . .	92
<b>IRTC 02-0035RD</b> Réseau canadien d'information sur la santé publique . . . . .	64	<b>IRTC CHEM009AP</b> Analyse des agents de guerre chimiques dans les échantillons prélevés à l'appui des opérations anti-terrorisme . . . . .	94
<b>IRTC 02-0041RD</b> Détermination en temps réel de la zone d'influence des rejets CBRN . . . . .	66	<b>IRTC RN003AP</b> Contrôle du corps entier concernant la contamination radiologique . . . . .	96
<b>IRTC 02-0041TA</b> Réseau de surveillance CBRN déployable . . . . .	68	<b>IRTC RN 006AP</b> Diffusion en réseau des résultats obtenus par un laboratoire national certifié . . . . .	98
<b>IRTC 02-0043TA</b> Capacités de gestion rapide des conséquences . . . . .	70	<b>Projets d'acquisition de la grappe de laboratoires de biologie IRTC</b> . . . . .	100
<b>IRTC 02-0045RD</b> Luminescence simulée optiquement (LSO) . . . . .	73	<b>Projets d'acquisition de la grappe de laboratoires de chimie IRTC</b> . . . . .	102
<b>IRTC 02-0053TA</b> Outil d'aide à la décision basé sur les simulations pour l'optimisation des systèmes de détection, de protection et de décontamination, avec des structures d'équipes et des procédures . . . . .	75	<b>Projets d'acquisition de la grappe de laboratoires radiologiques nucléaires de l'IRTC</b> . . . . .	104
<b>IRTC 02-0057TA</b> Système canadien d'alarme du rayonnement pour la surveillance des infrastructures critiques . . . . .	77	<b>GRC</b> Récupération des éléments de preuve matériels sur les lieux de crimes contaminés par des armes chimiques ou biologiques . . . . .	106
<b>IRTC 02-0066RD</b> Élaboration de programmes de simulation pour se prémunir contre le bioterrorisme visant le bétail . . . . .	78	<b>TNO</b> Simulateur d'incident chimique : une nouvelle approche pour déterminer les besoins en matière de défense passive . . . . .	108





**RESPONSABLE DU PROJET :**

MEMS Precision Technology Inc.

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**

RDDC Suffield

**AUTEURS :**

D<sup>r</sup> John Dunfield et M. Brian Norling,  
MEMS Precision Technologies,  
3810 Fearn Way, Ladysmith (C.-B.),  
tél : (250) 245-0259,  
télé : (250) 245-0259;

D<sup>r</sup> William E. Lee, Recherche et  
développement pour la défense  
Canada Suffield, B.P. 4000,  
Medicine Hat (Alberta) T1A 8K6,  
tél : (403) 544-4706,  
télé : (403) 544-3388.

## Objectifs

Ce projet vise à fournir une validation de principe d'un capteur chimique et biologique MEMS pour la détection de matériel potentiellement toxique ou infectieux. À cette fin, nous comptons bâtir un résonateur microfabriqué pour démontrer la faisabilité de notre approche unique. La détection et la transduction des signaux du capteur MEMS sont fondées sur le rapport de la fréquence à la masse dans un dispositif résonant (Loi de Hooke). Les capteurs du résonateur contiendront des éléments de reconnaissance moléculaire tels que des anticorps, des sondes d'acides nucléiques ou des polymères imprimés. Ces éléments captureront le matériel des analytes spécifiques sur la surface du résonateur. Les changements de masse associés à cette capture spécifique entraîneront un changement dans la fréquence des éléments résonants.

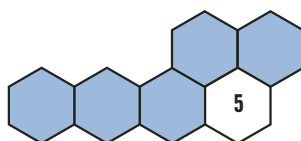
Cette technique de détection n'utilise aucun réactif. Le capteur, combiné aux éléments de reconnaissance, fournit à lui seul un signal lorsque certaines molécules cibles sont présentées. Aucun marqueur (fluorescent, coloré, radioactif, etc.) n'est requis pour la transduction des signaux. L'autre avantage qu'offre cette technique par rapport à d'autres méthodes sans réactif est le faible coût de production des capteurs et des systèmes auxiliaires pour les faire fonctionner. Comme le processus de transduction des signaux utilise différentes fréquences du résonateur, des mini-amplificateurs différentiels peu coûteux seront utilisés. Aucun matériel coûteux comme les lasers, les sources lumineuses, les détecteurs optiques et les lentilles n'est nécessaire, non plus que des caractéristiques lourdes comme l'alignement optique ou les connexions haute tension que l'on retrouve dans de nombreuses plate-formes actuelles de détection.

## Progrès récents

L'effort central de mise au point des produits vise à créer un meilleur système de détection des agents dangereux qui peut être déployé sur le terrain à des fins de protection militaire ou civile. Le système proposé est simple à faire fonctionner et fournit des données en temps réel sur les dangers dont on a besoin pour la prise rapide de contremesures médicales. Au cœur du système se trouve une cartouche contenant un élément capteur MEMS qui est capable de détecter avec exactitude de petits nombres de bactéries, de virus, de toxines ou de produits chimiques. Pour que le projet progresse, il a fallu régler des problèmes de fabrication de MEMS et de liaison des résonateurs aux composantes électroniques. Plusieurs essais de fabrication ont été entrepris, les problèmes ont été résolus et les dispositifs ont réussi à être produits. L'équipe de projet a réussi à lier les connexions.

## Perspectives d'avenir

Au cours des prochains mois, l'équipe de projet concentrera son attention sur l'essai et l'évaluation des capteurs du résonateur. On évaluera la stabilité et la sensibilité de masse des dispositifs. Ces tests mettront fin aux travaux du projet IRTC. Au nombre des points forts de cette technique figurent une sensibilité de détection élevée, un faible coût en général, une faible consommation d'énergie, une taille réduite et une robustesse générale qui n'ont pas encore été démontrés ailleurs. La microfabrication des éléments du capteur permettra d'effectuer une bioanalyse en parallèle à grande échelle.



**RESPONSABLE DU PROJET :**  
VIDO**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**  
Santé Canada**PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :**  
Université McMaster, Hamilton;  
CNMAE, ACIA, Winnipeg**AUTEURS :**Markus Czub, Santé Canada,  
Winnipeg,  
tél : (204) 789-6037,  
courriel : Markus\_Czub@hc-sc.gc.ca;Lorne Babiuk, VIDO, Saskatoon,  
tél : (306) 966-7475,  
courriel : lorne.babiuk@usask.ca;Jack Gaudie, Université McMaster,  
Hamilton,  
tél : (905) 521-2100, poste 76331,  
courriel : gaudie@mcmaster.ca;Steven Jones, Santé Canada,  
Winnipeg,  
tél : (204) 789-5065,  
courriel : steven\_jones@hc-sc.gc.ca;Stefanie Czub, CNMAE, ACIA,  
Winnipeg,  
tél : (204) 789-2021,  
courriel : czubs@inspection.gc.ca

## Objectifs

Des événements ont illustré récemment la menace que le bioterrorisme fait peser sur les Canadiens et la chaîne alimentaire. De nombreux agents très infectieux tels que *Yersinia pestis* peuvent infecter tant les humains que les animaux, alors que le virus de la variole et celui de la fièvre aphteuse ne touchent, respectivement, que les humains et les animaux. Tous ces agents peuvent être dispersés dans l'air et dans l'eau. Dans le cas d'une attaque bioterroriste, il faudra déployer sur-le-champ des techniques de diagnostic rapide et de traitement et assurer à long terme l'accès à des traitements prophylactiques pré-exposition. L'objectif de notre projet est de mettre au point des produits et des méthodes pour assurer une protection immédiate à court terme des voies aériennes et de l'intestin contre divers organismes, tout en offrant des vaccins qui peuvent conférer une immunité durable.

## Progrès récents

La Vaccine and Infectious Disease Organization (VIDO) criblera tout un éventail de séquences spécifiques d'oligonucléotides (CpG) pour identifier celles qui sont le plus efficaces et le plus appropriées chez une espèce animale particulière pour stimuler l'immunité innée. Il sera nécessaire de déterminer les doses et les voies d'administration optimales des CpG. L'accent sera mis sur l'induction de l'immunité au niveau des surfaces muqueuses

des voies respiratoires et digestives. Les chercheurs établiront également des méthodes de détection pour mesurer les changements dans la réponse immunitaire, tels que les profils d'expression des cytokines.

Plusieurs CpG ont fait l'objet d'une analyse visant à déterminer leur capacité d'induire des gènes cellulaires spécifiques qui jouent un rôle important dans l'immunité innée, tels qu'IL-6, IL12p40, IFN- $\gamma$  et B7-1. De plus, des gènes de la réponse CpG d'origine bovine, ovine, porcine et équine ont été clonés et exprimés dans des lignées cellulaires transfectées.

À l'Université McMaster, un petit modèle animal pour les poxvirus sera mis au point. Les poxvirus, en particulier le virus de la variole majeure responsable de la variole, figurent parmi les agents infectieux les plus contagieux et les plus virulents. On ignore pour le moment si les stocks de virus infectieux de la variole majeure sont toujours conservés exclusivement dans les laboratoires fédéraux de niveau de confinement élevé aux É.-U. et en Russie ou si le virus est déjà entre les mains des terroristes. Comme ce virus représente l'un des dangers les plus graves dans le monde, il sera particulièrement intéressant d'étudier l'induction rapide de l'immunité innée dans un modèle animal à l'aide de poxvirus étroitement apparentés.

À la lumière des données expérimentales obtenues par VIDO, les chercheurs de l'Université McMaster ont réalisé un certain nombre d'essais *in vivo* et *in vitro* sur les CpG, montrant l'impact de l'administration de ce composé à la



surface des muqueuses de souris. Ils ont montré que l'administration transmuqueuse mais non systémique d'oligonucléotides (ODN) CpG aux muqueuses génitales protégeait les souris femelles contre une exposition muqueuse par voie intravaginale au virus herpès simplex de type 2 (VHS-2). Cette protection était attribuable à la capacité des CpG d'induire des réponses immunitaires locales innées à la surface épithéliale des voies vaginales étant donné que l'on pouvait induire une protection chez les souris dépourvues d'un système immunitaire adaptatif (souris RAG-2<sup>-/-</sup> et RAG-2<sup>-/-</sup>  $\gamma$ c<sup>-/-</sup>). L'administration locale d'ODN CpG a induit rapidement une prolifération et un épaississement de l'épithélium génital et a entraîné un recrutement important de cellules inflammatoires au niveau de la sous-muqueuse. L'administration locale de CpG dans la muqueuse vaginale a provoqué l'inhibition de la réplication virale mais non de la pénétration du virus dans les cellules de l'épithélium génital. Ainsi, l'administration muqueuse d'ODN CpG a induit un état antiviral dans les cellules épithéliales muqueuses. La capacité des CpG d'induire un état antiviral local n'était pas due à l'interféron- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ). Comme le CpG agit en envoyant des signaux par le biais du récepteur 9 analogue à Toll (TLR9), nous avons utilisé des cellules humaines HEK-293 transfectées avec des cellules TLR9 murines et une lignée cellulaire de macrophages murins qui exprime naturellement TLR9, et il s'est avéré que cet état antiviral était dépendant des TLR9 et médié par ceux-ci. Les chercheurs ont étudié par la

suite les paramètres de la protection induite par les CpG contre l'exposition intravaginale au VHS-2. Une protection *in vivo* était obtenue lorsque le CpG était administré 48 heures avant ou au plus six heures après l'infection muqueuse.

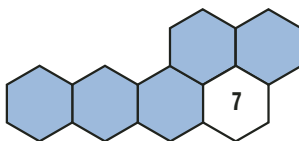
Des études animales expérimentales à l'aide du virus Ebola et de *Yersinia pestis* seront conçues et effectuées aux laboratoires de biosécurité de niveaux 3 et 4 du Centre scientifique canadien pour la santé humaine et animale (CSCSHA). Les deux agents sont très contagieux et sont associés à un taux de mortalité élevé chez les humains. Sous sa forme aérosolisée, c'est-à-dire lorsqu'il est utilisé comme arme biologique, *Yersinia pestis* cause presque toujours une infection mortelle et non traitable. Nous examinerons les effets immédiats des molécules CpG sur les animaux exposés à l'un ou l'autre de ces pathogènes mortels. Les premières expériences sur les animaux à l'aide du virus Ebola ont été réalisées dans des laboratoires de confinement élevé à Winnipeg et ont servi à produire des échantillons biologiques pour la mise au point de méthodes de dépistage.

Toutes les études sur des animaux seront évaluées au moyen de paramètres cliniques, moléculaires et microbiologiques. En outre, la Section de pathologie du Centre national des maladies animales exotiques (CNMAE) de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) au CSCSHA effectuera des analyses histopathologiques et immunohistochimiques qui nous seront utiles.

## Perspectives d'avenir

**Des études génomiques à partir de puces à ADN sont en train d'être effectuées pour déterminer quels gènes peuvent jouer un rôle dans un état antiviral induit par les CpG. Jusqu'à présent, les chercheurs ont analysé l'ARN isolé dans des cellules traitées au moyen d'ODN CpG, d'ODN témoins ou non traités. Dans des études futures, les cellules de même que les tissus prélevés chez des animaux infectés par divers agents infectieux, tels que le virus Ebola, les poxvirus et *Yersinia pestis*, seront utilisés pour d'autres analyses.**

**De plus, une RT-PCR semi-quantitative a été mise au point pour les TLR murins et humains. Cette méthode permet de détecter l'ARNm pour les 9 TLR murins et les 10 TLR humains. L'expression des TLR dans divers tissus muqueux chez la souris et les humains est en train d'être comparée. Pour ce faire, les chercheurs utilisent l'ARNm des tissus muqueux entiers et une technique de microscopie laser (LCM). Enfin, le profil d'expression dans des cultures primaires de cellules épithéliales des muqueuses humaines et murines fait actuellement l'objet d'un examen.**



**RESPONSABLE DU PROJET :**

General Dynamics Canada Ltd.

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**Recherche et développement  
pour la défense Canada**AUTEURS :**

Eric Newman, ing. PMP

courriel :

eric.newman@gdcanada.com

General Dynamics Canada Ltd.

Ray Kacelenga, Ph.D.

courriel :

ray.kacelenga@gdcanda.com

General Dynamics Canada Ltd.

## Objectifs

Ce projet de l'IRTC visait surtout à mettre au point un biodétecteur d'aérosol en temps réel portable à peu de frais basé sur un appareil de détection de particules par fluorescence induite par laser appelé détecteur en temps réel d'agents biologiques (BARTS). Au cœur de la réussite était la création d'une cellule optique plus petite et moins chère basée sur une source lumineuse de diode électroluminescente à rayons ultraviolets (DEL UV) à moindre coût (ou un laser à diode à onde entretenue UV moins cher), plutôt que le laser pulsé UV plus cher utilisé dans le BARTS actuel. L'intégration fructueuse de cette nouvelle cellule optique a grandement réduit les coûts et a amélioré la durabilité environnementale sans entraîner de répercussions sur la performance de détection. L'utilisation de la nouvelle source lumineuse à onde entretenue a également permis d'apporter des modifications supplémentaires au sous-système de saisie électronique et d'analyse de données, réduisant encore davantage le coût, la taille, le poids et les exigences en matière d'alimentation du détecteur.

La portée du projet était limitée à la recherche et au développement d'un biodétecteur en temps réel portable, à la démonstration de la performance d'un tel appareil et à la construction de trois prototypes. La production complète du design de ce nouveau détecteur n'a pas été réalisée dans le cadre du projet,

mais la compagnie GD Canada a l'intention de mettre tout en œuvre pour y arriver.

Le projet était constitué de neuf tâches principales et d'un nombre de sous-tâches, lesquelles font l'objet d'une description détaillée ci-dessous. Elles ont été réalisées sur une période de 12 mois, soit du 1<sup>er</sup> avril 2003 au 31 mars 2004. Un jalon de repère (décision d'aller de l'avant ou non) a été placé après la mise au point d'une nouvelle source lumineuse (la tâche la plus risquée) pour limiter la responsabilité et offrir un moment opportun pour abandonner le projet dans l'éventualité d'une réussite mitigée. Une fois ce point-repère atteint, l'équipe a évalué les chances de succès du reste du projet et décidé si elle allait de l'avant ou non. Le gestionnaire de projets a donné feu vert en consultation avec TPSGC et RDDC Suffield.

Tâches du projet :

1. Explorer les sources lumineuses DEL et de la diode laser;
2. Refaire le design de la cellule optique;
3. Modifier la commande du capteur et la saisie de données électroniques;
4. Concevoir un sous-système d'alimentation par batterie;
5. Concevoir l'interface d'un concentrateur d'air;
6. Acquérir du matériel pour l'intégration et la construction de système;

7. Effectuer l'intégration et la construction du système;
8. Réaliser la conception finale du document; et
9. Développer des capacités de test à l'interne.

## Progrès récents

Les progrès récents du présent résumé couvrent une période d'un an, soit du 1<sup>er</sup> avril 2003 au 31 mars 2004 et abordent le travail réalisé dans le cadre du contrat de l'IRTC. Il est possible de diviser les travaux effectués durant la période analysée dans les catégories principales suivantes :

### Source lumineuse –

Au tout début du projet, de nombreux efforts ont été déployés à l'étude de viabilité portant sur l'utilisation de la source lumineuse DEL UV au lieu du laser traditionnel. La première offre des avantages sur le plan de la taille, du coût et des exigences générales relatives au cycle biologique. L'équipe a obtenu des échantillons expérimentaux DEL et examiné diverses méthodes pour capter l'alimentation de plusieurs sources de puissance moins élevée de DEL et concentrer cette puissance. En juillet 2003, la décision relative aux choix de la source lumineuse a été prise basée sur la performance de prototypes DEL UV par rapport à celle du prototype de la diode laser. Il a été déterminé

que, même si des DEL UV étaient disponibles dans la longueur d'onde adéquate, leurs puissance de sortie et angle de divergence étaient tels qu'il n'était pas pratique d'utiliser une cellule optique basée sur une DEL UV. Par conséquent, on a décidé de procéder à la mise au point d'une cellule au moyen d'une diode laser à onde entretenue tout en tenant compte du fait que l'élaboration future de DEL UV mènerait éventuellement à une DEL UV présentant les caractéristiques nécessaires pour générer une réponse de fluorescence NADH. L'équipe s'est donc procuré un échantillon expérimental DEL de 85 mW, 380 nm auprès de la Nichia Corporation. L'angle de divergence de cette source DEL s'est révélé trop large à +/- 55 degrés; il a donc été très difficile de capter de l'énergie. Nichia Corporation a retourné à la planche de dessin en vue de réduire l'angle de divergence à +/- 25 degrés. Les nouveaux échantillons expérimentaux sont censés être fournis entre mars et juin 2004. Entre-temps, l'Institut national d'optique a reconçu l'optique de saisie et augmenté l'aperture de fluorescence pour capter un signal de fluorescence additionnel de 120 %. L'optique de diffusion a été conçue de nouveau pour capter un signal de diffusion supplémentaire de 30 %. La mise sur pied de nouvelles optiques aura lieu après la date d'achèvement du projet. Bien que ces améliorations aux cellules ont été apportées en vue de trouver

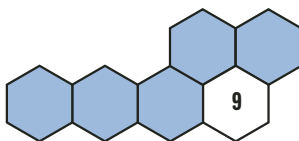
une source DEL viable, toutes les modifications amélioreront la performance de l'indicateur, quelle que soit la source lumineuse.

### Améliorations des cellules optiques –

Le projet a permis d'apporter plusieurs améliorations aux cellules optiques au cours de la dernière année. La plus importante étant le déplacement de l'optique de diffusion du photomultiplicateur à l'axe de lumière lié pour profiter du phénomène de diffusion dominante dans la cellule. Ce changement a amélioré la numération de particules et le rendement de calibrage. D'autres améliorations comprennent un nouveau design de la buse d'aération, de même que l'introduction d'un miroir pour augmenter la quantité de fluorescence détectée, d'ensembles de fibres optiques à la source lumineuse et de photomultiplicateurs de diffusion et de fluorescence, et de caractéristiques d'alignement optiques pour simplifier l'alignement manuel de la source lumineuse laser.

### Alimentation par batteries et configuration du châssis –

Un bloc-batteries amovible et rechargeable sur mesure a été conçu pour permettre l'utilisation du biodétecteur portable dans le cadre d'une mission type d'une heure par un premier intervenant. La configuration du châssis tient compte de facteurs ergonomiques et humains, lesquels ont été mis en valeur durant les rencontres avec l'équipe des matières dangereuses du service d'incendie de Calgary et



confirmés plus tard auprès du personnel de marketing de différents organismes américains spécialisés dans la sécurité nationale.

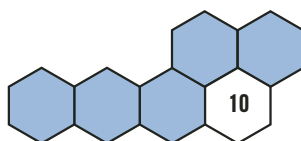
### **Parcours d'essai de l'aérosol (ATP) –**

La capacité de valider rapidement les changements de design et la performance du détecteur en fonction de conditions de test adaptés est critique à tout programme d'élaboration efficace. Bien que des tests externes aient été réalisés dans le cadre de ce projet, un laboratoire d'essai de l'aérosol a été mis sur pied. L'ATP est constitué de canalisations en acier inoxydable sur remorque qui incorpore des filtres d'aspiration et d'émission et une commande d'aérosol variable. Les débits d'air de l'équipement faisant l'objet de tests sont également variables. Figurent parmi d'autres caractéristiques : l'accommodation d'échantillonneurs directs pour les données d'examineurs, sur les incubateurs et la distribution de l'alimentation, une série de détecteurs de stabilisation, des hublots d'observation et ports d'accès, de même qu'un arsenal complet d'équipement de sécurité. L'ATP a permis de vérifier en temps réel des concepts de design, de calibrer les cellules optiques et de préparer l'équipement avant que des tests soient effectués dans des installations externes.

## Perspectives d'avenir

Les plans d'avenir pour ce projet comprennent les éléments suivants :

1. mise au point de l'assemblage des unités de prototype n° 2 et n° 3;
2. intégration, sur réception, de la DEL de 365 nm et de 100 mW au sous-assemblage de la source lumineuse;
3. suivi des activités en vue d'automatiser une chambre d'essai de l'aérosol à GD Canada;
4. compilation du rapport final de l'IRTC et clôture du projet.





## RESPONSABLE DU PROJET :

latroQuest Corporation

## PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

RDDC Suffield

## PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :

Dycor Technologies Ltd.,  
Fluorosense Inc.

## AUTEURS :

Guy Rodomista et Denis Godin,  
Ph.D., latroQuest Corporation,  
1000, Chemin du Golf, Verdun (Qc)  
H3E 1H4,  
tél : (514) 362-1091,  
<http://www.latroQuest.com>;

William E. Lee, Ph.D., RDDC Suffield,  
C.P. 4000, Medicine Hat (Alberta),  
T1A 8K6,  
tél : (403) 544-4706;

Tim Friesen, Dycor Technologies Ltd,  
17944 106-A Ave, Edmonton  
(Alberta), T5S 1V3,  
tél : (780) 486-0091,  
<http://www.dycor.com>;

Bill Sinclair et Mike McDonnell,  
Fluorosense Inc, 1948 Merivale Rd.,  
Suite 101, Nepean (Ontario),  
K2G 1E9,  
tél : (613) 224-1192,  
<http://www.fluorosense.com>.

## Objectifs

Ce projet propose la mise au point d'un nombre limité de prototypes opérationnels utilisables sur le terrain résultant d'une percée dans la technologie des biocapteurs basés sur l'utilisation de nanomatériaux « intelligents » appelés Bio-Alloy<sup>MC</sup>. Ces matériaux résultent de la découverte (brevets mondiaux délivrés ou en instance) et la mise au point de semi-conducteurs (p. ex. silicone contaminé) nanostructurés (motifs de 2 à 3 nm) photoluminescents (PL) sur lesquels des éléments de reconnaissance transgéniques (actuellement des anticorps, mais des acides nucléiques, des enzymes et des ligands chimiques peuvent également être utilisés) sont immobilisés chimiquement. La validation de la technique sera effectuée au moyen d'agents simulant des agents de guerre biologique et éventuellement d'agents « vivants » en collaboration avec RDDC Suffield. Des études pourraient être réalisées en association avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments dans le domaine de la détection et de l'identification ultra-rapides d'agents biologiques d'origine alimentaire.

## Progrès récents

À ce jour, l'évaluation de la première maquette (BBD1) est terminée, et l'évaluation de la deuxième maquette (BBD2) a été amorcée. Pour le moment, tous les éléments (fluidiques, optiques, micrologiciels et logiciels) affichent un bon rendement. On enregistre des progrès dans le processus de vérification des plateformes d'essai « maison » validées pour confirmer la présence ou l'absence de la cible. La maquette BBD2 peut adresser indépendamment et simultanément trois puces Bio-Alloy<sup>MC</sup> par trois canaux optoélectroniques indépendants. On étudie présentement différents scénarios de fluide : longueur de trajet à débit variable (0,1, 0,3 et 1 mm) et introduction de l'échantillon par capillarité, buvardage et pompage actif. Jusqu'à maintenant, l'introduction de l'échantillon par capillarité a donné des résultats encourageants. Les autres options seront évaluées dans le but d'optimiser le cycle de mesures.

## Perspectives d'avenir

En bout de ligne, le projet a pour but de valider le concept et la fonctionnalité d'un instrument de biocaptage utilisable sur le terrain faisant appel à la technologie de

matériaux intelligents Bio-Alloy<sup>MC</sup>. Au stade actuel, l'accent est mis sur l'optimisation des puces Bio-Alloy<sup>MC</sup>, de la cartouche de biocaptage et de l'optoélectronique de façon à obtenir une plateforme d'essai robuste et reproductible. Le prototype final pourra déterminer la présence de substances biologiques

dans des échantillons de l'environnement et d'aliments. Les conférences internationales récentes ayant trait aux exigences en matière de technologie contre-terroriste soulignent toujours le besoin urgent de solutions en matière de systèmes de biodétection et d'identification rentables et largement distribués.



**RESPONSABLE DU PROJET :**

Santé Canada

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**Recherche et développement pour  
la défense Canada

Énergie atomique du Canada limitée

**PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :**Université McMaster,  
Credit Valley Hospital**AUTEURS :**Slavica Vlahovich  
Bureau de la radioprotection  
Santé Canada

## Objectifs

L'objectif de ce projet est de mettre au point un plan national de dosimétrie biologique et de concevoir des méthodes rapides d'évaluation de l'exposition aux rayonnements pour accroître la vitesse de traitement en cas d'événements de grande envergure à fort risque d'exposition. La dosimétrie biologique permet d'évaluer l'exposition aux rayonnements lorsqu'il n'est pas possible de recourir à la dosimétrie physique. C'est un moyen de procéder au dépistage dans la population générale et d'identifier, parmi les premiers intervenants, ceux qu'il importe de prémunir contre toute autre exposition. Elle permet aussi d'évaluer les risques à long terme après une exposition aux rayonnements. En cas d'urgence radiologique, l'évaluation rapide de l'exposition aux rayonnements et la réponse correspondante permettront d'orienter les actions des responsables des urgences, des premiers intervenants et du personnel soignant.

## Progrès récents

Le premier élément de ce projet consiste dans la mise au point d'un plan national de dosimétrie biologique. Il s'agit d'un plan d'urgence qui prévoit la prestation de services de dosimétrie coordonnés

confiés à un réseau de laboratoires dispersés dans différentes régions du Canada. Ce réseau de services de dosimétrie pourra répondre aux besoins nationaux et régionaux en cas d'incident nucléaire ou radiologique. La phase initiale de l'élaboration du plan est terminée. Il prendra appui sur une entente concertée conclue entre trois laboratoires existants pour évaluer l'exposition aux rayonnements par le dénombrement des chromosomes dicentriques. Le réseau actuel comprend maintenant quatre laboratoires.

Ce test permet de dénombrer le nombre de chromosomes dicentriques et en anneau provoqués par les rayonnements. Ces laboratoires s'efforceront de réunir les critères de la norme ISO 90238 en matière de dosimétrie biologique. Il faudra pour cela (1) des procédures d'utilisation normalisées, (2) des documents de formation normalisés, et (3) une inter-comparaison des résultats à partir de lames standard évaluées par des membres du personnel dûment formés. À ce jour, le personnel a été formé, la version préliminaire des procédures d'utilisation normalisées a été rédigée et on élabore les courbes de calibrage pour la prédiction des expositions aux rayonnements.

Pour étendre le réseau, d'autres laboratoires du Canada sont maintenant recrutés pour dénombrer les chromosomes dicentriques. Ces laboratoires formeront le réseau canadien de cytogénétique. Un atelier prévu pour mai 2004 a été

organisé pour fournir aux participants les connaissances théoriques et pratiques sur l'état actuel de la dosimétrie biologique au Canada et pour créer un forum de discussion sur le fonctionnement du réseau. Une fois mis en place, le plan pourra être maintenu en état de préparation permanente en cas d'urgence, grâce au déploiement d'un programme de comparaisons intra et inter-laboratoire et à des exercices d'urgence.

Le deuxième aspect de ce projet consiste en la mise au point et le déploiement de dosages améliorés pour évaluer l'exposition et la réponse individuelles aux rayonnements par suite d'un incident radiologique. Pour accélérer et automatiser les méthodes de criblage d'un vaste nombre d'échantillons, une version par cytométrie de flux du test de dénombrement des dicentriques (FDCA) sera mise au point. Parmi les progrès réalisés, notons la production de chromosomes en suspension, la coloration réussie des centromères, d'abord sur les lames puis en solution, et la détection des centromères en solution à l'aide d'un cytomètre de flux. D'autres étapes sont envisagées pour optimiser la coloration.

On étudie également une méthode de fluorescence des chromosomes prématurément condensés (PCC) pour déterminer si elle peut être employée pour la détection précoce de l'exposition personnelle, 4 à 12 heures après l'exposition aux rayonnements. On a effectué une recherche de la documentation et des expériences sont en cours pour optimiser la technique. Les graphiques des relations dose-effet pour différentes qualités de rayonnements sont élaborées en collaboration avec un laboratoire américain.

D'autres techniques sont étudiées dont la FDCA modifiée utilisant l'hybridation *in situ* par fluorescence (F-FISH), l'évaluation

**Des techniques sont mises au point pour déterminer la dose absorbée par la personne exposée par résonance électronique de spin (RES), qui consiste à compter les électrons dans l'émail des dents, 24 à 72 heures après l'exposition aux rayonnements. Toutefois, dans la mesure où le prélèvement de l'émail des dents des individus exposés peut être difficile, cette épreuve sera mise au point sur des animaux non humains également susceptibles d'être exposés aux rayonnements (ex. : souris, chats et chiens). Toutes les expériences relatives aux courbes dose-effet de rayonnement de faible TLE dans l'émail des dents à l'aide de la RES dans les dents humaines et canines sont terminées et les documents manuscrits ont été publiés. Des travaux sont en cours pour produire une courbe de calibration des neutrons. Une fois validées en laboratoire, ces méthodes seront développées dans les laboratoires du Canada pour améliorer le temps de réponse aux accidents radiologiques ou nucléaires.**

**En plus des épreuves cytogénétiques évoquées ci-dessus, des techniques de génomique et protéomique hautement évoluées seront employées pour identifier les marqueurs biologiques spécifiques de l'exposition aux rayonnements. Les marqueurs biologiques peuvent être utilisés comme indicateurs de la réponse d'une personne donnée aux**

**lésions provoquées par les rayonnements. Sur le plan biologique, ces indicateurs sont plus révélateurs qu'une mesure de l'exposition et peuvent être utiles pour évaluer les risques à long terme d'une exposition aux rayonnements. On s'attend à ce que les données sur la réponse individuelle donnent lieu à une modification des moyens conventionnels d'évaluation des risques et de triage qui reposent sur des études menées dans la population générale et ne tiennent pas compte de la variabilité individuelle. À ce jour, une liste de marqueurs de réponse d'exposition aux rayonnements a été établie et la variation des niveaux endogènes de ces marqueurs est sous étude. L'approbation en matière d'éthique de recherche sur les humains pour l'analyse du sang humain irradié *in vivo* est en instance. Dans la mesure du possible, un prototype de test déployable sur le terrain sera mis au point et expérimenté. Celui-ci pourra être utilisé dans un but de surveillance ou d'identification rapide des personnes exposées. En outre, l'établissement du profil plasmatique individuel pourrait fournir des informations précieuses sur l'exposition à d'autres agents de stress d'origine biologique ou chimique.**

de l'apoptose et le caryotypage spectral (technique SKY) dans les lymphocytes. Les travaux sont commencés en ce qui concerne l'évaluation de l'apoptose et la F-FISH des chromosomes en suspension, un préalable à l'application de la F-FISH au criblage par cytométrie de flux.

La technique SKY peut fournir une estimation du nombre de lésions et, partant, de l'importance de la dose, 24 à 48 heures après

l'exposition. La technique SKY peut également être employée dans les études de suivi pour surveiller les risques futurs pour la santé. Les graphiques des relations dose-effet pour le rayonnement de faible TLE sont terminés à 50%. Les analyses par la technique SKY effectuées jusqu'à maintenant sur les lymphocytes du sang périphérique humain indiquent un taux de détection élevé de réorganisation des chromosomes.

## Conception et mise en place du réseau national de cytogénétique à l'appui de la dosimétrie biologique lors d'expositions radiologiques ou nucléaires

### RESPONSABLE DU PROJET :

Santé Canada

### PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Énergie atomique du Canada limitée,  
Recherche et développement pour la  
défense Canada

### PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :

Université McMaster,  
Credit Valley Hospital

### AUTEURS :

Susan M. Miller et  
Catherine L Ferrarotto,  
Division des dangers des rayonnements de produits cliniques et de la consommation, Santé Canada, Ottawa (ON);

Diana Wilkinson, RDDC Ottawa,  
Ministère de la Défense nationale,  
Ottawa (ON);

Donald P. Morrison, Direction  
de la radiobiologie et de la  
radioprotection,  
Énergie atomique du Canada limitée,  
Chalk River (ON);

Douglas R. Boreham, *McMaster  
Institute of Applied Radiation  
Sciences*, Université McMaster,  
Hamilton (ON);

Jo-Anna Dolling, *McMaster Institute  
of Applied Radiation Sciences*,  
Université McMaster, Hamilton (ON)  
et Département de génétique, Credit  
Valley Hospital, Mississauga (ON).

L'équipe met sur pied un réseau de laboratoires à travers le Canada, capables d'estimer rapidement la dose biologique de rayonnements grâce au dénombrement des chromosomes dicentriques (DCA). Ce test, qui mesure le nombre de chromosomes dicentriques et en anneau causés par les rayonnements, dans les cellules bloquées en métaphase, est utilisé à l'échelle internationale depuis plus de 30 ans et satisfait à la norme ISO 19238. L'équipe travaille actuellement à obtenir la certification ISO pour les quatre laboratoires qui formeront le noyau du réseau national.

Dans les cas où seul un petit nombre d'estimations est nécessaire, jusqu'à 1 000 métaphases par échantillon de sang sont analysées, ce qui permet de détecter des expositions d'aussi peu que 0,15 Gy. Par contre, lorsqu'il faut analyser un grand nombre d'échantillons chez des personnes susceptibles d'avoir été exposées, et que la rapidité d'analyse est cruciale, le seuil de détection peut être haussé à 1 Gy, ce qui réduit le nombre de métaphases à analyser.

Cependant, même en réunissant la capacité des quatre laboratoires principaux, seul un service limité de dosimétrie biologique pourrait être offert

en situation d'urgence majeure, car le matériel et les ressources spécialisées disponibles sont limités. Nous sommes donc à élargir le réseau, afin d'y inclure des laboratoires de cytogénétique dispersés à travers le pays et d'accroître ainsi la capacité d'intervention du Canada. À cette fin, un atelier sur la dosimétrie biologique a été offert à Toronto, en mai 2004, à l'occasion de la *Great Lakes Chromosome Conference* à laquelle ont assisté les directeurs des laboratoires de cytogénétique intéressés.

Des lames en aveugle, préparées en vue d'une analyse par DCA après irradiation *in vitro* du sang prélevé d'un donneur volontaire en bonne santé, et exposé à un éventail de doses de rayons  $\gamma$ , ont été distribuées aux participants et aux quatre laboratoires principaux. Cinquante métaphases seront analysées par lame pour imiter l'analyse lors du triage, et les doses de rayonnement estimatives seront calculées. Les résultats obtenus de l'ensemble des laboratoires seront ensuite compilés et analysés. À l'issue de cet exercice initial, des lames seront envoyées de façon régulière aux laboratoires, afin de leur permettre de maintenir leurs compétences dans l'exécution du DCA et de s'assurer ainsi qu'ils sont prêts à intervenir advenant une urgence radiologique ou nucléaire, locale ou nationale.



## RESPONSABLE DU PROJET :

Santé Canada

## PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Énergie atomique du Canada limitée,  
Recherche et développement pour la  
défense Canada

## PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :

Université McMaster,  
Credit Valley Hospital

## AUTEURS :

Diana Wilkinson  
Recherche et développement pour  
la défense Canada – Ottawa

Les événements récents sur la scène internationale ont soulevé diverses questions de sécurité qui ont mené à l'élaboration de mesures de santé publique visant à guider les actions des responsables des mesures d'urgence, des premiers intervenants et du personnel soignant. L'identification rapide et exacte d'un incident et des risques qu'il comporte pour la santé est cruciale pour le personnel des services de santé d'urgence, et les méthodes de triage sont fortement tributaires de l'exactitude de cette information. Lors d'un incident radiologique, le médecin a besoin de données qui confirment la présence d'un effet biologique avant d'amorcer le triage. La surveillance physique fournit certaines indications, mais elle peut être trompeuse et, donc, ne pas convenir à l'instauration de certaines stratégies de traitement. Avec les méthodes d'analyse biologique classiques,

la numération globulaire dans des échantillons de sang périphérique sert d'indicateur de l'exposition et de prédicteur de la dose de rayonnements. Dans le cadre de ce projet, nous cherchons à mettre au point des méthodes qui fourniront aux médecins des données biologiques à l'appui, qui donneront des résultats concluants et favoriseront un triage plus rapide.

Nous proposons à cette fin de recourir à la génomique et la protéomique pour identifier les marqueurs biologiques de l'exposition aux rayonnements. Certains de ces marqueurs ont déjà été identifiés grâce aux études cliniques sur des patients cancéreux, traités par radiothérapie. Nous cherchons à préciser l'intervalle dans lequel se situe le niveau basal d'expression de certains de ces marqueurs, ainsi qu'à comparer ces valeurs de référence établies pour des personnes non exposées aux rayonnements aux valeurs observées chez des patients traités par irradiation, dans l'espoir que nos recherches apportent des réponses à certaines questions. Premièrement, les biomarqueurs radio-induits peuvent-ils servir d'indicateurs spécifiques d'une exposition aux rayonnements ou sont-ils plus susceptibles d'être représentatifs d'une réaction généralisée consécutive à un stress physique ou à une exposition à des agents biologiques, chimiques ou radiologiques? Les biomarqueurs peuvent-ils servir d'indicateurs de la réponse d'une personne aux lésions provoquées par les rayonnements et nous fournir ainsi une mesure de l'exposition qui soit plus

pertinente sur le plan biologique et qui pourrait être utile à l'évaluation des risques à long terme causés par une exposition radiologique? Les données sur les réactions individuelles seront-elles compatibles avec les valeurs classiques de l'évaluation des risques obtenues par extrapolation à partir des tests cytogénétiques qui, eux, sont basés sur des études de population et ne tiennent pas compte de la variabilité individuelle? L'identification des biomarqueurs de la réponse pourra-t-elle aider les médecins à personnaliser les méthodes de triage, en leur fournissant des données médicales spécifiques de la personne? Enfin, cette connaissance des biomarqueurs de la réponse pourra-t-elle faciliter la mise au point d'un dosage utilisable sur le terrain, à des fins de surveillance ou pour l'identification rapide des personnes susceptibles d'avoir été exposées?

Une liste des marqueurs sensibles aux rayonnements a été établie et nous sommes à étudier les variations dans les taux endogènes de ces marqueurs. L'équipe présentera les données préliminaires sur les taux endogènes dans une population témoin non irradiée; elle proposera également des stratégies expérimentales en vue d'apporter des réponses aux questions formulées précédemment et indiquera comment cette information pourra être utilisée à l'appui du programme actuel de dosimétrie biologique.

### RESPONSABLE DU PROJET :

Santé Canada

### PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Énergie atomique du Canada limitée,  
Recherche et développement pour la  
défense Canada

### PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :

Université McMaster,  
Credit Valley Hospital

### AUTEURS :

R.C. Wilkins, S.M. Miller,  
C.L. Ferrarotto, B.C. Kutzner,  
P.V. Bellier et J.P. McNamee,  
Division des dangers des  
rayonnements de produits cliniques  
et de la consommation,  
Santé Canada,  
775, chemin Brookfield,  
Santé Canada,  
Ottawa (ON) K1A 1C1.

La dosimétrie biologique consiste à évaluer l'exposition aux rayonnements lorsqu'il est impossible de recourir à la dosimétrie physique. La dosimétrie biologique offre un moyen de dépister l'exposition aux rayonnements dans la population et d'identifier, parmi les premiers intervenants, ceux qui doivent éviter toute autre exposition. Elle peut aussi servir à évaluer les risques à long terme d'une exposition radiologique. En situation d'urgence, l'évaluation rapide de l'exposition aux rayonnements aidera à guider les actions des responsables des mesures d'urgence, des premiers intervenants et du personnel soignant.

La dosimétrie biologique repose sur le dosage des chromosomes dicentriques (DCA), un test qui dénombre les chromosomes dicentriques et en anneau provoqués par les rayonnements. Le présent projet de l'IRTC vise la création d'un réseau national de cytogénétique, qui utilisera le DCA. Cependant, comme il s'agit d'un dosage microscopique qui exige une formation spécialisée et beaucoup de personnel, nous cherchons à en accroître le rendement et à rendre le test plus accessible, en adaptant le dénombrement des chromosomes dicentriques à la cytométrie de flux.

Il existe aujourd'hui un nouvel anticorps anti-centromère spécifique, qui permet une coloration uniforme des centromères dans tous les chromosomes, une caractéristique essentielle au succès de la détection des dicentriques par la cytométrie de flux. De fait, des données microscopiques indiquent que cet anticorps a permis le marquage des deux centromères sur 99 % des chromosomes dicentriques colorés par le DAPI. Des échantillons provenant de la même étude ont été analysés au moyen du DCA, et le même nombre de chromosomes dicentriques par cellule a été obtenu avec les deux techniques.

Nous avons mis au point une méthode de marquage par fluorescence des centromères des chromosomes en suspension, pour la détection des chromosomes dicentriques par cytométrie de flux. Nous sommes actuellement à optimiser les conditions d'analyse, afin de permettre l'identification des chromosomes à marquage simple et double. Un tel dosage offrira un précieux outil de criblage lors d'expositions radiologiques ou nucléaires.



**RESPONSABLE DU PROJET :**

Santé Canada

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**Énergie atomique du Canada limitée,  
Recherche et développement pour la  
défense Canada**PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :**Université McMaster,  
Credit Valley Hospital**AUTEURS :**D.R. Boreham, J. Lavoie,  
N. McFarlane, M-E. Bahen, L. Ryan,  
K. Schnarr, R. Wilkins, J. McMamee,  
et J.A. Dolling, *McMaster Institute of  
Applied Radiation Sciences,*  
Université McMaster,  
1280, rue Main Ouest,  
Hamilton (Ontario)  
tél : (905) 525-9140, poste 27538,  
courriel : boreham@mcmaster.ca

## Objectifs

L'objectif global de ce projet est l'élaboration d'un plan national de dosimétrie biologique faisant appel aux méthodes classiques et innovatrices de la dosimétrie biologique afin de déterminer rapidement l'ampleur de l'exposition aux rayonnements dans une population. La dosimétrie biologique permet d'évaluer l'exposition aux rayonnements lorsqu'il n'est pas possible de recourir à la dosimétrie physique. L'Université McMaster participe activement à la recherche sur l'élaboration de nouveaux outils moléculaires d'évaluation de l'exposition aux rayonnements des systèmes biologiques.

Cette recherche vise plus spécifiquement à étendre et à optimiser l'application de deux processus biologiques qui se manifestent après l'exposition aux rayonnements. On a en effet démontré que le taux de mort cellulaire programmée radio-induite (apoptose) et les aberrations chromosomiques (dommages) dans les globules blancs (lymphocytes) sont en corrélation avec l'exposition aux rayonnements. L'avantage de mesurer l'apoptose et les aberrations chromosomiques dans les lymphocytes est que ces indicateurs ne nécessitent le prélèvement que d'un petit échantillon sanguin. Dans cette présentation, nous résumerons les progrès réalisés dans les techniques les mieux adaptées à la mesure de l'apoptose et des aberrations chromosomiques dans la dosimétrie biologique d'urgence.

## Progrès récents

Les globules blancs humains irradiés peuvent mourir par le biais d'un processus de mort cellulaire programmée appelé « apoptose ». Un certain nombre de processus biochimiques se manifestent une fois que la cellule est engagée dans l'apoptose. La proportionnalité du taux d'apoptose dans les lymphocytes irradiés par rapport à la dose de rayonnements a déjà été démontrée. L'équipe a effectué des épreuves comparatives d'une série de tests et d'essais et elle est venue à la conclusion que la cytométrie de flux automatisée conjuguée au marquage de la surface cellulaire à l'annexin-V est probablement la méthode la plus simple et la plus rapide de dosimétrie biologique d'urgence. L'équipe du projet a démontré que cette technique est suffisamment sensible pour mesurer des doses aussi faibles que 0,25 Gy. Un résultat inattendu a révélé que les neutrons à basse énergie avait une efficacité biologique relative similaire, par unité de dose, à celle du rayonnement gamma dans l'induction de l'apoptose. Le processus de radio-induction de l'apoptose dans les lymphocytes humains sera le sujet de la présentation suivante. On y passera en revue les techniques de détections courantes mises à l'épreuve par l'équipe de recherche pour mesurer l'apoptose et on se penchera sur la sensibilité et la rapidité de la cytométrie de flux automatisée selon différentes qualités de rayonnements.

Depuis plus de 40 ans, les aberrations chromosomiques servent à mesurer les dommages causés par le rayonnement dans les lymphocytes humains. L'équipe a concentré ses efforts sur la mesure des aberrations chromosomiques à l'aide d'une nouvelle technique puissante en cytogénétique moléculaire appelée caryotypage spectral (technique SKY). Ce projet a aussi comme objectif de perfectionner ces techniques pour l'évaluation des risques immédiats et à long terme du rayonnement. Le terme technique « cytogénétique moléculaire » désigne des techniques biochimiques qui permettent de reconnaître les dommages aux chromosomes attribuables à un agent néfaste pour l'ADN comme le rayonnement. Les humains ont 23 paires de chromosomes (caryotype) et la technique SKY utilise un procédé appelé hybridation *in situ* par fluorescence (FISH) qui « colore » chaque paire de chromosomes d'une teinte unique. Lorsqu'un dommage chromosomique survient à la suite d'une exposition aux rayonnements, il se produit couramment des réorganisations des paires de chromosomes et la visualisation des joints de couleurs spécifiques permet de reconnaître les aberrations. Il a été démontré que les rayons gamma provoquent des réorganisations chromosomiques relativement simples et proportionnelles à la dose. La forme de la courbe de l'aberration est très similaire à la courbe dose-effet observée dans la mesure classique des aberrations par dénombrement dicentrique simple. Par contre,

l'avantage avec la technique SKY est que même les dénombrements dicentriques simples peuvent être caractérisés et on peut déterminer s'ils proviennent de réorganisations complexes entre trois chromosomes ou plus. Cela est important, car on croit que le degré de complexité de la réorganisation est directement proportionnel au degré de lésion cellulaire (risque). Il est intéressant de noter que les résultats de la technique SKY ont démontré que la complexité des aberrations chromosomiques attribuables à l'exposition aux neutrons à basse énergie est importante par comparaison à celle du rayonnement gamma. À des doses de rayonnements aux neutrons d'environ 1 Gy, presque chaque cellule présentait au moins un chromosome aberrant. La présentation décrira la cytogénétique moléculaire et les techniques utilisées pour mesurer les aberrations chromosomiques causées par différentes qualités de rayonnements. On comparera la sensibilité de la technique SKY à celle d'autres techniques plus classiques et on traitera des avantages de la technique SKY dans la dosimétrie biologique d'urgence.

## Perspectives d'avenir

Les expériences à venir permettront de vérifier l'utilité de l'apoptose et des aberrations chromosomiques par la technique SKY, dans le but d'évaluer les risques des expositions à très faibles doses chez les humains. Le projet a été approuvé sur le plan éthique en ce qui a trait à l'obtention d'échantillons sanguins auprès de patients dont l'ensemble de l'organisme a été exposé à de faibles doses de rayonnement de diagnostic. L'équipe continuera d'optimiser la sensibilité de ses techniques et d'analyser les échantillons sanguins de ces personnes afin de définir les limites de détections les plus basses de ses indicateurs biologiques. L'équipe entend aussi se pencher sur la dernière application de la technique SKY qui consiste au rubanement en couleurs multiples des chromosomes individuels. Cette technique pourrait donner une résolution encore plus élevée pour la dosimétrie biologique d'urgence car elle permet de détecter les réorganisations intra-chromosomiques qui indiquent une exposition au rayonnement par TLE élevé, comme le rayonnement alpha, qui pourrait être relié à la détonation d'une bombe sale.

**RESPONSABLE DU PROJET :**

Collège militaire royal du Canada (CMR), MDN

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**

GRC, RDDC Suffield, Directeur – Défense nucléaire, biologique et chimique (DDNBC), Santé Canada

**PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :**

3M Canada, DuPont Canada, Research Development and Engineering Command (RDECOM, US Army Edgewood)

**AUTEURS :**

Eva Gudgin Dickson et Paul Bodurtha, Département de chimie et de génie chimique, C.P. 17000, succ. Forces, Collège militaire royal, Kingston (Ontario) K7K 7B4.  
courriel : Dickson-e@rmc.ca, Paul.Bodurtha@rmc.ca.

## Objectifs

**A**u cours des dernières années, les premiers intervenants, comme les pompiers, les policiers et les équipes médicales d'urgence doivent relever le défi d'examiner leur capacité de réponse à une nouvelle classe de désastres potentiels : l'utilisation par des terroristes de certaines substances toxiques, telles que des agents de guerre chimique, biologique ou radiologique. Bien que la communauté des intervenants s'équipe et forme ses membres relativement à l'équipement de protection individuelle approprié, en fonction du temps et de l'argent disponibles, il existe encore des incertitudes portant sur le meilleur équipement à utiliser et les meilleures procédures d'opération à adopter. La communauté des premiers intervenants doit être guidée quant au choix adéquat et à l'utilisation appropriée de l'équipement actuellement disponible sur le marché, en vue de satisfaire ses besoins immédiats, et à l'équipement conçu selon des normes appropriées et qui sera disponible un jour.

Pour aider les premiers intervenants à choisir le meilleur équipement possible, le projet visera à : a) donner des conseils quant à l'utilisation et au choix de l'équipement de protection, afin d'améliorer la préparation à un incident biologique ou chimique; b) encourager l'élaboration (au Canada) de lignes directrices et de normes sur l'équipement de

protection, destiné à l'intervention dans le cas d'un événement biologique ou chimique.

## Progrès récents

### Évaluations de la performance de l'équipement de protection

Afin d'orienter le mieux possible les premiers intervenants, on déterminera, dans le cadre du projet, la performance effective de l'équipement de protection dans des conditions d'exposition les plus réalistes possibles.

### Protection des voies respiratoires

On élabore actuellement des tests de résistance (MIST pour *Man in simulant test*) pour évaluer l'équipement de protection des voies respiratoires dans des conditions opérationnelles pertinentes, tandis que l'on produit des modèles pour compléter ces informations. On a élaboré une procédure plus fiable de mesure de la protection respiratoire contre les aérosols (facteur de protection) des premiers intervenants qui portent un masque respiratoire à pression négative. On a fait l'acquisition d'un instrument mobile de mesure du facteur de protection opérationnelle dans le but d'effectuer ces évaluations. De plus, on élabore et valide actuellement un modèle de prédiction du degré de protection des filtres de respirateurs à adduction d'air filtré contre une grande variété de produits chimiques industriels et de gaz militaires.

### **Protection du corps : vapeurs-liquides**

Des évaluations MIST de la protection apportée par l'équipement des premiers intervenants en cours permettent d'étudier l'exposition percutanée aux vapeurs et aux liquides, et de modéliser les effets de cette exposition. Les méthodes d'examen et d'évaluation du risque de l'exposition aux vapeurs d'agents toxiques, comme le gaz moutarde et l'agent neurotoxique VX, ont déjà été élaborées au moyen des méthodes MIST, conjointement avec d'autres programmes nationaux. Ces méthodes ont servi à prédire les effets de l'exposition aux vapeurs d'un agent chimique des pompiers porteurs de l'équipement normal de lutte contre le feu. Dans le cadre de ces évaluations, des personnes portent des tenues de protection et sont exposées à des vapeurs imitant des agents chimiques gazeux alors qu'ils accomplissent une série d'activités normalement effectuées lors d'opérations, et on mesure la pénétration des vapeurs à divers endroits du corps. On utilise ces méthodes pour évaluer les tenues des policiers, avec la participation particulière de la GRC lors du choix et de l'évaluation de l'équipement. En outre, de concert avec plusieurs organismes de premiers intervenants, ces méthodes ont également été utilisées pour l'évaluation de l'équipement des premiers intervenants dans le

cadre d'opérations où ils seront exposés à des agents liquides. Selon la répartition des concentrations mesurées sur la peau, après la contamination de divers points de l'équipement par un agent liquide, il est possible de prédire les effets probables moyens et maximaux sur des secouristes exécutant des activités spécifiques. On a effectué des évaluations préliminaires de l'équipement des pompiers et des policiers en suivant des modalités simples d'exposition à des agents liquides.

Conjointement avec le projet CRTI-0161TA (Casque de protection contre le souffle et les agents CBRN), on a évalué la protection contre la dissémination explosive des vapeurs et des liquides, apportée par le casque prototype, ainsi que les survêtements de protection pour l'enlèvement des explosifs utilisés par la GRC. Ces résultats ont servi lors de la conception du prototype de prochaine génération qui sera fabriqué dans le cadre de ce projet.

### **Protection du corps : Bioaérosol**

On a peaufiné une procédure pour déterminer le degré de protection de la peau et des voies respiratoires offert par l'équipement des premiers intervenants travaillant dans une zone contaminée par des spores bactériens aérosolisés, comme le charbon (anthrax). Suivant cette procédure, les premiers intervenants effectuant

une série d'activités opérationnelles sont exposés à un aérosol non toxique de *Bacillus globigii* (bactérie imitant le bacille du charbon). On prélève des échantillons sur l'extérieur de la tenue de protection et au même endroit sur le corps du volontaire, après qu'il l'ait retirée, ainsi qu'à l'intérieur du respirateur. Les échantillons sont traités pour indiquer le nombre d'unités formatrices de colonies présentes à chaque endroit échantillonné, afin de déterminer le facteur de protection.

### **Perméabilité de la peau**

Des systèmes d'essais d'absorption cutanée *in vitro* ont été mis sur pied à Santé Canada et à RDDC Suffield, pour étudier l'exposition dermique à des produits chimiques toxiques, tels que des pesticides et des agents de guerre chimique. Les travaux de recherche menés à Suffield porteront sur l'absorption de l'agent neurotoxique VX et du pesticide parathion, par des échantillons cutanés viables provenant de porcs. Santé Canada a évalué deux scénarios potentiels d'exposition pour examiner l'absorption par des tissus cutanés humains viables du salicylate de méthyle utilisé comme pseudo-agent et des pesticides parathion et malathion. Le premier scénario comprend le prélèvement de sections cutanées et du fluide récepteur directement après l'exposition (trois ou trente minutes); dans le second scénario, après une exposition de trente



minutes, on recueille les fluides récepteurs toutes les heures pendant six heures. Selon ces études, il est possible de prédire la quantité de matière toxique qui pénétrerait dans la peau pendant ces expositions.

### **Élaboration de normes**

On a formé une équipe responsable des normes composée de divers partenaires clés, ainsi que d'organismes extérieurs représentant les premiers intervenants et des organismes de normalisation. Elle rédige actuellement un document de principe préalable intitulé *Norme canadienne sur la protection respiratoire et cutanée à l'intention des premiers intervenants officiels, en cas d'un événement chimique ou biologique – lignes directrices relatives aux critères, aux choix et à l'utilisation* [traduction].

L'élaboration et la recommandation de normes comprennent deux volets : 1) essai d'équipement de protection individuelle et élaboration de critères de performance, 2) formulation de lignes directrices sur le choix et l'utilisation de l'équipement de protection (y compris la formation et l'éducation). L'équipe a également rassemblé une variété de normes canadiennes et internationales dans ce domaine.

## Perspectives d'avenir

Au cours de l'an prochain, on déterminera : les facteurs de protection opérationnelle du système de protection respiratoire des premiers intervenants; les facteurs de protection contre les bioaérosols d'une variété d'équipements destinés aux premiers intervenants, y compris les casques de protection contre le souffle et les agents CBRN; les modèles de contamination réalistes de la détonation d'explosifs liquides et leur pulvérisation et les degrés d'exposition subis par les premiers intervenants dans un tel environnement contaminé. On fournira également un document d'orientation préliminaire à l'intention des premiers intervenants, sur le choix d'un équipement de protection respiratoire et corporelle. Des recommandations finales concernant l'orientation et les normes seront formulées en 2006, lorsque le projet prendra fin.



**RESPONSABLE DU PROJET :**

Laboratoire IsoTrace,  
Université de Toronto

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**

Santé Canada,  
Pêches et Océans Canada

**PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :**

High Voltage Engineering  
Europa B.V.

**AUTEURS :**

D<sup>r</sup> Jack Cornett, Santé Canada –  
Bureau de la radioprotection,  
tél : (613) 952-9071,  
courriel : Jack\_Cornett@hc-sc.gc.ca;

D<sup>r</sup> W. E. Kieser, Laboratoire IsoTrace,  
Université de Toronto,  
tél : (416) 978-2241,  
courriel : Liam.Kieser@utoronto.ca.

## Objectifs

Fournir l'équipement et élaborer et mettre à l'essai des procédures pour l'analyse rapide, sensible et à haut débit d'échantillons organiques (tout particulièrement ceux liés à la santé humaine et à l'environnement, par exemple, dans la chaîne alimentaire), afin de déterminer avec précision le niveau de contamination au carbone 14 résultante de divers incidents CBRN. Le projet visera à fournir la capacité d'évaluer l'étendue de la contamination au <sup>14</sup>C dans une zone particulière et de certifier l'efficacité des travaux de restauration. Ce projet comprend :

- ◆ l'achat d'une source d'ions à haut débit, alimentée par le CO<sub>2</sub>, et son intégration au système de spectrométrie de masse par accélération (SMA) IsoTrace;
- ◆ l'achat et la modification d'un analyseur élémentaire pour produire du CO<sub>2</sub> à partir des échantillons prélevés dans l'environnement;
- ◆ la construction d'une conduite de transfert de gaz, afin de fournir un débit approprié de CO<sub>2</sub> épuré à la source d'ions;
- ◆ l'intégration du logiciel de commande de tous les composants, afin de faciliter l'analyse automatisée.

## Progrès récents

Le 19 mars 2003, on a commandé la source d'ions alimentée par le CO<sub>2</sub> et on prévoit recevoir ce dispositif d'ici le 30 avril 2004. En novembre 2003, lors d'une visite à l'Université d'Oxford, on a pu voir le prototype utilisé pour l'analyse du <sup>14</sup>C par SMA. Il a fait l'objet de plusieurs améliorations qui sont intégrées au dispositif expédié à l'équipe de projet. Au laboratoire IsoTrace, on a terminé les calculs de couplage optique, les raccords étanches pour connecter la source à l'analyseur électrique rotatif sont en cours de fabrication à l'atelier d'usinage, et les composants électriques et autres nécessaires à l'installation de la source ont été livrés.

À la suite d'un examen approfondi d'analyseurs élémentaires de cinq fabricants, de visites à certains sites où ces dispositifs sont utilisés et de discussions téléphoniques avec d'autres utilisateurs, on a convenu que l'Elementar vario ELIII était l'analyseur le plus facilement adaptable aux besoins de production de CO<sub>2</sub> pour une source SMA. On a commandé un de ces appareils et son équipement connexe, et le tout devrait être livré au plus tard le 23 avril 2004. On libère de l'espace pour son installation dans un laboratoire de préparation d'échantillons, aux fins des premières mises à l'essai.

Les procédures d'emploi tirent à leur fin en ce qui a trait à l'embauche d'un technicien en chimie, qui sera responsable de la préparation, de l'introduction et de l'analyse des échantillons, et d'un technicien en électronique, qui assurera un soutien à l'automatisation des composants fabriqués sur place et à l'intégration, au dispositif, de ces composants et des systèmes de commandes actuels. Les quelques candidats retenus ont passé une entrevue et ceux choisis commenceront d'ici le 12 avril 2004.

Dès la réception de la source d'ions, elle sera connectée au système SMA et on entamera les essais de réception conformément au protocole convenu entre High Voltage Engineering et IsoTrace. Des séances de formation sur le fonctionnement de l'explorateur élémentaire se tiendront simultanément. En parallèle, on finalisera également la conception du système de transfert de gaz, semblable au système en service à l'Université d'Oxford, et on achètera les composants appropriés ou les feront fabriquer dans des ateliers locaux.

Une fois les essais de réception de la source d'ions réussis, on entamera l'assemblage et la mise à l'essai du système de transfert du gaz et l'intégration du logiciel de commande des trois nouveaux systèmes avec les systèmes de commandes actuels du dispositif de SMA. Simultanément, Santé Canada et Pêches et Océans Canada fourniront des échantillons types aux fins d'essais et pour vérifier si le système de combustion de l'explorateur élémentaire présente des restrictions.

## Perspectives d'avenir

Après le branchement de l'analyseur élémentaire à la source d'ions et l'intégration du logiciel de commande, on élaborera des protocoles d'analyses pour les divers types d'échantillons et tous les partenaires du projet recevront les ébauches des documents. À la suite de la révision finale et de l'acceptation de ces protocoles, on fera parvenir l'information aux premiers intervenants et aux personnes qui participeront à la décontamination et à la restauration de grandes surfaces, par l'intermédiaire du Bureau de la radioprotection de Santé Canada et de l'Unité du rayonnement du milieu, Atlantique de Pêches et Océans Canada qui organiseront des séminaires, des ateliers et des séances de formation spéciales.

## RESPONSABLE DU PROJET :

WorldReach Corporation

## PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Conseil national de recherches  
du Canada

## AUTEURE :

Laura Brown

Le Système de gestion de triage rapide (RTMW) permet de gérer la communication des renseignements médicaux au cours d'un incident chimique, biologique, radiologique ou nucléaire (CBRN). Il est conçu pour être particulièrement utile lors d'incidents qui font beaucoup de victimes. Le système est portable et peut être déployé sur le terrain, en milieu rural ou urbain, avec un minimum de formation. Grâce à un module de saisie des données médicales, les premiers intervenants et les dispensateurs de soins médicaux sur le terrain seront en mesure d'enregistrer rapidement et précisément les renseignements médicaux relatifs aux victimes. Ces données seront ensuite entrées dans une base de données centrale, ce qui permettra aux autres membres du groupe d'avoir accès aux données sur les victimes. Le RTMW peut être utilisé partout où il y a une connexion Internet, ou il peut fonctionner en autonomie en cas de défaillance du réseau Internet.

## Objectifs

Le RTMW permettra à l'équipe d'intervention de fonctionner de façon efficace et efficiente en communiquant immédiatement les renseignements médicaux pertinents à tous les membres de l'équipe d'intervention. Il permettra en particulier à tous les membres de l'équipe d'avoir accès à des renseignements exacts et à jour sur l'état actuel des victimes. Le RTMW sera doté d'un accès sécuritaire d'un niveau approprié pour

garantir la sécurité des données sur les victimes qui sont consignées dans la base de données.

Le RTMW présentera les avantages suivants :

- ◆ Le triage rapide fondé sur des données médicales à jour permettra d'accroître l'efficacité des soins et du transport des victimes.
- ◆ Les soignants pourront offrir des soins efficaces et efficaces grâce au triage, qui permettra d'affecter les bonnes personnes et le bon matériel là où ils seront le plus utiles. On pourra ainsi réduire au minimum la fatigue des intervenants et l'exposition indûment prolongée de ces derniers à un environnement potentiellement dangereux.
- ◆ Les établissements de santé qui accueilleront les victimes recevront des données pertinentes sur celles-ci avant leur admission.
- ◆ La sécurité des membres de l'équipe d'intervention sera améliorée parce que l'information sur les dangers médicaux potentiels sera communiquée plus rapidement à tous les membres.
- ◆ L'équipe d'intervention ou les organismes de secours pourront fournir aux familles des victimes des renseignements exacts et à jour.
- ◆ Les organismes de santé publique disposeront de données exactes et, partant, seront en mesure de donner

des conseils et des directives à la population en se fondant sur des données récentes.

- ◆ Le RTMW utilisera le système actuel de marquage utilisé par les Services médicaux d'urgence pour le triage; ainsi, tous les premiers intervenants connaîtront bien le système de triage RTMW, ce qui réduira au minimum la formation nécessaire.
- ◆ Le personnel d'intervention en cas d'incident CBRN utilisera le RTMW comme outil d'enseignement de l'art du triage, et cet outil pourrait éventuellement être intégré au programme de formation des premiers intervenants à l'échelle nationale.
- ◆ En facilitant l'échange d'information médicale dans le cadre d'une réponse bien organisée, le RTMW permettra de réduire les délais de prise de décisions, atténuant du même coup l'impact global de l'incident.

## Progrès récents

Le RTMW fait appel à Internet ainsi qu'à la plus récente technologie en matière de bases de données. Les composants matériel et logiciel ont été choisis de façon à ce qu'on puisse utiliser des PC standard dans l'environnement Windows, éliminant ainsi la nécessité de se procurer et de conserver du matériel spécial pour ce système.

Le système comprend deux principaux composants, soit 1) un composant portable, utilisé sur le terrain et 2) une base de données stationnaire accessible par Internet.

Le RTMW est bilingue et comprend une fonction d'aide en direct et de la documentation à l'appui. De plus, la conception du RTMW fait appel à des méthodes orientées vers l'utilisateur. Le Human Oriented Technology (HOT) Lab de l'Université Carleton a appliqué des techniques éprouvées pour déterminer les besoins et concevoir l'interface.

Les étapes suivantes sont terminées :

- ◆ Tous les plans de projet
- ◆ Examen critique de la conception
- ◆ Spécifications pour les logiciels
- ◆ Évaluation de l'impact sur la vie privée
- ◆ Conception de l'interface utilisateur

Jusqu'à présent, toutes les échéances ont été respectées.

## Perspectives d'avenir

- ◆ Le RTMW sera terminé à l'été 2004.
- ◆ Il sera utilisé dans le cadre d'un exercice complet à Ottawa à l'automne 2004.
- ◆ Une équipe de marketing est en train d'élaborer une stratégie de marketing pour intégrer le système RTMW dans la suite de produits WorldReach Crisis Management.
- ◆ Une proposition a été faite pour un financement additionnel permettant l'ajout de modules de façon à étendre la suite d'outils logiciels de gestion des renseignements médicaux en cas d'urgences CBRN.



## RESPONSABLE DU PROJET :

Université de la  
Colombie-Britannique (UCB)

## PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Santé Canada – Laboratoire national  
de microbiologie et RDDC Suffield

## AUTEURS :

Julia Rathmann, Chad Malloff et  
Wan Lam, BC Cancer Research  
Centre, 601 West 10th Avenue,  
Vancouver (C.-B.) V5Z 4E6,  
tél : (604) 877-6149,  
courriel : wanlam@bccrc.ca.

Steve Pleasance et Rachel Fernandez,  
Microbiology & Immunology,  
University of British Columbia,  
#300-6174 University Blvd, Vancouver  
(C.-B.) V6T 1Z3,  
tél : (604) 822-6824,  
courriel :  
rachelf@interchange.UCB.ca.

Louis Bryden, Shannon Hiebert et  
Michael Mulvey, Centre scientifique  
canadien pour la santé humaine et  
animale, 1015 Arlington St.,  
Winnipeg (Man.) R3E 3R2,  
tél : (204) 789-2133,  
courriel :  
Michael\_mulvey@hc-sc.gc.ca

Yimin Shei et Barry Ford, RDDC  
Suffield, PO Box 4000 Station Main,  
Medicine Hat (Alberta) T1A 8K6,  
courriel : barry.ford@drdc-rddc.gc.ca.

## Objectifs

L'introduction d'un gène de virulence dans une bactérie inoffensive peut transformer cette dernière en une arme mortelle. Le transfert de gènes dans des organismes comme *Bacillus anthracis* et *Yersinia pestis* se pratique depuis plus de dix ans, aussi est-il urgent de concevoir des techniques permettant d'identifier les gènes de virulence introduits dans des souches bactériennes modifiées afin de servir d'armes bactériologiques. Les méthodes qui existent à l'heure actuelle n'ont pas le pouvoir d'identifier les insertions de gènes inconnues. Le séquençage du génome entier de tous les agents biochimiques soupçonnés d'entrer dans la fabrication d'armes bactériologiques n'est pas faisable, et les puces à ADN, quoique puissantes, se limitent aux gènes présents uniquement dans les souches de référence. L'équipe du projet adaptera sa technique nouvelle de criblage de l'ADN, qui allie la puissance de résolution de l'électrophorèse bidimensionnelle d'ADN à l'hybridation génomique comparative pour identifier rapidement les gènes modifiés. Cette technique est appelée hybridation génomique comparative des bactéries (BCGH). Pour identifier un gène de virulence inconnu à l'aide de la BCGH, on compare la souche de l'arme biologique modifiée qui contient le nouveau gène avec une souche de référence apparentée. Des fragments d'ADN des deux souches sont combinés, visualisés en deux dimensions, transférés sur une membrane et hybridés séquentiellement (sonde) avec de l'ADN de

chaque souche. Le gène fabriqué est identifié comme un nouveau spot qui peut être extrait d'un gel parallèle, cloné et séquencé pour révéler son identité. Cette information peut être utilisée pour adapter la thérapie et élaborer des stratégies de surveillance.

L'équipe du projet établira le profil de *Bacillus anthracis* (charbon), de *Yersinia pestis* (peste), de *Francisella tularensis* (tularémie), de *Burkholderia pseudomallei* (mélioïdose) et d'*E. coli* O157, de *Salmonella typhi*, de *Shigella flexneri* et de *Yersinia enterocolitica* (pathogènes transmis par les aliments). Des pathogènes soumis à des restrictions et des micro-organismes nécessitant un confinement de niveau 3 seront mis en culture par le LNM et RDDC. Dans ces cas, seul de l'ADN sera fourni aux laboratoires de l'UCB.

Les paramètres de visualisation (conditions de fragmentation, composition du gel, température, durée, etc.) seront établis de façon empirique pour chacun des micro-organismes. La sensibilité, l'assurance de la qualité et le contrôle de la qualité de la BCGH seront évalués à l'aide d'un panel de gènes enrichis représentant un éventail de gènes contenus dans la séquence.

Le transfert de technologie sera effectué conjointement entre l'Université et les partenaires fédéraux du projet.

La standardisation et le perfectionnement de la technique aux centres fédéraux seront effectués par le LNM et RDDC.

Un logiciel de pointe (BioNumerics d'Applied Maths) sera utilisé pour l'analyse et l'archivage des profils d'ADN en 2D de même que pour la communication entre les laboratoires partenaires.

Le projet devrait être terminé en décembre 2006.

## Progrès récents

- ◆ Le personnel à RDDC et au LNM a terminé sa formation sur le niveau de confinement 3.
- ◆ Le LNM et les laboratoires de RDDC ont isolé l'ADN de *Y. pestis* et de *B. anthracis* pour les laboratoires de l'UCB.
- ◆ Un atelier technique a été organisé à l'UCB en octobre 2003.
- ◆ Le LNM et les laboratoires de RDDC ont créé des installations fonctionnelles d'analyse de l'ADN en 2D et le personnel a été formé.
- ◆ Un logiciel maison mis au point à l'UCB est utilisé et adapté pour prédire les paramètres optimaux de visualisation *in silico* basés sur des génomes séquencés de souches d'armes biologiques.
- ◆ Les paramètres de visualisation ont été mis au point à l'UCB pour l'ADN à faible contenu G+C.
- ◆ Des images d'ADN ont été générées pour *Y. pestis*, *B. anthracis* et *Y. enterocolitica*.

### 2004-2005 :

- ◆ De l'ADN sera isolé de *S. typhi*, *S. flexneri* et *E. coli* O157.
- ◆ Des images de l'ADN seront générées pour *S. typhi*, *S. flexneri* et *E. coli* O157.
- ◆ Des conditions de BCGH seront évaluées à l'aide d'un panel de gènes enrichis et de constructions géniques.
- ◆ Des isolats cliniques seront comparés au moyen de la BCGH à des fins de validation.
- ◆ Une standardisation et un contrôle de la qualité de la visualisation de l'ADN en 2D et de la BCGH seront effectués.
- ◆ L'analyse et l'archivage d'images d'ADN en 2D se poursuivront.

### Résultats finals prévus :

- ◆ Visualisation en 2D et analyse par BCGH de *Y. pestis*, *B. anthracis*, *F. tularensis*, *B. pseudomallei*, *S. typhi*, *S. flexneri*, *E. coli* O157 et *Y. enterocolitica* terminées.
- ◆ Standardisation des protocoles et transfert de la technologie au LNM et à RDDC, notamment l'uniformisation de protocoles d'utilisation systématique dans les laboratoires diagnostiques et judiciaires, terminés.
- ◆ En cas d'attentat à l'arme biologique, l'identification des gènes modifiés facilitera le diagnostic, la surveillance, la vaccination et les mesures thérapeutiques qui peuvent servir à lutter contre le gène de virulence ou le produit génique afin de limiter les éclosions de maladies.
- ◆ Des protocoles de visualisation non radioactive sont en train d'être mis au point au LNM et aux laboratoires de l'UCB.
- ◆ L'analyse et l'archivage des images d'ADN en 2D ont débuté et se poursuivront.
- ◆ Le logiciel BioNumerics a été évalué au LNM et jugé utile.
- ◆ Les progrès et les résultats ont été présentés lors :
  - de la réunion de la division nord-ouest de l'American Society for Microbiology à Vancouver, C.-B., en août

## Perspectives d'avenir

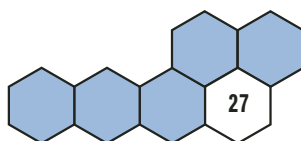
*anthracis*, *F. tularensis*, *B. pseudomallei*, *S. typhi*, *S. flexneri*, *E. coli* O157 et *Y. enterocolitica* terminées.

- ◆ Standardisation des protocoles et transfert de la technologie au LNM et à RDDC, notamment l'uniformisation de protocoles d'utilisation systématique dans les laboratoires diagnostiques et judiciaires, terminés.

En cas d'attentat à l'arme biologique, l'identification des gènes modifiés facilitera le diagnostic, la surveillance, la vaccination et les mesures thérapeutiques qui peuvent servir à lutter contre le gène de virulence ou le produit génique afin de limiter les éclosions de maladies.

2003 (« Profiling Bacterial Genomes to Identify Acquired Genes »)

- de la réunion sur la biodéfense de l'American Society for Microbiology à Baltimore, MD, en mars 2004 (« Two-Dimensional Bacterial Genome Display for the Identification of Engineered Genes »).



**RESPONSABLE DU PROJET :**

RDDC Ottawa

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**

Santé Canada

**PARTENAIRES UNIVERSITAIRES :**

Université de Toronto

**PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :**

Bubble Technology Industries Inc.

**AUTEUR :**

Lorne Erhardt, RDDC-Ottawa,  
3701, av. Carling, Ottawa, Ont.,  
tél : (613) 991-5900,  
courriel :  
Lorne.Erhardt@drdc-rddc.gc.ca

## Objectifs

Dans l'éventualité d'un incident radiologique, il est capital de pouvoir suivre la propagation du matériel radioactif. Des renseignements sur la diffusion de la contamination seront requis, tant pour orienter l'évacuation que pour planifier les interventions de manière à réduire au minimum les risques auxquels seront exposées toutes les personnes concernées. Le but de ce projet est de mettre au point des dosimètres de petite taille et peu coûteux qui pourraient être déployés rapidement, facilement et en grand nombre dans l'ensemble d'une zone contaminée, afin d'obtenir une carte très détaillée du profil de contamination.

Des travaux préliminaires dans ce domaine ont fait ressortir que la luminescence stimulée optiquement (LSO) était la technologie la plus prometteuse pour un tel dosimètre. Ce dosimètre comporte un seul cristal de matériel LSO (qui agit comme volume sensible du détecteur), une diode laser qui stimule l'émission par le cristal et une photodiode à avalanche pour détecter les émissions. La conception du détecteur se prête bien à la miniaturisation et à une architecture de système sur puce. On s'attend à ce que le volume sensible du dosimètre puisse être miniaturisé à l'échelle nanométrique et que des composantes électroniques de contrôle, de lecture et de communication y soient intégrées. Grâce à ces détecteurs, de multiples sondes pourraient être réparties sur l'ensemble d'une zone contaminée

et permettraient de surveiller la contamination en temps réel. Des simulations ont montré que cette méthode permettrait de cartographier avec une grande précision la contamination et qu'elle serait très robuste : la série de détecteurs survivraient même s'il se produit de nombreuses défaillances individuelles.

Le projet suit deux voies distinctes, qui sont toutefois liées entre elles : Bubble Technology Industries Inc. (BTI) est en train de concevoir le dosimètre et les composantes électroniques connexes, et l'Electronic-Photonic Materials Group (EPMG) de l'Université de Toronto prendra le concept de BTI pour l'adapter sur une puce. Ce projet mènera à la production de deux dosimètres prototypes. Le premier, fabriqué par BTI, sera un mini-dosimètre prototype achevé et éprouvé comportant des composantes électroniques intégrées de contrôle, de lecture, de communication et de GPS. Le deuxième sera un nanodosimètre prototype (produit par EPMG) s'inspirant du concept de BTI et testé avec les composantes électroniques du mini-dosimètre.

## Progrès récents

Sous sa forme actuelle, le projet est légèrement en avance, et beaucoup de progrès ont été réalisés sur les dosimètres prototypes, tant à BTI qu'à l'Université de Toronto. Les efforts à BTI ont porté surtout sur

la production du prototype de mini-dosimètre, alors qu'EPMG a conçu une photodiode à avalanche sur mesure qui sera utilisée avec le nanodosimètre.

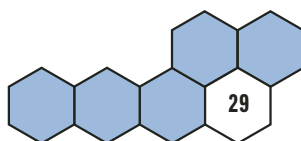
Un mini-dosimètre prototype a été conçu et construit à BTI et l'on a vérifié sa réponse à des rayonnements ionisants. Après cette phase de caractérisation, BTI a concentré son attention sur l'intégration de toutes les composantes électroniques requises avec les portions sensibles du dosimètre. La grande majorité du travail au cours de l'année écoulée a consisté à déterminer l'architecture de communication et à intégrer les composantes électroniques appropriées dans le mini-dosimètre. Le matériel de communication a été acheté et un logiciel sur mesure a été produit pour permettre le transfert des données du mini-dosimètre à un réseau sans fil. En plus des composantes de communication, un module récepteur GPS à 18 canaux parallèles sur une seule carte et occupant une place réduite a été intégré dans la carte de circuit du mini-dosimètre; les données sur la position du mini-dosimètre ont pu ainsi être transférées sur le réseau sans fil de même que les données sur la dose. Un réseau de mini-dosimètres prêt à être utilisé, qui s'auto-organise et se répare lui-même a été créé. De multiples canaux de communication (tels que téléphone, cellulaire, ANP, satellites, modem sans fil, plateforme aéroportée) peuvent être utilisés à partir du point d'accès pour assurer le déploiement dans tous les environnements (urbains, ruraux et éloignés). La gestion du réseau et la surveillance du trafic peut se faire localement ou à distance. Ces réalisations combinées ont donné naissance à un prototype de mini-dosimètre avec toutes les composantes électroniques connexes qui fonctionnent tel que requis par l'équipe de

projet. C'était une étape clé dans le projet et elle a été couronnée de succès.

Des recherches à l'Université de Toronto au cours de l'année écoulée ont porté exclusivement sur la mise au point et la fabrication d'une photodiode à avalanche (PDA), qui peut fonctionner en mode Geiger, avec une réponse spectrale adaptée à la puissance de sortie du matériel LSO. Il a fallu pour ce faire effectuer un survol approfondi des publications scientifiques existantes afin de déterminer la situation des photodiodes à avalanche en mode Geiger dans la gamme des longueurs d'onde visibles. On a porté une attention particulière à l'identification des matériaux appropriés, des structures et des techniques pour fabriquer une telle photodiode. Un modèle a été mis au point pour simuler l'absorption séparée et les régions de multiplication de la PDA; le déroulement connexe des opérations a également été établi. Une série de structures ont été préparées par épitaxie par jets moléculaires (EJM) afin de révéler les variables clés du concept qui influent sur les propriétés optiques et électroniques des structures. On a mesuré les propriétés compositionnelles, structurales, électriques et optiques de ces structures afin d'obtenir des données pour les étapes de croissance et de traitement. Un prototype de structure de photodiode à avalanche a été construit et caractérisé; on a établi que sa réponse correspondait à la gamme de longueurs d'onde désirée. On a considéré qu'il s'agissait d'une étape critique en vue de la production éventuelle d'un nanodosimètre, et cette étape clé a été couronnée de succès.

## Perspectives d'avenir

Les prochaines étapes de ce projet consistent à perfectionner et le mini-dosimètre prototype et la photodiode à avalanche. BTI incorporera le volume sensible du mini-dosimètre et toutes les composantes électroniques dans un petit boîtier qui pourra être utilisé de façon autonome. Cette étape est en bonne voie d'être menée à terme d'ici décembre 2004, devançant ainsi l'échéancier. Le mini-dosimètre prototype fera ensuite l'objet de nombreux tests effectués par BTI, RDDC Ottawa et Santé Canada pour déterminer son utilité. À l'Université de Toronto, la prochaine étape consistera à évaluer complètement la performance du prototype de PDA et à le perfectionner. Par la suite, on mettra au point une source lumineuse appropriée pour la lecture du nanodosimètre, on intégrera la PDA et la source lumineuse avec le matériel LSO et on intégrera finalement les composantes électroniques conçues par BTI avec les dispositifs susmentionnés. On obtiendra ainsi un nanodosimètre prototype, qui devrait être terminé dans les délais prévus, d'ici juillet 2005.





## RESPONSABLE DU PROJET :

Santé Canada (Bureau de la radioprotection / Division de la préparation et de l'intervention aux urgences nucléaires)

## PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Environnement Canada  
(Centre météorologique canadien / Division de la réponse aux urgences environnementales),  
Ressources naturelles Canada  
(Section de la géophysique de rayonnement),  
Santé Canada (Bureau de la radioprotection / Division des dangers des rayonnements du milieu)

## AUTEUR :

Brian Ahier  
Division de la préparation et de l'intervention aux urgences nucléaires  
Santé Canada  
tél : (613) 954-6674  
courriel : brian\_ahier@hc-sc.gc.ca

## Objectifs

Les références, les rapports et les exercices nationaux et internationaux ont démontré qu'en cas de graves événements radiologiques ou nucléaires (RN), la coordination des renseignements et des actions était critique pour la réussite d'une intervention efficace. Sous l'autorité de Santé Canada, le *Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire* (PFUN) constitue le cadre national de préparation et de réaction aux urgences radiologiques et nucléaires qui pourraient affecter les Canadiens. Il appuie les interventions des provinces et il forme le cadre de la gestion des conséquences radiologiques en appui au *Plan national de lutte contre le terrorisme* du Canada. Le plan fédéral mobilise plus de vingt organismes fédéraux dont plusieurs sont responsables des données essentielles à l'évaluation des répercussions. De solides outils de gestion sont nécessaires pour intégrer et évaluer ces données, et pour appuyer les décisions relatives aux mesures d'intervention.

Ce projet piloté par la Division de la préparation et de l'intervention aux urgences nucléaires de Santé Canada et auquel collaborent le Centre météorologique canadien et d'autres partenaires essentiels au plan fédéral et international vise la mise en place du système d'aide à la décision ARGOS RN comme outil opérationnel de réponse du *Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire*. ARGOS est disponible grâce à un partenariat avec l'Agence danoise de gestion des urgences et la société Prolog Development Center A/S.

Pour permettre l'entrée d'ARGOS en service au Canada, on doit améliorer le noyau du logiciel pour assurer l'interface avec les sources de données et les moyens de surveillance, de contrôle, de modélisation et de prévision météorologiques et radiologiques. Le Centre météorologique canadien accélère la mise au point et la distribution de moyens de modélisation de la météo locale et régionale en appui aux interventions d'urgence RN. Santé Canada collabore également avec d'autres partenaires du *Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire*, notamment la Section de la géophysique du rayonnement de Ressources naturelles Canada et la Division des dangers des rayonnements du milieu de Santé Canada, dans le but d'intégrer les données d'analyse en laboratoire et les données de surveillance aérienne et de surveillance statique.

Le résultat du projet sera un système opérationnel d'aide à la décision qui permettra une réponse coordonnée rapide à un incident RN, une meilleure gestion de données relatives à l'urgence et une prise efficace de décisions pour soutenir le travail des premiers intervenants, de la communauté opérationnelle et de la population. Jusqu'ici, le projet s'est traduit par un nouveau degré d'intégration de données pour les interventions en cas d'urgences RN, de nouvelles méthodes d'apport de données et de progrès dans les capacités de modélisations atmosphériques relatives aux urgences qui sont exploitées par d'autres groupes d'intervention.

# Progrès récents

Le premier jalon franchi du projet est la production du mandat du projet en décembre 2002, une première pour l'IRTC. À la suite de l'adhésion de Santé Canada au Consortium international ARGOS et de la négociation de contrats avec les partenaires industriels, des réunions de conception ont été tenues pour étudier les sources et les descriptions des données canadiennes afin de déterminer les spécifications de conception des phases du projet. Au cours de la phase 1, on a mis au point les installations et les modules d'importation des données canadiennes. La phase 2 a été consacrée à l'interface entre les moyens de modélisation du Centre météorologique canadien, notamment la modélisation des trajectoires des panaches dans l'atmosphère et leur dispersion. Les phases 3 et 4 abordent l'interface entre le réseau de surveillance gamma statique de Santé Canada et la base de données d'information de laboratoire, ainsi que les modèles perfectionnés de dispersion à faible distance dans l'atmosphère.

Jusqu'à maintenant, Prolog Development Center et le Centre météorologique canadien ont collaboré à l'interface des moyens météorologiques canadiens et du noyau du logiciel ARGOS ; Prolog et Santé Canada ont amélioré la fonctionnalité du système. Le Centre météorologique canadien a œuvré, en parallèle, à la fourniture des données météorologiques essentielles au système ARGOS et à l'amélioration des outils de modélisation atmosphérique utilisés directement par ARGOS. Santé Canada a continué ses travaux sur la mise en œuvre du système ARGOS et sur l'infrastructure informatique connexe dans ses locaux,

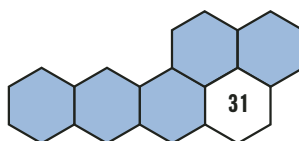
la vérification des modèles et l'interface avec des outils SIG accessibles par le Web permettant un échange rapide de données parmi les partenaires du *Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire*.

ARGOS est actuellement installé et fonctionne sur l'infrastructure de Santé Canada. Il présente les caractéristiques suivantes :

- ◆ synchronisation automatique avec un serveur météo du Centre météorologique canadien permettant l'importation de données météorologiques actuelles et prévues
- ◆ l'exécution initiée au besoin, à partir d'ARGOS, de demandes de modèles atmosphériques, liés aux informations sur le terme source fournies par l'utilisateur
- ◆ modèles de dispersion et de dose à courte distance liés aux fichiers météo du Centre météorologique canadien
- ◆ sorties des modèles de dispersion liés aux modèles de propagation interne des doses
- ◆ importation des données de surveillance aérienne de Ressources naturelles Canada
- ◆ lien au réseau de surveillance gamma statique de Santé Canada
- ◆ visualisation des résultats (par isotope, intervalle et type de sortie de données)
- ◆ copie locale des données afin de pouvoir continuer les activités centrales, en cas de rupture des communications

## Perspectives d'avenir

Ce projet vise la mise en place d'ARGOS, un outil opérationnel de réaction aux urgences au plan fédéral, à Santé Canada, et l'accessibilité du système à l'organisation d'intervention du *Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire*, fin 2004. Au cours des prochaines étapes, on complètera le développement et l'interface avec les résultats du modèle de propagation de particules sur les courtes distances, de la surveillance statique et de laboratoire, ainsi que l'intégration aux procédures d'urgence du *Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire*. Le Centre météorologique canadien travaille également, via d'autres projets de l'IRTC, à des modèles de dispersion en milieu urbain et de retombées atmosphériques. Une fois ces tâches complétées, ARGOS pourra accéder à ces ressources via une seule interface homogène, ce qui permettra d'étendre les capacités du système bien au-delà de ce qui était prévu au départ. Pour finir, les partenaires du *Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire* auront accès aux résultats d'ARGOS via le site Web des communications d'urgence et le système de distribution sur le Web du système d'information graphique EMAP-nucléaire, élaboré et mis en œuvre en partenariat avec Environnement Canada – Atlantique.



**RESPONSABLE DU PROJET :**

Cangene Corporation

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**

Santé Canada

**AUTEURS :**

Darin Lee, Vadim Tsvetnitsky,

Donald I.H. Stewart

courriel : dstewart@cangene.com,  
3403 American Drive, Mississauga  
(Ontario) L4V 1T4, Canada.  
tél : (905) 405-2930.

## Objectifs

La surexposition aux rayonnements constitue une menace possible pour les personnels civils et militaires dans différentes circonstances. L'exposition délibérée, à caractère militaire ou terroriste, doit également être prise en considération en raison de la prolifération des capacités nucléaires mondiales et du trafic de déchets nucléaires.

Le principal objectif de ce projet est de démontrer l'utilité de la filière de produits de Cangene à base de GM-CSF LEUCOTROPIN<sup>MD</sup> pour la reconstitution hématopoïétique après une aplasie médullaire radio-induite chez des macaques rhésus ayant reçu des rayons X de façon uniforme sur le corps entier. La principale application du médicament en cas de radioexposition serait le traitement précoce des patients exposés à des doses faibles à modérées de rayonnements. Toutefois, le médicament peut aussi être utile pour protéger les personnes susceptibles d'être exposées aux rayonnements, comme les sauveteurs et autres intervenants. L'étude utilise des macaques de Buffon comme modèle animal, et les résultats obtenus pourraient donner une idée des régimes thérapeutiques optimaux pour les humains touchés.

Une partie importante du projet consiste à élaborer et à évaluer une forme de GM-CSF à plus longue durée d'action, produite par modification de la protéine à l'aide du polyéthylène glycol (PEG), ce qui peut réduire le nombre et, partant, rendre les régimes posologiques plus commodes pour les patients. Les protéines pégylées peuvent comporter un certain nombre d'avantages par rapport aux substances similaires non modifiées, notamment une augmentation de la demi-vie, une réduction de l'antigénicité et une amélioration de la solubilité.

## Progrès récents

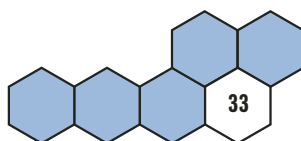
Pour atteindre ces objectifs, Cangene a produit LEUCOTROPIN<sup>MD</sup> conformément à ses bonnes pratiques de fabrication établies à l'échelle de 2 100 L dans son centre de fabrication. Trois lots de formulations lyophilisées et liquides ont été préparés et soumis à une évaluation dans les études animales, qui ont débuté le 1<sup>er</sup> avril 2004 à l'Université du Maryland et qui devraient se poursuivre pendant 90 jours. Deux protocoles de traitement sont évalués, le GM-CSF étant administré soit tôt (dans les 20 heures) ou quelque temps (3 jours) après l'irradiation, ce qui permet d'évaluer deux scénarios probables dans la vie réelle.

Nous avons préparé des quantités (à l'échelle laboratoire) de GM-CSF conjuguées à 20 kDa monométhoxypoly (éthylèneglycol) (mPEG) et avons évalué l'effet de la pégylation sur la prolifération cellulaire *in vitro* à l'aide de la lignée de cellules souches myéloïdes TF-1. Et ce qui était quelque peu contraire à nos attentes, la fixation d'une seule molécule de mPEG par protéine (GM-CSF monopégylé) n'a pas entraîné de perte de l'activité *in vitro* par rapport à la forme non pégylée, alors que, comme on s'y attendait, les deux formes bi- et tri-pégylées de GM-CSF affichaient, respectivement, des baisses de leur activité par un facteur de trois à dix.

Nous avons terminé une synthèse à plus grande échelle (100 mg), la purification et la caractérisation de mPEG-GM-CSF monopégylé de 20 kDa. Ce matériel sera utilisé pour effectuer d'autres études de la stabilité de la formulation liquide *in vitro* et de la stabilité du sérum *in vivo*. La démonstration probante de l'augmentation de la demi-vie sérique dans les études *in vivo* devrait mener à d'autres études de l'utilisation du mPEG-GM-CSF dans le traitement du syndrome d'irradiation aiguë.

## Perspectives d'avenir

Une fois que l'étude sur la protection contre les rayonnements sera terminée, vers la fin de juillet 2004, Cangene prévoit examiner les données obtenues en consultation avec le Bureau de la radioprotection de Santé Canada, et présenter un supplément à une présentation de drogue nouvelle (PDN), si les résultats sont jugés positifs, ce qui devrait se faire tel que prévu d'ici la fin d'octobre 2004.





**RESPONSABLE DU PROJET :**

Santé Canada

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**

Agence canadienne d'inspection des aliments

**PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :**

Cangene Corp., University of Alberta

**AUTEURS :**

Vadim Tsvetnitsky, Eric Wiersma, Donald IH Stewart, Heinz Feldmann, Mavanur Suresh et Steven M. Jones  
courriel : Steven\_jones@hc-sc.gc.ca  
Santé Canada  
1015, rue Arlington, Winnipeg  
R3E 3R2 Canada  
tél : (204) 789-5065

## Objectifs

Les Centers for Disease Control (CDC) ont classé les filovirus Ebola et Marburg parmi les agents biologiques de catégorie A. Ces virus transmissibles de personne à personne causent une fièvre hémorragique aiguë chez les humains, qui s'accompagne d'un taux de mortalité variant de 23 à 90 %. Le virus Marburg a déjà servi à la fabrication d'armes biologiques dans l'ancienne URSS, et une secte japonaise a récemment tenté de se procurer le virus Ebola pour l'utiliser à des fins bioterroristes. Comme il n'existe aucun traitement curatif ou préventif contre ces filovirus, ceux-ci posent un grand risque, à la fois pour les populations militaires et civiles.

De l'avis de nombreux spécialistes du domaine, les anticorps thérapeutiques constituent la stratégie thérapeutique la plus prometteuse à l'heure actuelle (Bray et Paragas, 2002), car elle procure une solution à court terme, ce dont on a un urgent besoin pour satisfaire aux priorités de l'IRTC en matière de mesures thérapeutiques pour appuyer les interventions immédiates et la gestion des conséquences à court terme. La protection passive contre un virus Ebola mortel a été démontrée chez de petits animaux (Wilson *et al.*, 2000; Takada *et al.*, 2002), et un traitement post-exposition par du plasma de phase convalescente a semblé avoir un effet protecteur chez les humains (Mupapa *et al.*, 1999). Cependant,

une des difficultés liées à la mise au point d'anticorps neutralisants efficaces tient à nos connaissances limitées sur les protéines virales qui sont la cible de la réponse immunitaire chez l'hôte. Des études récentes ont toutefois permis d'approfondir nos connaissances dans ce domaine, en déterminant que les glycoprotéines (GP) transmembranaires sont les principales cibles.

Dans le cadre du présent projet, différentes formes de glycoprotéines transmembranaires virales seront utilisées comme immunogènes, en vue de la mise au point d'anticorps thérapeutiques monoclonaux et polyclonaux. Dans un premier temps, des anticorps polyclonaux de caprins ou d'ovins seront isolés, et leur efficacité et innocuité seront testées sur des modèles de protection contre les virus Ebola et Marburg (souris, cochons d'Inde). Cette approche basée sur la production d'anticorps polyclonaux de caprins ou d'ovins permettra de produire un stock d'agents thérapeutiques utilisables à court terme. Des anticorps monoclonaux recombinants seront mis au point contre les virus Ebola et Marburg comme solution à long terme. Même s'il faudra plus de temps pour produire les anticorps recombinants que les anticorps d'ovins ou de caprins, les produits recombinants offriront une spécificité mieux définie et pourront être produits en quantités illimitées.

## Progrès récents

Pour atteindre ces objectifs, l'équipe du projet a réussi, par la technique de génétique inverse, à isoler les vecteurs recombinants du virus de la stomatite vésiculaire (VSV) contenant les glycoprotéines des virus Ebola (VSV-EBOVGP) ou Marburg (VSV-MARVGP). Ces virus seront utilisés pour immuniser des chèvres (pour la production de sérum neutralisant polyclonal) et des souris (pour la production d'anticorps monoclonaux neutralisants). Dans le cadre d'une étude distincte non financée par l'IRTC, des souris immunisées avec le vaccin VSV-EBOVGP ont présenté une protection complète lors d'un test de provocation avec un million de doses létales du virus Ebola. L'ARN de la rate de souris ayant survécu au test de provocation a été envoyé à l'Université de l'Alberta en vue de produire des Fab exprimés sur des phages de souris. Deux banques indépendantes complètes de phages ont été construites. La première banque de phages exprimant des fragments d'anticorps dirigés contre Ebola a été obtenue avec une complexité estimée de  $7 \times 10^7$  clones. La deuxième banque de phages exprimant des Fab contre Ebola a été produite à une complexité estimée de  $6 \times 10^7$  clones. Ces banques serviront de bases pour la sélection d'anticorps qui pourraient être efficaces contre les GP 1,2 du virus Ebola. On procède actuellement à l'analyse

des phages par panning, ou adhérence, à l'aide de particules d'allure virale et d'une fraction de membrane simulée préparées par le Laboratoire national de microbiologie, à Winnipeg. La banque de phagemides exprimant les Fab a été utilisée pour deux séries d'analyses par panning contre ces cibles, et des particules phagiques enrichies de Fab spécifiques de l'antigène ont été isolées. Les particules ont été amplifiées et préparées pour des études de liaison qui sont toujours en cours. Cangene a produit une banque naïve de phages humains exprimant des Fab, d'une complexité estimée de  $1 \times 10^{10}$  clones et poursuit actuellement l'analyse par panning de cette banque contre un mutant délété du segment trans-membranaire de la GP du virus Ebola et contre la forme sécrétée de la GP (sGP) du virus Ebola.

## Perspectives d'avenir

Une fois l'antisérum de chèvre produit, Cangene utilisera une technologie propriétaire pour produire un sérum hyperimmun de catégorie clinique pour la mise à l'essai des modèles *in vivo* de la fièvre virale hémorragique d'Ebola et de Marburg. La méthode d'adhérence sur plastique des pharmacothèques de bactériophages sera suivie de la production d'anticorps recombinants, humains et marins, qui seront mis à l'essai *in vitro* et *in vivo*. Le but du projet est de créer un groupe d'anticorps monoclonaux, qui peuvent être combinés pour traiter les humains infectés par l'Ebola ou le Marburg. La prochaine étape sera d'adapter ces produits à une utilisation clinique.

## RESPONSABLE DU PROJET :

Santé Canada

## PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Recherche et développement  
pour la défense Canada  
Agence canadienne d'inspection  
des aliments

## AUTEURS :

D<sup>r</sup> Amin Kabani  
Laboratoire national de  
microbiologie  
Santé Canada

## Objectifs

Ce projet porte sur la mise au point d'anticorps monoclonaux protecteurs et diagnostiques pour la détection d'agents bactériens et viraux, la prophylaxie et le traitement post-exposition. Le projet est limité au départ à la mise au point d'anticorps contre les alphavirus, le virus de la fièvre aphteuse et la bactérie du charbon. Toutefois, les connaissances acquises au cours de ce projet feront progresser les initiatives de conception de vaccins contre d'autres agents susceptibles d'être utilisés dans le cadre d'attentats biologiques et contre des pathogènes infectieux touchant l'homme et l'animal en général.

En cas d'attentat terroriste, le système de santé publique doit pouvoir administrer des traitements post-exposition efficaces à des milliers, voire plusieurs centaines de milliers de personnes potentiellement exposées. Les antibiotiques que nous avons actuellement à notre disposition n'agissent que contre certains agents bactériens et doivent être administrés quelques heures après l'exposition pour être véritablement efficaces. Pour de nombreux agents viraux, seul un traitement d'appoint peut être prodigué. Plusieurs anticorps monoclonaux recombinants peuvent néanmoins conférer une protection immédiate contre des agents bactériens et viraux. L'utilisation d'anticorps comme traitement post-exposition nécessite toutefois le déploiement de méthodes rapides pour identifier correctement l'agent microbien en cause,

lesquelles font nécessairement appel à des anticorps spécifiques. Par conséquent, ce projet entend mettre au point des anticorps monoclonaux pour la détection et l'identification spécifique d'agents biologiques ainsi que pour des objectifs thérapeutiques. Outre les pathogènes humains du charbon et les alphavirus, ce projet entend également mettre au point des réactifs diagnostiques rapides pour l'identification d'un pathogène animal important, à savoir le virus de la fièvre aphteuse, qui peut avoir des conséquences économiques considérables sur le bétail canadien. Une éclosion de fièvre aphteuse au Canada nécessitera des analyses approfondies avant que le commerce international du bétail ne puisse être rétabli. Les tests validés fondés sur des anticorps monoclonaux permettront d'accélérer la reprise du secteur en cas d'épidémie.

Ce projet a donc les objectifs suivants :

- ◆ Mettre au point des traitements à base d'anticorps monoclonaux contre le bacille du charbon et les alphavirus (encéphalite équine du Venezuela, encéphalite équine occidentale et encéphalite équine de l'Est).
- ◆ Mettre au point des réactifs diagnostiques rapides fondés sur des anticorps monoclonaux pour la détection du bacille du charbon, du virus de la fièvre aphteuse et des alphavirus.

- ◆ Identifier les éléments microbiens pouvant intervenir dans la mise au point de vaccins contre différents agents biologiques (charbon, alphavirus et virus de la fièvre aphteuse).

## Progrès récents

Le travail progresse comme prévu dans toutes les six phases du projet :

### **Phase 1. Conception immunogène :**

La conception immunogène est terminée et les vaccins, préparés, pour l'immunisation des animaux en vue de produire des antisérums et des anticorps. Du travail sera réalisé pour parfaire la conception d'un meilleur immunogène au cours du projet à mesure que de nouveaux renseignements sont recueillis de la recherche.

### **Phase 2. Production d'antigènes :**

Dans le cadre d'un contrat attribué à l'Université de Toronto, Jeremy Mogridge, Ph.D., produit actuellement des toxines de charbon recombinantes. Des antigènes du virus de la fièvre aphteuse ont été produits et testés au Centre national des maladies animales exotiques (CNMAE) de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Pour ce qui est de l'aspect antigène protecteur, cette composante de la toxine de charbon a été bien exprimée par une nouvelle méthode d'ADN recombinant au laboratoire du RDDC Suffield. Le produit fait

présentement l'objet de tests pour diverses applications pratiques aux fins de diagnostics et de mise au point de vaccins.

### **Phase 3. Production d'anticorps monoclonaux d'hybridome :**

Des anticorps monoclonaux à différentes composantes de toxines de charbon, du virus de la fièvre aphteuse et de peptides synthétiques qui représentent des parties de la toxine de charbon et du virus de la fièvre aphteuse sont présentement caractérisés. Dans certains cas, les anticorps produits à base de peptides synthétiques reconnaissent la toxine de charbon ou le virus de la fièvre aphteuse naturel.

### **Phase 4. Production, construction et tests – anticorps recombinants :**

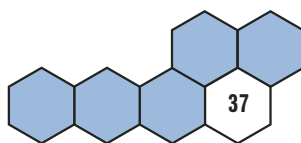
Des fragments d'anticorps à différents alphavirus ont été produits au moyen de méthodes expérimentales génétiques au laboratoire du RDDC Suffield. Ces réactifs font l'objet de tests pour d'éventuelles applications dans des épreuves diagnostiques. Le CNMAE réalise actuellement des études en laboratoire sur des méthodes pour la production d'anticorps « humanisés ».

### **Phase 5. Mise au point de tests de détection *in vitro* :**

Les trois laboratoires participants travaillent actuellement à l'élaboration de diverses épreuves enzymatiques pour la détection et l'identification de la toxine de charbon, du virus de la fièvre aphteuse et des alphavirus.

### **Phase 6. Mise au point de vaccins :**

La réponse sérologique de personnes qui ont accepté d'être immunisées au moyen d'un vaccin contre la bactérie du charbon fait présentement l'objet d'études. Les réactions immunitaires des anticorps sériques des vaches et des singes sont étudiées au Centre scientifique canadien de santé humaine et animale (CSCSHA). Des immunologistes du CSCSHA réalisent présentement une cartographie des anticorps à la toxine du charbon et au virus de la fièvre aphteuse pour déterminer ce qu'ils reconnaissent. Des sites inconnus auparavant de la toxine de charbon ont été identifiés comme candidats pour d'éventuels vaccins dans le développement de la prochaine génération de sous-unités de vaccins à peptides synthétiques.





## Enceinte d'essais avec mannequin articulé pour l'équipement et les tenues de protection du personnel chargé d'intervenir en cas de menaces chimiques et biologiques

### RESPONSABLE DU PROJET :

Directeur – Sciences et technologie (Performances humaines), Recherche et développement pour la défense Canada

### PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Directeur – Défense nucléaire, biologique et chimique et RDDC Suffield, Collège militaire royal, ministère de la Défense nationale

### PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :

Amtech Aeronautical Ltd.

### AUTEURS :

D<sup>r</sup> Scott Duncan, Chef, Groupe de la protection physique, CBDS, RDDC Suffield;

D<sup>r</sup> Alex Markov, Amtech Aeronautical Limited;

Mike Greenley, Greenley & Associates;

Ted Timmons, Greenley & Associates;

D<sup>r</sup> Eva Dickson, Département de chimie, Collège militaire royal;

Maj Pierre Caron, Directeur – Défense nucléaire, biologique et chimique, MDN;

Ken Torrance, Amtech Aeronautical Limited, tél : (403) 529-2350, courriel : ken.torrance@amtech-group.com;

Julie Tremblay-Lutter, RDDC / DSTPH 4, tél : (613) 995-7627, courriel : Julie.Tremblay@drdc-rddc.gc.ca;

D<sup>r</sup> Ken Johnson, RDDC / DSTPH, tél : (613) 992-2877.

## Objectifs

Ce projet d'accélération de la technologie de l'IRTC visera la mise au point d'une enceinte d'essais chimiques et biologiques (CB) d'envergure mondiale au centre de Recherche et développement pour la défense, de Suffield. L'enceinte, connue sous le nom d'enceinte CB<sup>plus</sup>, permettra aux premiers intervenants et au personnel militaire d'effectuer de la recherche sur des tenues de protection, et de mettre au point et d'évaluer des tenues complètes d'équipement de protection individuelle (EPI) en simulant grâce à des organismes non toxiques et des composés chimiques inoffensifs des attaques chimiques et biologiques sous forme gazeuse, liquide et d'aérosol. En outre, le gouvernement et l'industrie utiliseront cette enceinte pour explorer de nouveaux concepts et matériaux propres aux EPI.

Les systèmes à mettre à l'essai seront portés par un mannequin articulé à forme humaine, qui en imitera les mouvements. Une tête de mannequin séparée simulant les mouvements faciaux humains est également comprise aux fins d'essais des systèmes intégrés dans le couvre-chef.

L'enceinte CB<sup>plus</sup> est source de plusieurs nouveautés canadiennes dans le domaine de la recherche, de la mise au point et de l'évaluation en matière d'EPI contre les agents chimiques et biologiques, y compris :

- La capacité de procéder à ces essais à des températures variant entre 5 et 50 °C, à une humidité relative de 10 à 90 % et selon des conditions éoliennes pouvant atteindre 25 km/h.
- La capacité de mettre à l'essai des imitations de produits chimiques sous formes de vapeur, d'aérosol et de liquide.
- La capacité de mettre à l'essai des imitations de produits chimiques et biologiques dans la même enceinte.
- Un mannequin hautement évolué qui simule les mouvements du corps humain, comme marcher, courir et se pencher au niveau de la taille.
- Une tête de mannequin hautement évoluée.

L'enceinte automatisée permettra de recréer de manière précise les commandes d'émission des imitations de produits chimiques et les conditions environnementales, tandis qu'il sera possible de reproduire les mouvements faciaux de la tête du mannequin et les mouvements du corps du mannequin. La précision et la répétabilité permettront d'améliorer les capacités actuelles des essais et d'homologuer l'EPI pour les premiers intervenants et les militaires. L'utilisation de cette enceinte est particulièrement intéressante, car il sera possible de mener des études sur une plus longue période de temps (de 6 à 12 heures), en vue de l'homologation; ceci n'étant pas encore possible avec des volontaires humains.

L'enceinte donnera également aux équipes gouvernementales chargées des acquisitions les moyens de simuler différentes conditions pendant le processus d'acquisition grâce à la possibilité de confirmer les besoins en matière d'EPI, d'évaluer les différents soumissionnaires d'EPI et d'entreprendre l'essai d'acceptation finale de l'EPI. De même, les fournisseurs industriels d'EPI pourront utiliser l'enceinte à l'appui de leurs programmes de R-D internes, afin d'obtenir l'homologation du produit.

L'enceinte CB<sup>plus</sup> fait partie intégrante des efforts de collaboration dans le cadre de deux projets de l'IRTC en cours, soit le projet 00161TA, « Casque de protection contre le souffle et les agents CBRN » [Med-Eng Systems Inc., Ottawa (Ontario)], et le projet 0029RD, « Protection des premiers intervenants contre les menaces chimiques ou biologiques » [CMR, Kingston (Ontario)].

## Progrès récents

Les progrès accomplis depuis le dernier symposium de l'IRTC, en juin 2003, ont été considérables et comprennent la réalisation d'un nombre de tâches clés et le franchissement de jalons, avec succès, y compris :

- ◆ attribution du contrat de conception et de construction de l'enceinte;
- ◆ formulation des exigences en matière de mannequin, terminée;
- ◆ spécifications de l'enceinte, approuvées par RDDC;
- ◆ évaluation environnementale, terminée et approuvée par l'officier d'environnement de RDDC Suffield;

- ◆ attribution du contrat de construction du mannequin;
- ◆ conception de l'enceinte, terminée et approuvée par RDDC;
- ◆ construction du sous-système, entamée;
- ◆ construction de l'immeuble, en cours.

Parmi les réalisations techniques récentes, on peut noter :

- ◆ Une analyse computationnelle de la dynamique des fluides dans les trois dimensions du déplacement de l'air dans la section d'essai, qui a permis de montrer qu'il est possible d'obtenir un profil uniforme pour le déplacement turbulent de l'air à l'intérieur des tolérances serrées, au moyen d'un réseau de conduites qui est loin d'être idéal.
- ◆ Des essais sur des matériaux n'ayant pas fait l'objet d'essais préalables, et qui ont permis de révéler que plusieurs sont résistants et n'absorbent pas les produits chimiques simulant les armes chimiques. On pourra utiliser ces matériaux pour obtenir des concentrations de fond très basses des produits de simulation, tout particulièrement pendant l'installation et le retrait des dosimètres des produits chimiques simulants portés sous l'EPI.

Le projet suit son cours et, jusqu'à maintenant, seules des modifications mineures sont prévues au calendrier. Dans le cadre de ce projet, il faut, entre autres, fournir l'équipement, la documentation et les services suivants :

- ◆ enceinte CB<sup>plus</sup> complètement opérationnelle, en service;
- ◆ guide de l'utilisateur de l'enceinte;
- ◆ plans de recolement;
- ◆ rapport final sur le travail accompli dans le cadre du contrat;
- ◆ soutien technique à l'égard des deux projets concertés de l'IRTC.

L'enceinte CB<sup>plus</sup> sera un équipement de pointe du Canada pour la recherche, l'essai, l'évaluation et l'homologation d'EPI contre les agents chimiques et biologiques à l'intention des premiers intervenants et des militaires. Enfin, cette enceinte permettra d'assurer une meilleure protection aux premiers intervenants et aux militaires contre les agents chimiques et biologiques, réduisant ainsi le nombre de victimes en cas d'incident terroriste provoqué par l'utilisation d'armes chimiques et biologiques.

**RESPONSABLE DU PROJET :**

McFadden Technologies

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**

Santé Canada, GRC

**AUTEUR :**D<sup>r</sup> Robert McFadden

## Progrès récents

Les technologies opérationnelles du projet IRTC-0105TA, *Réseau mobile de surveillance en temps réel du rayonnement*, forment la base d'une architecture ouverte pour un réseau de capteurs de rayonnement gamma et neutronique, mobiles et en communication bidirectionnelle en temps réel avec un serveur central, via des réseaux sans fil locaux et étendus, et via un réseau Ethernet. Le réseau accommode également les capteurs statiques « points vitaux », les capteurs aux points d'étranglement, et les capteurs chimiques et biologiques. Chaque donnée des capteurs est accompagnée des données sur la position (GPS) et l'heure. Les capteurs et leur matériel électronique connexe peuvent être transportés par une personne ou être utilisés à bord de véhicules, ce qui permet des opérations de surveillance secrète et de protection des lieux d'une manifestation publique. La transmission fiable et cohérente des données est assurée par le système. Les missions à bord de véhicules n'interfèrent pas avec les patrouilles régulières. L'architecture logicielle ouverte est compatible avec une foule de logiciels de base de données, d'interrogation, de système d'information géographique, de cartographie et d'imagerie aérienne ou satellitaire.

Le volume élevé de données produites par le réseau est transformé en informations compatibles avec les procédures relatives au signalement et à la gestion des incidents des Centres de communications et d'opérations de la GRC. Le logiciel innovateur de discernement des menaces est compatible avec l'analyse et la gestion des incidents, ainsi que la formation et la simulation en temps différé. La technologie novatrice de détection de signaux caractérise l'environnement radiologique urbain et les déviations de la situation normale.

## Objectifs

La détection précoce à faible concentration d'agents utilisés lors d'actions terroristes permettrait d'améliorer grandement la sécurité de la communauté des premiers intervenants, en permettant de contrecarrer les attaques, d'en réduire les conséquences et de gérer l'incident. Pour y arriver, on devra posséder des technologies mûres permettant de recueillir, en temps réel, de grandes quantités de données transmises par des capteurs d'agents CBRN et de les communiquer aux dirigeants d'opérations et aux décideurs sous une forme qu'ils pourront utiliser.

## Perspectives d'avenir

Nous présentons et discutons l'expérience du réseau mobile de capteurs de rayonnement lors de la patrouille de la GRC dans la région de la capitale nationale et son élargissement aux capteurs statiques ou de produits chimiques.

## RESPONSABLE DU PROJET :

Conseil national de recherches du Canada

## PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Directeur, Défense nucléaire, biologique et chimique  
Recherche et développement pour la défense Canada

## AUTEURS :

Karim Faid, Raluca Voicu, Abdi Farah, Christophe Py et Raluca Barjovanu, Institut des sciences des microstructures – CNRC;

Farid Bensebaa, Kidus Tufa et Zhao Li, Institut de technologie des procédés chimiques et de l'environnement – CNRC;

Jolanta Lagowski et Dumitru Pavel, Memorial University of Newfoundland;

Jean-François Legault, Ministère de la Défense nationale, Direction de la Défense NBC;

Carmela Jackson Lepage, Ministère de la Défense nationale, Recherche et développement pour la défense Canada – Suffield

## Objectifs

Ce projet a pour objectif principal de renforcer la capacité des premiers intervenants ou du personnel militaire de déceler la présence de composés chimiques dangereux dans l'environnement, par la mise au point de capteurs portatifs à action directe visant à assister les premiers intervenants durant leurs interventions, ainsi que durant leur formation. Grâce à l'utilisation de techniques d'empreinte novatrices permettant d'imprégner des surfaces ciblées d'éléments de reconnaissance artificielle, on pourra produire des dispositifs robustes et abordables pouvant s'adapter à une variété d'objectifs de détection et d'identification. Divers groupements fonctionnels, chimiquement et spatialement résolus, ont été imprimés sur des substrats afin de permettre la reconnaissance de molécules complémentaires.

L'empreinte moléculaire est une technique nouvelle qui repose sur l'utilisation d'éléments de reconnaissance artificielle, lesquels remplacent les éléments quelque peu fragiles (comme les enzymes, les protéines ou les anticorps) qui sont utilisés dans les capteurs classiques, dont la capacité de stockage et la stabilité opérationnelle laissent à désirer. L'empreinte moléculaire standard est un procédé au cours duquel des monomères fonctionnels s'autoassemblent autour d'une molécule gabarit, puis forment sur place des liaisons croisées entre eux. La molécule gabarit est encapsulée à l'intérieur d'une matrice

polymère tridimensionnelle stable; elle peut ensuite être extraite, ce qui crée une cavité où se fixeront les molécules qui lui sont identiques. Cette empreinte se compare à un cadenas qui n'est compatible qu'avec la bonne clé ou encore aux systèmes biologiques comme les enzymes-substrats, antigènes-anticorps et hormones-récepteurs.

La reconnaissance entre un récepteur moléculaire (hôte) et un substrat (invité), à l'intérieur d'une matrice contenant des molécules de structure apparentée, fait appel aux principes de discrimination et de liaison spécifique, et ce phénomène ne peut se produire que si les sites de liaison de l'hôte et des molécules invitées se complètent par leur taille, leur forme et leur fonction chimique. Lorsque de tels groupements sont couplés à des capteurs utilisant des techniques photoniques ou analytiques standards, les espèces ciblées peuvent alors être détectées et identifiées en temps réel. Cette technique peut en outre trouver des applications dans divers autres secteurs, comme les secteurs pharmaceutique et biotechnologique, par le contrôle des propriétés chimiques en surface.

Un protocole de recherche a été élaboré en vue de la réalisation du projet. L'Institut des sciences des microstructures (ISM) et l'Institut de technologie des procédés chimiques et de l'environnement (ITPCE) du CNRC collaborent actuellement à la mise au point des matériaux polymères qui serviront de gabarits de reconnaissance. L'ISM-CNRC a été



chargé du volet axé sur les profils chimiques et la reconnaissance moléculaire et les deux Instituts mettent à contribution leurs installations de fabrication et de caractérisation. Des études de simulation par ordinateur sont également menées à l'Université Memorial, avec la participation du ministère de la Défense nationale et de l'ISM-CNRC.

## Progrès récents

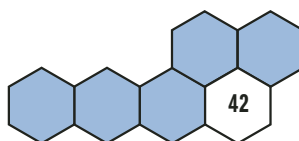
### *Système de validation pour l'empreinte moléculaire 2D*

Le système modèle, qui a été choisi pour la validation du procédé, a été mis au point et caractérisé. Des monomères et polymères multifonctionnels ont été conçus, synthétisés, caractérisés et utilisés en vue de la formation des cavités de reconnaissance synthétiques en surface. La re-liaison sélective des molécules cibles a été réalisée et testée à l'aide des techniques standards de caractérisation de surface, comme la spectroscopie de photoélectrons XPS, la spectrométrie infrarouge par transformée de Fourier avec angle d'incidence (GA-FTIR), la microscopie à force atomique (AFM) et la microscopie par fluorescence. Une demande de brevet est en préparation et un premier manuscrit a été présenté pour publication.

**Le principal atout de cette technique est l'intégration de sous-systèmes de détection et de reconnaissance sur une puce. L'intégration sur une puce d'éléments de reconnaissance chimique et/ou biologique ainsi que d'un système d'analyse (comme système micro-photonique) permettra de concevoir des capteurs en temps réel solides, compacts et autonomes. La mise au point des différents matériaux et procédés se poursuivra afin de rendre possible la détection et la reconnaissance spécifique et sélective des molécules cibles non marquées. On entreprendra aussi la conception et la mise en oeuvre d'un système analytique capable de détecter la re-liaison de molécules non marquées. Enfin, on mettra sur pied une bibliothèque virtuelle d'interactions hôte-invité à laquelle participeront de vrais agents.**

## Perspectives d'avenir

Ce projet aura pour principal résultat de fournir des technologies habilitantes utiles à la prévention, à la surveillance et à l'alerte. De plus, la disponibilité de ce type de capteurs et d'appareils de détection en temps réel aura un effet direct sur la confiance du public en donnant la preuve que les menaces potentielles peuvent être gérées avec efficacité, mais aussi prévenues grâce au déploiement de techniques de détection de pointe. La phase de validation de ce projet se terminera en décembre 2005.



**RESPONSABLE DU PROJET :**

R&amp;D pour la défense Canada

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**

Ministère de la Défense nationale

**PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :**

UGM Engineering Ltd.

**AUTEUR :**

Maj. Don Van Loon

## Objectifs

Depuis le début des années 90, les armées de plusieurs pays, dont le Canada, utilisent un auto-injecteur contenant l'antidote HI-6 pour le traitement immédiat d'une exposition à un agent chimique neurotoxique. HI-6 a été choisi principalement parce qu'il présente une efficacité supérieure contre un éventail plus large d'agents neurotoxiques. Voici quelques-unes des lacunes dans le système actuel : absence d'une source commerciale d'approvisionnement en HI-6 satisfaisant aux BPF, système d'auto-injecteurs multiples qui est encombrant, absence de HI-6 administrable par voie parentérale et données incomplètes pour étayer une demande d'homologation.

Le projet vise à mettre au point un système d'antidote contre les agents neurotoxiques comprenant un injecteur 3 en 1 et un flacon de HI-6 pour administration parentérale. L'auto-injecteur contiendra un oxime (HI-6), un anticholinergique (atropine) et un anticonvulsivant (avizafone). Des études précliniques appuieront la préparation de demandes d'essais cliniques présentées à Santé Canada. À l'échelle fédérale, des partenariats ont été établis avec le BPIEPC et l'ancien ministère du Solliciteur général, maintenant intégré dans le portefeuille Sécurité publique et Protection civile Canada, et avec Santé Canada. De plus, le projet vise à établir une collaboration avec des partenaires connexes dans le domaine de la défense.

Voici les objectifs du projet :

- ◆ Mettre au point une voie optimisée de synthèse du diméthanésulfonate (DMS) de HI-6 pouvant être produit à l'échelle industrielle;
- ◆ Produire une quantité de DMS de HI-6 satisfaisant aux BPF et accompagnée d'une Fiche maîtresse de drogue;
- ◆ Déterminer ou mettre au point une voie optimisée de synthèse de l'avizafone pouvant se prêter à une utilisation industrielle;
- ◆ Produire une quantité d'avizafone satisfaisant aux BPF et accompagnée d'une Fiche maîtresse de drogue;
- ◆ Choisir ou mettre au point un auto-injecteur capable de satisfaire aux exigences d'un auto-injecteur 3 en 1 conformément aux spécifications convenues;
- ◆ Effectuer des activités de formulation pour appuyer chaque produit pharmaceutique;
- ◆ Effectuer les études précliniques nécessaires;
- ◆ Préparer une demande d'essais cliniques dans le format Common Technical Document.

Les étapes et échéances suivantes sont prévues :

- ◆ Substance pharmaceutique HI-6 – nouvelle voie de synthèse : troisième trim. 2004
- ◆ Production à petite échelle de HI-6 : premier trim. 2005

- ◆ Substance pharmaceutique Avizafone : troisième trim. 2005
- ◆ Produit à administration parentérale HI-6 : quatrième trim. 2005
- ◆ Produit 3 en 1 : quatrième trim. 2006
- ◆ Essais non cliniques terminés : quatrième trim. 2007
- ◆ Demande d'essais cliniques : deuxième trim. 2008

## Progrès récents

### Documentation de base sur le projet

Un document de base sur le projet a été rédigé. On y définit et justifie toutes les tâches et les produits à livrer pour le projet et inclut un graphique de Gantt comprenant les dates de début et de fin prévues. Une estimation des coûts a été établie pour chaque tâche, appuyée par les soumissions des fournisseurs.

### Substances pharmaceutiques

- ◆ Progrès concernant le HI-6
  - L'équipe de projet a découvert une méthode pour transformer à petite échelle le HI-6 auparavant disponible sous forme de dichlorure (2Cl) en sel de DMS requis. Les travaux sont en cours pour confirmer que ce processus est viable et permettra de convertir de grandes quantités de 2Cl de HI-6, si on en a besoin.
  - Parallèlement aux recherches sur le processus de conversion, on identifiera une nouvelle voie de synthèse pour produire le 2Cl de HI-6. Les données préliminaires sont prometteuses.
- Comme la substance pharmaceutique désirée est le sel DMS de HI-6, les recherches sont également en cours pour mettre au point une nouvelle voie directe de synthèse du DMS. On devrait obtenir des résultats au cours des trois à six prochains mois.
- ◆ Progrès relatifs à l'avizafone
  - À cause de l'absence d'information sur la production d'avizafone, l'équipe de projet a amorcé des études pour la validation de principe de la production de cette substance médicamenteuse.
  - L'étape de la validation de principe est terminée, une petite quantité d'avizafone ayant été produite. D'autres travaux de clarification doivent être effectués pour documenter une méthode complète de production et seront effectués au cours des six à neuf prochains mois.

### Auto-injecteur

- ◆ Des étudiants en conception technique ont été invités à effectuer des recherches sur de nouveaux plans d'auto-injecteur. Les renseignements obtenus seront utilisés pour déterminer les exigences et les spécifications du nouvel auto-injecteur.

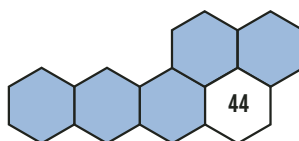
## Perspectives d'avenir

La mise au point d'une nouvelle voie de synthèse du DMS de HI-6 se poursuit. Un processus optimisé sera retenu d'ici le milieu de 2004, puis une petite quantité sera produite pour démontrer la viabilité du projet à l'échelle industrielle. La conversion de 2Cl de HI-6 en DMS sera augmentée pour atteindre le niveau de 1 kg.

Les efforts se poursuivront en vue d'identifier des partenaires additionnels. Si ces efforts se concrétisent et si la demande le justifie, le HI-6 sera produit à l'échelle industrielle.

Au nombre des produits qui devraient être livrés figurent des brevets provisoires pour les nouvelles voies de synthèse du DMS de HI-6 et la conversion du 2Cl de HI-6. On s'attend à ce qu'un kilogramme de DMS de HI-6 soit converti en une nouvelle source de 2Cl de HI-6 dérivé du BCME. En outre, l'autre voie de synthèse finale du HI-6 donnera trois lots consécutifs de DMS de HI-6 dans le cadre du processus de production de petites quantités.

À plus long terme, la formulation du produit pour le flacon et l'auto-injecteur 3 en 1 débutera, et les études précliniques seront amorcées. Tous les produits et les ensembles de données seront mis au point de façon à faciliter la présentation d'une demande finale d'homologation.



## RESPONSABLE DU PROJET :

Trent University

## PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Santé Canada, Conseil national de recherches du Canada

## PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :

MDS Sciex

## AUTEURS :

D<sup>r</sup> Vladimir Epov, Trent University,  
tél : (705) 748-1011, poste 7020,  
courriel : vepov@trentu.ca;

Prof. Douglas Evans, Trent University,  
tél : (705) 748-1010, poste 7364,  
courriel : devans@trentu.ca;

D<sup>r</sup> Jack Cornett, Santé Canada;

D<sup>r</sup> Patricia Grinberg, CNRC;

D<sup>r</sup> Chunsheng Li, Santé Canada;

D<sup>r</sup> Ralph Sturgeon, CNRC;

D<sup>r</sup> Scott Tanner, MDS Sciex;

D<sup>r</sup> Vladimir Vais, Santé Canada;

D<sup>r</sup> Scott Willie, CNRC.

## Objectifs

Le but du projet consiste à élaborer des techniques innovatrices faisant appel à la spectrométrie de masse à plasma induit par haute fréquence (SM-PIHF) pour le dosage rapide de radionucléides qui constitueraient une grave menace pour la santé à la suite d'un attentat terroriste radiologique ou nucléaire.

## Progrès récents

### Préparation rapide des échantillons

La préparation est une importante étape de l'analyse totale d'un échantillon. Nous avons examiné la combustion comme méthode rapide de décomposition de différents types d'échantillons. Nous avons comparé et optimisé le régime de température, l'atmosphère gazeuse et les dispositifs de combustion. Nous avons aussi examiné dans quelle mesure la matrice et la taille de l'échantillon influent sur la vitesse et le taux de décomposition. La digestion était la plus efficace dans le cas d'échantillons de matière végétale (c.-à-d. feuilles et herbe) décomposés dans un four à moufle alimenté avec de l'air comprimé. Une température de combustion de 400-550° C permet d'éliminer plus de 92 % de la matrice de l'échantillon. Dans le cas d'un échantillon de 1-2 g, la durée totale de combustion est de

10-15 min; de plus, on peut traiter de 10 à 20 échantillons en même temps dans un four à moufle.

### Appareillage

Il faut optimiser les conditions d'analyse pour réduire le plus possible la limite de détection et obtenir la plus grande précision possible. Nous avons comparé différents spectromètres SM-PIHF (ELAN-5000, ELAN-DRCII et ELEMENT) et différents systèmes d'introduction des échantillons (nébuliseur classique, unité de désolvatation ARIDUS et système APEX très sensible) lors du dosage de radioisotopes par SM-PIHF. Nous avons évalué diverses combinaisons spectromètre SM-PIHF – système d'introduction en utilisant différentes matrices (c.-à-d. matrice non contaminée, présence de concentrations élevées d'uranium et six types d'échantillons biologiques). Dans le cas de la matrice non contaminée, on obtenait la limite de détection la plus faible en utilisant le système APEX et un spectromètre ELEMENT-2. Dans le cas du dosage des actinides dans des échantillons présentant des concentrations élevées d'uranium et du dosage du césium radioactif en présence de Ba, c'est l'ELAN-DRCII qui était le meilleur spectromètre. L'analyse directe de six différents types d'échantillons biologiques a révélé qu'il fallait séparer les radioisotopes de la matrice. Le type de système d'introduction qu'il convient d'utiliser pour le dosage des actinides dépend de la concentration d'uranium que présente l'échantillon.



## Cellule de réaction dynamique (CRD)

Sauf quelques exceptions, on ne peut, en spectrométrie SM-PIHF classique, résoudre spectralement les interférences atomiques isobares, même en utilisant un analyseur haute résolution à double focalisation. Toutefois, on peut, grâce à une cellule de réaction quadrupolaire dont le réglage de la bande-passante dynamique permet d'éliminer les autres molécules interférentes, favoriser très efficacement dans le spectromètre de masse des réactions ion-molécule permettant de convertir spécifiquement l'un des ions isobares en un ion produit de masse différente (donc non interférente). Nous avons observé, en utilisant des isotopes stables, que la quantité de  $Ba^+$  peut être réduite de cinq ordres de grandeur par oxydation avec le  $N_2O$ , tandis que le  $Cs^+$  ne réagit pas. Il devrait alors être possible de détecter le  $^{135}Cs^+$  et le  $^{137}Cs^+$  en présence de Ba. On peut obtenir la résolution chimique des  $m/z$  238 du U et du Pu, en utilisant de l'éthylène comme gaz de réaction, ce qui, malheureusement, n'améliore guère la résolution des isobares  $m/z$  239. Toutefois, le rendement élevé de la réaction du  $U^+$  et du  $UH^+$  avec le  $CO_2$  et la non-réactivité du  $Pu^+$  permettent de doser des quantités d'isotopes du Pu inférieures à 1 ppt (1 partie par  $10^{12}$ ), en présence de concentrations d'U de sept ordres de grandeur plus élevées. Cette méthode permettrait donc de doser les actinides plus rapidement dans un plus grand nombre d'échantillons, sans exiger une séparation aussi poussée de la matrice.

## Chromatographie ionique (CI)

La chromatographie ionique est une façon très utile d'éviter les effets de matrice et certaines interférences spectrales; elle permet aussi de préconcentrer l'analyte. Nous avons utilisé le molybdophosphate

d'ammonium pour préconcentrer et séparer sélectivement le Cs. Nous avons optimisé l'acidité des échantillons et le débit d'introduction de ceux-ci dans le spectromètre. Une solution d'ammonium à 0,5 % constituait le meilleur choix pour extraire le Cs de la colonne. Nous avons utilisé un échangeur cationique, le AG50W X 8, pour séparer le Cs du Mo qui était présent en concentrations élevées, car le ArMo interfère avec les trois isotopes radioactifs du Cs lors de l'analyse par SM-PIHF. Nous avons examiné différentes résines pour chromatographie ionique pour déterminer dans quelle mesure elles permettraient de séparer les actinides de la matrice des échantillons et de les préconcentrer. La résine TRU vendue par la Eichrom Company permettait de séparer très efficacement les actinides des matrices biologiques. Nous travaillons actuellement à la mise au point d'un procédé de séparation en ligne.

## Vaporisation électrothermique (VET)

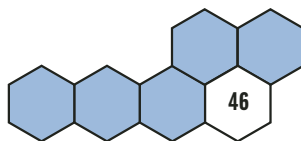
En complément à la nébulisation, nous avons utilisé la vaporisation électrothermique comme méthode d'introduction des échantillons dans le spectromètre. Grâce à ce procédé, qui exploite les différentes vitesses de volatilisation du Cs et du Mo, on peut doser directement l'analyte sans avoir à éliminer le Mo au préalable. Nous avons déterminé l'effet des conditions d'analyse et des caractéristiques de vaporisation du Cs, en présence de concentrations élevées de Mo. Il est recommandé de procéder à une oxydation à l'air pendant 30 s après l'étape de pyrolyse, pour éliminer la plus grande partie du Mo présent dans l'échantillon. Dans ces conditions, une concentration de 2500 ppm de Mo ne contribuait que l'équivalent de 26 ppt à  $m/z$  137. Par contre, sans oxydation à l'air, on observait le même effet avec une concentration de 500 ppm de Mo.

## Perspectives d'avenir

Voici les prochaines étapes du projet : (1) optimisation du nouveau dispositif de digestion rapide des échantillons; (2) mise au point de techniques de dosage applicables à d'autres actinides (c.-à-d. Am, Np, U, Th); (3) application de la vaporisation électrothermique (VET) comme méthode d'introduction des échantillons lors du dosage du Cs et du U radioactifs par spectrométrie SM-PIHF; et (4) séparation des radioisotopes très volatils (c.-à-d. I-129) par pyrolyse à haute température, avant l'introduction des échantillons dans le spectromètre SM-PIHF.

## Dosage du Pu dans les échantillons biologiques

Nous avons dopé différents échantillons biologiques avec du Pu. Nous avons ensuite procédé à la digestion rapide de ces échantillons, à la séparation, par chromatographie ionique, du Pu contenu dans la matrice résiduelle, puis au dosage du Pu à l'aide d'un spectromètre SM-PIHF ELAN-DRCII muni d'un système d'introduction APEX.



## RESPONSABLE DU PROJET :

Recherche et développement pour la défense Canada

## PARTENAIRE FÉDÉRAL :

Santé Canada

## AUTEURS :

Éric Leblanc, Centre de recherche en infectiologie, Ste-Foy, QC  
tél : (418) 654-2705,  
courriel : eric.leblanc@crchul.ulaval.ca

Doug Bader, R&D pour la défense Canada – Suffield, Medicine Hat, AB  
tél : (403) 544-4650,  
courriel : doug.bader@drdc-rddc.gc.ca

Louis Bryden, Santé Canada – Laboratoire national de microbiologie, Winnipeg, MB  
tél : (204) 789-2000,  
courriel : louis\_bryden@hc-sc.gc.ca

Michael Mulvey, Santé Canada – Laboratoire national de microbiologie, Winnipeg, MB,  
tél : (204) 789-2133,  
courriel : michael\_mulvey@hc-sc.gc.ca

Jean-Pierre Gayral, Infectio Diagnostic (IDI) Inc., Ste-Foy, QC  
tél : (418) 681-4343,  
courriel : jpgayral@infectio.com

Michel G. Bergeron, Centre de recherche en infectiologie, Ste-Foy, QC  
tél : (418) 654-2705,  
courriel : michel.g.bergeron@crchul.ulaval.ca

## Objectifs

L'identification rapide et adéquate des pathogènes bactériens est essentielle pour minimiser l'impact du bioterrorisme. Toutefois, les méthodes d'identification traditionnelles reposant sur la culture sont laborieuses et s'adaptent mal sur le terrain. Il faut donc créer des tests permettant un diagnostic rapide pour augmenter et améliorer les stratégies d'intervention biodéfensives au sein des secteurs opérationnels en vue d'applications en laboratoire et sur le terrain. Afin de répondre à ce besoin, le Centre de recherche en infectiologie (CRI) de l'Université Laval, R&D pour la défense Canada – Suffield (RDDC Suffield), Santé Canada – Laboratoire national de microbiologie (SC-LNM) et Infectio Diagnostic (IDI) Inc. contribueront à la conception, au développement et à la mise à l'essai d'épreuves biologiques rapides (<1h) de réaction en chaîne de la polymérase (PCR), reposant sur la fluorescence, en vue de la détection et de l'identification spécifique, ubiquiste et sensible des bactéries *Yersinia pestis* et *Francisella tularensis*. Les épreuves biologiques seront développées pour la plate-forme Smart Cycler™ et seront concentrées sur des séquences uniques dans les gènes chromosomiques conservés et dans les gènes de virulence associés aux pathogènes. On créera des réactifs liquides et secs et une procédure de traitement des échantillons rapide aux fins d'analyse. Les épreuves biologiques seront uniques et innovatrices sur le plan de la

conception, et elles seront exécutées directement à partir d'échantillons cliniques et environnementaux.

## Progrès récents

Plusieurs gènes chromosomiques conservés évolutionnaires et gènes de virulence ont été sélectionnés comme cibles pour la conception d'épreuves biologiques PCR multiplex. Des souches pertinentes utiles pour les essais d'ubiquité et de spécificité ont été identifiées et de fournies par des partenaires et des sources externes selon la diversité géographique et phylogénétique. L'ADN génomique requis pour générer l'information séquentielle en vue des tests et de la conception initiale a été préparé à partir de souches microbiennes sélectionnées à l'aide de méthodes qui fournissaient des préparations stériles et qui répondaient aux exigences en vue d'une utilisation subséquente (analyse séquentielle, typage moléculaire, PCR). On a produit l'information séquentielle pour plusieurs gènes chromosomiques conservés cibles (*tuf*, *atpd*, *recA*, *fus*, *hsp60*) à partir de plusieurs souches de chaque pathogène, et aussi à partir d'espèces étroitement reliées. On a aussi produit l'information séquentielle pour les gènes de virulence associés aux bactéries *Y. pestis* (*pla*, *ymt*, *caf1*) et *F. tularensis* (*fopA*, *tu14*). Cette information et l'information séquentielle existante dans la base de données

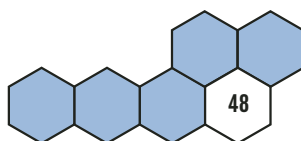
séquentielle du CRI ont été utilisées pour concevoir les amorces et sondes PCR en vue de la conception d'épreuves biologiques.

Dans le cas de la bactérie *Y. pestis*, l'analyse séquentielle de l'ADN plasmidique de plusieurs souches de *Y. pestis* a révélé des gènes cibles conservés dans les plasmides pPCPI et pMT-1. L'analyse séquentielle des fragments d'ADN chromosomique de plusieurs souches pertinentes de *Yersinia*, y compris la bactérie *Y. pseudotuberculosis* étroitement reliée, a permis l'identification d'un polymorphisme chromosomique unique *Y. pestis*. À la suite de ces travaux, on a développé un test PCR multiplex spécifique, sensible et rapide, qui tient compte des séquences cibles plasmidiques et chromosomiques de la bactérie *Y. pestis*. Dans le cas de la bactérie *F. tularensis*, un test multiplex visant les gènes cibles conservés (*tuf*) et de virulence (*fopA*) de la bactérie *F. tularensis* a été créé et mis à l'essai. Des essais multiplex ont d'abord été conçus à l'aide de protocoles PCR standard jumelés à des électrophorèses sur gel d'agarose, et chaque amplicon pouvait être distingué par sa dimension. Les essais de détection sur gel d'agarose ont ensuite été adaptés à la détection d'amplicons par fluorescence à l'aide du colorant SYBR Green I, et chaque amplicon pouvait être distingué par l'analyse des courbes de fusion produites par l'instrument Smart Cycler™. Un contrôle interne a été inclus dans les essais pour vérifier l'efficacité de chaque réaction PCR.

**Au cours de la prochaine année, des essais pour les deux organismes seront évalués à l'aide d'échantillons cliniques et environnementaux additionnés de certaines substances. Des essais seront aussi conçus pour être utilisés avec des sondes fluorescentes (à savoir la chimie Taqman). Pendant ce temps, des méthodes de préparation rapide d'échantillons feront l'objet de recherches et une évaluation des spécifications/qualifications des composantes essentielles des essais sera entreprise par notre partenaire industriel en vue de préparer le développement et la production de réactifs secs et de protocoles d'essai pour les essais avec agents toxiques réels. On entreprendra les préparatifs pour effectuer des essais avec agents toxiques réels dans les laboratoires fédéraux (phase finale de ce projet). Les**

## Perspectives d'avenir

résultats finaux du projet comprendront des essais diagnostiques rapides (<1h) reposant sur l'ADN pour les bactéries *Yersinia pestis* et *Francisella tularensis* selon les normes industrielles; la détection et l'identification des bactéries *Yersinia pestis* et *Francisella tularensis* à deux laboratoires fédéraux dans divers types d'échantillons cliniques et environnementaux à l'aide de ces épreuves biologiques; les données séquentielles spécifiques aux espèces et aux souches pour la recherche moléculaire future de ces organismes.



**RESPONSABLE DU PROJET :**

Sous-direction de l'enlèvement et de la technologie des explosifs – GRC

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**

RDDC Suffield, CMR, RDDC

**AUTEURS :**

C. Kessler  
courriel : ckessler@med-eng.com,  
J.-P. Dionne et A. Makris,  
Med-Eng Systems Inc.,  
tél : (613) 739-9646;

John Bureaux, Sous-direction de l'enlèvement et de la technologie des explosifs – GRC.

## Objectifs

Lorsque les premiers intervenants comme les techniciens en NEM se retrouvent dans une situation où il y a un risque CB, ils ne savent jamais avec certitude quel équipement utiliser. Dans le cas d'un agent potentiellement projeté par explosion, un équipement de protection CB complet, y compris un ARA ou un masque facial et une combinaison, est nécessaire. Cependant, puisque de nombreux agents CB sont volatiles, la charge explosive est habituellement faible et le niveau requis de protection contre le souffle n'est normalement pas aussi élevé que pour les dispositifs explosifs conventionnels. Toutefois, si l'on présume que le dispositif contient une forte charge explosive, l'équipement de protection contre les agents CB est inutile; il faut avoir recours à une meilleure protection contre le souffle. Par le passé, les unités de NEM devaient posséder et entretenir tout l'équipement pour les deux types de menace, et si la nature de la menace s'avérait différente de ce qui avait été déterminé à l'origine, le technicien devait changer son ensemble de protection au complet sur le terrain, ce qui lui faisait perdre un temps précieux et rendait nécessaires deux équipements de protection différents. En outre, l'équipement NEM existant contre les agents CB n'offre pas un niveau de protection adéquat contre les fragments et la force de souffle. Il a été reconnu que cela constituait un sérieux problème et c'est maintenant ce sur quoi nous nous penchons.

Le nouveau casque de protection contre le souffle et les agents CB est un système modulaire composé d'une calotte de base et de deux visières différentes et facilement interchangeables : l'une qui peut être utilisée avec un masque facial CB et l'autre avec une protection contre le souffle améliorée. Le casque est livré avec des doublures amovibles de plusieurs tailles, ce qui permet à divers utilisateurs (ayant différents tours de tête) d'utiliser la même calotte de casque, même lorsqu'ils portent un passe-montagne de protection contre les agents CB.

La section du Génie militaire procède actuellement à la dernière étape du développement du casque sous la direction de l'IRTC, un projet de 1,8 M\$. Dans le cadre de ce programme, la section du Génie militaire travaille en étroite collaboration avec les utilisateurs finaux, qui ont une vaste expérience des applications de protection contre le souffle et les agents CB de la GRC, et avec des chercheurs du CMR et de RDDC Suffield pour évaluer la performance des prototypes de casque en fonction de divers types d'agents CB et de menaces explosives. La rétroaction obtenue à la suite des essais auprès des utilisateurs a permis d'apporter plusieurs améliorations à la fonctionnalité CB. Un essai approfondi d'intégrité après le souffle et un essai de dissémination explosive d'un agent chimique fictif ont été effectués à RDDC Suffield. De plus, un essai MIST (simulation avec sujets humains), qui consiste à exposer des premiers intervenants



volontaires de la GRC à de faux agents CB, a été mené au CMR et des essais semblables seront effectués sous peu à RDDCSuffield avec des pseudo-agents biologiques.

## Progrès récents

Comme la conception initiale était achevée et que les prototypes étaient disponibles, de nombreux essais de mise au point du casque de protection contre le souffle et les agents CB ont été faits en 2003-2004.

Le principal objectif du programme consistait probablement à obtenir une meilleure protection contre les fragments que celle qu'offrait le système précédent. Des essais de résistance aux fragments, pour la calotte du casque et les deux visières, ont été effectués tout au long du processus de conception en réponse aux commentaires des utilisateurs et aux problèmes techniques. La protection contre les fragments est déterminée en conformité avec la norme MIL-STD-662F, qui exige une cote de résistance balistique V50 pour chaque composant. La cote de résistance balistique V50 précise la vitesse à laquelle 50 % des fragments sont arrêtés par le matériau. Un fragment en forme de burin d'un poids de 17 grains a été utilisé pour ces essais. Obtenir une cote de résistance balistique V50 sans que le casque devienne trop lourd a constitué tout un défi. Les spécifications actuelles sont les suivantes :

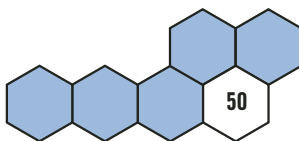
calotte, 610 m/s; zone de vision de la visière de NEM, 780 m/s; zone de non-vision, 700 m/s; visière contre les agents CB, 700 m/s. L'ancienne visière contre les agents CB (SRS-5) ne possédait une cote de résistance balistique V50 que de 250 m/s pour la visière et de 425 m/s pour la calotte.

Des essais de résistance au souffle à échelle réelle, à l'aide de mannequins appareillés vêtus de l'équipement NEM complet et soumis à des charges représentatives, ont été menés en octobre 2003 à RDDC Suffield. Grâce à un transducteur de pression à l'oreille et à des accéléromètres triaxiaux au centre de la tête des mannequins, ces essais ont démontré la diminution de la surpression et de l'accélération de la tête, qui peuvent respectivement causer des blessures au tympan et des commotions. L'exécution d'essais avec et sans protection permet de quantifier la diminution de la surpression dans l'oreille et de l'accélération de la tête attribuable au casque. Par exemple, dans le cas de l'explosion de 0,567 kg de C4 à une distance de 0,6 m, la diminution moyenne de la surpression dans l'oreille est de 98 % et la diminution moyenne de l'accélération de la tête est de 91 %.

Aussi, en octobre 2003 à RDDC Suffield, des essais de dissémination explosive ont été menés : un mannequin a été soumis à un pseudo-agent chimique projeté par explosion (salicylate de méthyle). Le mannequin, muni de dosimètres passifs adsorbants et d'indicateurs en papier coloré placés à des endroits stratégiques sur toute la

surface de la peau, portait un sous-vêtement de protection contre les agents chimiques, une combinaison NEM et un casque de protection contre le souffle et les agents CB avec une visière CB par-dessus divers ARA et systèmes de masque à gaz. Étant donné que les essais restreints dans ce genre ont été menés par le passé à l'intérieur d'une chambre munie de salles blanches pour le déshabillage et que les installations disponibles rendent obligatoires les essais extérieurs, un nouveau protocole d'essai a été élaboré pour les essais extérieurs à Suffield. Les indicateurs sur la surface de la peau n'ont montré aucune quantité détectable de contamination par liquide ou vapeur.

En novembre 2003, un essai MIST de résistance aux vapeurs chimiques a été mené au CMR à Kingston. Lors de cet essai, des dosimètres passifs adsorbants ont été posés à la surface de la peau de sujets humains (volontaires de la GRC), qui étaient vêtus de sous-vêtements rafraîchissants, de vêtements de protection contre les agents chimiques, d'une combinaison NEM, d'un ARA et d'un casque de protection contre le souffle et les agents CB muni d'une visière CB. Les sujets ont dû pratiquer plusieurs activités physiques à l'intérieur de la chambre remplie de pseudo-vapeurs chimiques. Ces activités (se pencher, lever une charge, monter, marcher) avaient pour but d'exercer un étirement et un stress sur les sceaux de tout le système d'équipement de protection personnelle afin de faire ressortir



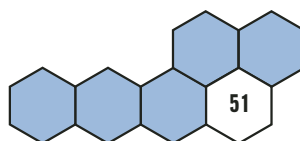
particulièrement toute interférence entre la visière et le masque facial de l'ARA ou tout mouvement pouvant causer la pénétration d'un agent.

L'importante rétroaction des utilisateurs à la suite de ces essais MIST, tout comme à la suite des autres essais auprès d'utilisateurs et essais d'ajustement qui ont eu lieu tout au long du processus de conception, a servi à rendre le casque de protection contre le souffle et les agents CB plus confortable et plus facile d'utilisation, en plus d'offrir une meilleure sécurité grâce à un meilleur ajustement.

Finalement, des essais d'impact par chute, exécutés en conformité avec les normes relatives aux casques anti-émeute, ont eu lieu en décembre 2003 et en janvier 2004 et avaient pour objectif de déterminer la meilleure conception et le meilleur choix de matériau pour le revêtement résistant aux chocs.

## Perspectives d'avenir

Il reste encore beaucoup d'essais à effectuer. Maintenant que la conception du prototype est définitive, bon nombre des essais menés au cours du développement doivent être répétés afin de déterminer les spécifications finales du casque. Une autre série d'essais de résistance au souffle est prévue pour mai 2004 à RDDC Suffield étant donné qu'il est possible que les modifications apportées à la conception depuis les derniers essais aient amélioré la résistance au souffle. Un essai MIST-vapeurs chimiques, effectué à l'aide d'un pseudo-agent biologique – plutôt que chimique – devrait théoriquement avoir lieu en septembre 2004. En outre, un large éventail d'essais sont envisagés dans le but d'assurer la fiabilité du casque de protection contre le souffle et les agents, y compris le choc thermique, la vibration, les essais cycliques, la vérification électronique et électromagnétique, l'essai d'entreposage et de transport et l'essai environnemental. Le casque de protection contre le souffle et les agents CB aura été soumis à plus d'essais que tous les autres casques de protection contre le souffle.



## Mise au point de tests de détection rapide utilisables sur le terrain et de programmes de formation vétérinaire pour les premiers intervenants afin de faire face aux menaces d'agro-terrorisme employant des pathogènes animaux

### RESPONSABLE DU PROJET :

Agence canadienne d'inspection des aliments

### PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Conseil national de recherches, Laboratoire national de microbiologie de Santé Canada

### AUTEURS :

Shane Renwick DVM MSc, directeur, Services de laboratoires en santé animale, Direction des laboratoires, Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA)

## Objectifs

Le Canada est pour l'heure épargné par les principaux pathogènes animaux transmissibles comme celui de la fièvre aphteuse et de la fièvre porcine. Cela lui a valu d'être reconnu à l'échelle internationale pour la qualité sanitaire de son bétail et lui a permis de mettre sur pied une production efficace en la matière et d'exporter chaque année pour plusieurs milliards de dollars de bétail sur pied et de produits animaux. Paradoxalement, cet excellent bilan de santé et l'absence d'immunité naturelle ou acquise qui en découle rendent le bétail canadien particulièrement vulnérable aux infections provenant de pathogènes animaux exotiques. Sans compter que les vétérinaires chargés des interventions d'urgence ont été privés de l'expérience directe de la prise en charge de ce type d'éclotions au Canada.

Une éclotion de maladie vétérinaire exotique causée par un agent agro-terroriste aurait des conséquences économiques immédiates et très graves pour le Canada. L'étendue de ces conséquences a été mise en évidence récemment lors de l'introduction « naturelle » au Canada de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) en 2003 et de la grippe aviaire hautement pathogène en 2004. De telles éclotions pourraient entraîner l'interruption immédiate des exportations canadiennes d'animaux et de produits animaux. Les conséquences économiques et sociales pourraient se comparer à celles de

la crise de la fièvre aphteuse qu'a connue la Grande-Bretagne en 2001 et qui avait occasionné des pertes économiques dépassant les 30 milliards de dollars canadiens. Si des agro-terroristes venaient à introduire une zoonose (c.-à-d. une maladie animale capable d'infecter les humains) comme la grippe aviaire ou l'infection par le virus Nipah, la santé humaine pourrait également être menacée.

Il y a bien des chances que l'agro-terrorisme sous forme de maladie vétérinaire ne se présente pas de la même façon qu'une maladie naturelle. Il pourrait se produire une éclotion simultanée multi-focale d'une maladie émergente ou exotique. La maladie pourrait se manifester par différents signes cliniques en raison d'une transmission par aérosols plutôt qu'une transmission normale d'animal à animal.

La détection précoce, l'avertissement du secteur agricole et une intervention rapide sont essentiels si l'on veut contenir et éliminer la maladie et atténuer les répercussions négatives sur la santé, l'économie et la confiance de la population. Il faudra pour ce faire être bien préparé à détecter tôt et avec précision les signes de maladie chez les animaux, différencier rapidement les maladies qui présentent des signes similaires et gérer à plus long terme les conséquences par des mesures de confinement et d'éradication. Ces efforts nécessitent le déploiement de premiers intervenants vétérinaires sur le terrain qui soient bien formés, équipés de tests de détection et

de diagnostic rapides et robustes, et capables de communiquer avec des experts scientifiques en temps réel.

## Progrès récents

Les maladies animales peuvent être diagnostiquées rapidement à l'aide de nouvelles techniques de détection des antigènes (protéines) ou de séquences de génome (ADN) propres à un pathogène donné ou, lorsque le processus morbide est enclenché, à l'aide des anticorps présents dans le sang (sérum) d'un animal en voie de rétablissement. Par exemple, la technique ELISA (dosage immunoenzymatique) peut permettre de produire des tests pouvant être lus par simple réaction colorée et être utilisés comme tests rapides sur bandelette ou tests près des enclos pour les antigènes ou les anticorps. La technique de l'amplification par la polymérase (PCR) permet de détecter des séquences d'ADN propres à certains pathogènes et peut être employée dans des unités mobiles sur le terrain. Des puces à ADN ou à protéines peuvent être mises au point pour détecter et différencier de nombreux antigènes, anticorps ou de l'ADN.

Ce projet est axé sur la mise au point de nouveaux tests diagnostiques rapides et très sensibles fondés sur des techniques clés les plus prometteuses comme tests de terrain pour les premiers intervenants vétérinaires. Ces tests seront mobiles et robustes

**Au nombre des groupes de techniques en train d'être mises au point, citons l'amplification par la polymérase en temps réel (RT-PCR) pour la fièvre porcine, la fièvre aphteuse et la grippe aviaire; les puces à ADN/protéines pour la détection de la fièvre aphteuse, de la fièvre porcine et de la grippe aviaire et des systèmes de détection rapide des antigènes/anticorps.**

**Ce dernier groupe de tests comprendra des sous-projets qui viseront à :**

- 1. Mettre au point des tests de polarisation par fluorescence (FPA), des tests ELISA sur bandelettes ou une technique de détection acoustique (Acoustic Rupture Event Scanning) pour les virus de la fièvre aphteuse, de la fièvre porcine et de la grippe aviaire;**
- 2. Différencier par ELISA multiple les animaux convalescents de ceux qui ont été vaccinés contre la fièvre aphteuse;**

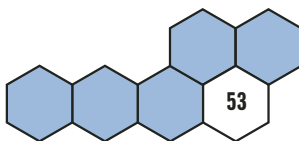
et pourront être utilisés sur le terrain. Ils fourniront rapidement des résultats précis et très fiables, faciliteront le diagnostic différentiel, permettront l'automatisation pour la manipulation d'un grand nombre d'échantillons ainsi que la collecte et la transmission électronique des données. Ces tests

## Perspectives d'avenir

- 3. Concevoir des techniques d'immuno-empreinte avec de l'or colloïdal pour un diagnostic rapide de la fièvre porcine et de la grippe aviaire;**
- 4. Mettre au point des tests sur le terrain pour la détection d'infections par le virus Nipah.**

**Chaque groupe sera dirigé par un laboratoire de l'Agence canadienne d'inspection des aliments équipé d'installations de confinement de niveau 3 ou 4 et spécialisé dans certains pathogènes animaux et techniques clés. Un groupe de formation et de communication a été créé pour étudier la transmission des données obtenues sur le terrain au laboratoire et pour former les premiers intervenants.**

serviront au diagnostic rapide de la fièvre aphteuse, de la fièvre porcine, de la grippe aviaire et des infections par le virus Nipah.





**RESPONSABLE DU PROJET :**

RDDC Ottawa

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**Santé Canada, Énergie atomique  
du Canada limitée**PARTENAIRE DE L'INDUSTRIE :**

Bubble Technology Industries Inc.

**AUTEUR :**D<sup>r</sup> Dean S. Haslip

RDDC Ottawa

3701, avenue Carling

Ottawa (Ontario) K1A 0Z4

tél : (613) 998-3231

courriel :

Dean.Haslip@drdc-rddc.gc.ca

## Objectifs

Ce projet vise la fabrication d'un prototype de détecteur de rayonnement, à distance, utilisable sur le terrain. Les détecteurs traditionnels, les radiamètres, reposent sur le principe de la « détection directe » : le rayonnement doit pénétrer dans le détecteur pour être compté, ce qui implique que le porteur du radiamètre doit d'abord pénétrer dans un champ de rayonnement pour le détecter. Ce projet vise la construction d'un appareil de « détection indirecte » qui permettra de déceler, à distance, un champ de rayonnement. Avant d'y pénétrer, on pourra discerner et caractériser les zones contaminées, ce qui permettra de distinguer celles où le rayonnement est intense ou faible et, ainsi, faciliter la planification des missions. Ce projet s'aligne donc sur la priorité d'investissement de l'IRTC « Intervention immédiate et expertise de gestion des conséquences à court terme ».

## Progrès récents

Il est très difficile de détecter le rayonnement à distance. En effet, on dispose de peu de moyens par lesquels on peut « détecter indirectement » le rayonnement. Le plus prometteur est la détection des faibles lueurs émises par les molécules d'air ionisées dans le voisinage d'une source radioactive. Heureusement, ces émissions se produisent dans des bandes de couleurs et à des intensités relatives précises, ce qui facilite leur détection relativement au « fond » lumineux intense émis par d'autres sources. En outre, puisque le spectre des émissions est spécifique, la possibilité d'erreurs d'identification occasionnées par la lumière émise par d'autres mécanismes est grandement réduite.

Plusieurs techniques permettent de capter ces émissions. Notre système utilise des miroirs spécialement conçus et des filtres optiques pour imager la scène qui nous intéresse dans plusieurs bandes de longueur d'onde simultanément. On traite ensuite ces images pour y déceler la signature de la photoluminescence due au rayonnement. Lors des tests sur le terrain, l'équipe a démontré que le prototype pouvait détecter des rayonnements alpha, bêta et gamma à des distances considérables, bien au-delà des limites des radiamètres conventionnels.

Le projet a débuté par la conception optique et mécanique du détecteur prototype utilisable sur le terrain. La conception optique du système repose sur des centaines de simulations de différents systèmes, à l'aide d'un logiciel de conception optique. La phase des acquisitions de ce projet a été considérable, notamment parce que les éléments du détecteur sont uniques et qu'ils doivent être fabriqués selon des normes rigoureuses. L'équipe de projet a procédé à des essais exhaustifs de ces pièces dès leur expédition par les différents fabricants. Hormis quelques éléments secondaires, le système est maintenant complet et l'équipe de projet a commencé ses essais de système.

**On prévoit que le projet sera terminé en mars 2005. Au cours de la dernière année d'activités, l'équipe intégrera les derniers éléments au système et procédera aux essais sur le terrain. Quelques éléments secondaires n'ont pas encore été fabriqués, ils seront réalisés pendant la première moitié de l'année en cours. Nous effectuerons beaucoup d'essais afin de déceler les problèmes de compatibilité et d'intégration des sous-systèmes. Il est certain que l'on devra apporter des modifications mineures au logiciel de saisie des données afin d'améliorer l'interface et d'accroître sa fonctionnalité. Pour finir, il sera important de découvrir les difficultés particulières de l'utilisation de cet appareil sur le terrain. Par exemple, la stabilité de l'appareil, sur le terrain ou pendant son transport, est une caractéristique importante que l'on devra établir.**

## Perspectives d'avenir

En définitive, la sensibilité du détecteur à distance et, globalement, la possibilité de la détection à distance sont les questions les plus importantes auxquelles le projet devra répondre. On ne pourra les résoudre définitivement, sans un programme d'essais sur le terrain. Un élément de ce programme sera la détermination des bruits de fond instrumentaux, sous diverses conditions sur le terrain. Cette mesure contribuera à fixer les limites de détection, mais permettra également à les réduire en déterminant des paramètres des sous-programmes d'analyse des données. Les tests sur le terrain permettront d'établir la sensibilité du détecteur sous diverses conditions et de préciser les facteurs qui la limitent.

**RESPONSABLE DU PROJET :**

RDDC Ottawa

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**Santé Canada, Énergie atomique du  
Canada limitée**PARTENAIRE DE L'INDUSTRIE :**

Bubble Technology Industries Inc.

**AUTEUR :**Dr Dean S. Haslip, RDDC Ottawa  
3701, avenue Carling  
Ottawa (Ontario) K1A 0Z4  
tél : (613) 998-3231  
courriel :  
Dean.Haslip@drdc-rddc.gc.ca.

## Objectifs

Ce projet a pour objectif la mise au point d'un indicateur de l'exposition aux rayonnements instantané, sensible et non électronique, capable de détecter la contamination radioactive, notamment par des substances émettrices de rayons alpha et bêta. On pourra appliquer cette nouvelle technologie dans les domaines de la radioprotection et de l'intervention en cas d'urgence. À titre d'exemple, on pourra se servir des pellicules détectrices à bulles pour fabriquer des bandelettes jetables, à dos adhésif que l'on pourra fixer sur la jambe d'un pantalon ou la botte d'un premier répondant. Si la bande était contaminée, après qu'un premier répondant eût pénétré dans une zone contaminée, elle produirait rapidement un avertissement visible. Les frottis sont une autre utilisation importante de ces pellicules. Habituellement, on échantillonne les surfaces possiblement contaminées par des frottis que l'on doit analyser en laboratoire. Or, la contamination de pellicules détectrices à bulles sera immédiatement perceptible, sans que l'on doive procéder à une analyse complexe. Il est donc évident que la priorité d'investissement de l'IRTC « expertise en matière de réaction immédiate et de gestion des conséquences à court terme » s'applique à ces pellicules.

## Progrès récents

Le principe des pellicules détectrices à bulles repose sur une chimie assez compliquée qu'il est nécessaire de comprendre pour juger des progrès déjà réalisés. La première partie du procédé de détection se produit dans une émulsion photographique composée de grains d'halogénure d'argent noyés dans une matrice de gélatine. Lorsque l'émulsion est soumise au rayonnement, certains ions d'argent sont convertis en argent métallique. Lorsqu'ils sont soumis à l'action du révélateur, ces grains d'argent métallique provoquent la transformation d'encore plus d'ions d'argent, ce qui équivaut à une amplification chimique de près de un milliard. Or, certains révélateurs libèrent aussi des ions hydrogènes lorsqu'ils sont oxydés. L'amplification chimique produite par la réaction entraîne un accroissement du nombre d'ions hydrogènes, ce qui augmente l'acidité et, donc, diminue le pH. L'exposition au rayonnement provoque donc une baisse du pH facilement détectable à l'aide d'une sonde électronique ou de colorants sensibles à l'acidité. Malheureusement, ce système n'est pas suffisamment sensible pour être utilisé dans le cadre de la dosimétrie des rayonnements.

L'autre partie de la pellicule détectrice à bulles est composée d'un détecteur à bulles traditionnel. Dans ce type de capteur, des gouttelettes surchauffées sont dispersées

dans un gel. Les neutrons qui interagissent avec le gel y déposent assez d'énergie dans un volume suffisamment petit pour « nucléer » les gouttelettes. Ces gouttelettes deviennent visibles en formant des bulles, et on peut ainsi évaluer la dose reçue en comptant les bulles. Normalement, cette technologie n'est pas utilisée pour les rayonnements non neutroniques, puisqu'ils ne contiennent pas assez d'énergie pour créer des bulles à partir des gouttelettes.

La pellicule détectrice à bulles combine la technologie des émulsions photographiques à celle des détecteurs à bulles. L'idée est d'imprégner le détecteur avec une émulsion et d'employer un gel dont la structure chimique est sensible au pH. Ainsi, une exposition au rayonnement provoque une baisse du pH, la matrice de gel se distend et les gouttelettes sont libérées. Cette fusion de technologies devrait apporter la sensibilité nécessaire pour la détection et le contrôle de la contamination.

Le projet a débuté par la mise au point des composantes de la pellicule détectrice à bulles. On a choisi une émulsion photographique adaptée, et identifié certains des révélateurs compatibles. En collaboration avec un groupe de l'Université d'Ottawa, l'équipe de projet a choisi et élaboré un agent réticulant dégradable en milieu acide pour la pellicule détectrice.

Les étapes subséquentes du projet ont porté sur l'intégration de ces composantes : l'équipe de projet

**La démonstration d'un prototype est un jalon important de ce projet. Toutefois, le dispositif prototype est sensible à la lumière visible et non au rayonnement ionisant. Naturellement, l'exposition de l'émulsion photographique au rayonnement ionisant devrait donner les mêmes résultats que l'exposition à la lumière, mais ceci doit encore être démontré. En outre, une des activités principales de l'année prochaine sera la caractérisation de cette technologie, notamment ses propriétés dosimétriques et sa sensibilité aux divers rayonnements ionisants.**

**Le capteur prototype issu du projet n'a pas encore été optimisé. L'optimisation sera une activité importante au cours de la prochaine année. Un système aussi complexe que les pellicules détectrices à bulles comportent plusieurs paramètres qui**

**modifient (probablement beaucoup) les caractéristiques du produit définitif. Il est donc évident que la production d'une pellicule détectrice à bulles, dont la sensibilité sera maximale et stable, exigera l'ajustement de plusieurs paramètres.**

**Naturellement, ce projet s'approche du moment auquel la production à large échelle de pellicules détectrices sera possible et souhaitable. À ce titre, on devra fournir un effort considérable pour optimiser les techniques de production afin de produire des pellicules détectrices à bulles de haute qualité et à faible coût unitaire.**

a fait la démonstration de la désagrégation du gel soumis à l'action du révélateur. Elle a également démontré la présence de formation par nucléation de bulles dans le gel (plutôt qu'une dissolution moins localisée), et a observé et quantifié l'impulsion de la pression produite par la formation de cette bulle. Début 2004, les travaux ont porté sur la micro-encapsulation des gouttelettes de colorant qui constitueront l'interface visuelle de la pellicule de détection. On a complété cette activité avec succès

et on a caractérisé les gouttelettes en fonction des paramètres de production.

Pour finir, au cours des dernières semaines, on a assemblé les composantes de la pellicule pour constituer un prototype fonctionnel, ce qui prépare la voie aux activités de la dernière année du projet dont on prévoit la conclusion en mars 2005.



**RESPONSABLE DU PROJET :**

RDDC Suffield

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**

Twinstrand Therapeutics Inc.  
(Burnaby, C.-B.), Cangene Corporation  
(Mississauga, Ontario).

**AUTEURS :**

D<sup>r</sup> John W. Cherwonogrodzky,  
ministère de la Défense nationale,  
RDDC Suffield, a/s Immeuble Stores,  
560, Base des Forces canadiennes –  
Suffield, Ralston (Alberta), Canada,  
T0J 2N0.  
tél : (403) 544-4705,  
courriel :  
John.Cherwonogrodzky@drdc-rddc.gc.ca;

D<sup>r</sup> Thor Borgford, président,  
Twinstrand Therapeutics Inc.,  
8081 Lougheed Highway,  
Burnaby (Colombie-Britannique),  
Canada, V5A 1W9.  
tél : (604) 415-7180,  
courriel : borgford@twinstrand.com;

D<sup>r</sup> Donald Stewart, directeur,  
Recherche et développement,  
Cangene Corporation,  
3403 American Drive,  
Mississauga (Ontario),  
Canada, L4V 1T4.  
tél : (905) 405-2930,  
courriel : don\_stewart@cangene.com.

## Objectifs

**Étapes et échéances**

Le projet ressemble beaucoup à une « course à relais » où 3 participants possédant une expertise différente et exceptionnelle unissent leurs efforts.

1. Le « premier coureur » est Twinstrand Therapeutics Inc. Cette société mettra au point des anatoxines défectueuses et inoffensives du ricin par génie génétique (octobre 2003) et évaluera leur antigénicité (mars 2004). La principale anatoxine sera produite en quantité dans la levure (juillet 2004), puis caractérisée (novembre 2004). L'entreprise mettra fin à sa participation après l'évaluation de l'anatoxine dans des cultures tissulaires (août 2005), chez la souris (octobre 2005) et après la présentation d'un rapport final (novembre 2005).
2. Le « deuxième coureur » est Cangene Corporation. L'anatoxine sera utilisée pour produire de l'antisérum chez des chèvres ainsi que de façon synthétique dans des cultures tissulaires. Dans le premier cas, un centre doit être choisi (animaux sans maladies depuis 5 ans) (mars 2004), les animaux doivent être immunisés/vaccinés (mars 2005) et des anticorps de qualité doivent être produits selon les BPL (août 2005). Dans le deuxième cas, les clones doivent être créés (juin 2004) et les anticorps purifiés (décembre 2004). Finalement, l'entreprise évaluera ces

2 sources d'anticorps (octobre 2005) et présentera un rapport final (novembre 2005).

3. Le « troisième coureur » est RDDC Suffield. L'approbation du Comité des soins aux animaux, des formulaires d'étude et de l'utilisation d'un agent figurant à l'Annexe 1 sera obtenue (mars 2004). Du ricin sera obtenu en quantité (juillet 2004). Des études de la sensibilité chez les animaux et des analyses seront mises au point pour le ricin (décembre 2004). L'efficacité des anticorps comme agents protecteurs/thérapeutiques sera évaluée (juin 2005). Enfin, on comparera l'efficacité des anticorps en cas d'exposition par différentes voies (p. ex. aérosols), on définira les points forts et les limites et on présentera un rapport final (novembre 2005).

**Pertinence**

Le ricin est une toxine que l'on retrouve dans les graines de ricin et qui représente environ de 1 à 3 % du poids de la graine. Bien que la dose létale pour un humain est d'à peine quelques milligrammes, la production de graines de ricin dépasse un million de tonnes par année. Compte tenu de sa toxicité et de sa disponibilité, le ricin est considéré comme une arme probable pour les attaques terroristes. En effet, il y a eu des cas récents au R.-U, en France et aux É.-U. (p. ex. la lettre contenant du ricin envoyée au Sénat). Il n'existe aucune contremesure médicale contre le ricin, et les effets toxiques de cette substance entraînent la mort en

quelques jours. Le projet financé par l'IRTC permettra de produire des anticorps à des fins de protection/traitement, à l'exemple des trousseaux d'antisérums contre les venins de serpents utilisés à des fins thérapeutiques.

## Progrès récents

Il s'agit d'un nouveau projet de l'IRTC. L'approbation de la Charte a été reçue en août 2003, l'approbation du contrat avec Twinstrand Therapeutics Inc. a été obtenue en octobre 2003 et pour Cangene Corporation, en février 2004. Même s'il a démarré récemment, ce projet respecte l'échéancier et le budget. Voici quelques-unes de ses réalisations :

- ◆ Twinstrand Therapeutics Inc. a mis au point les clones de l'anatoxine et a commencé des essais pilotes de la principale anatoxine en prévision d'une production à grande échelle.
- ◆ Cangene Corporation a construit une banque de protéines aléatoire à la surface de bactériophages et en a isolé quelques-unes qui expriment des groupes analogues au ricin.
- ◆ RDDC Suffield dispose maintenant d'un protocole d'un comité de soins des animaux (JC-03-01) et d'un formulaire d'approbation d'étude (04-003). Un formulaire pour l'utilisation d'un agent figurant à l'Annexe 1 a été soumis et devrait être approuvé prochainement.

À la suite de l'incident de la lettre contenant du ricin au Sénat américain, un article non sollicité a été diffusé par MSNBC. On peut avoir accès à cet article à l'adresse « <http://www.msnbc.msn.com/id/4153753> ».

### Activités prévues et prochaines étapes

Les activités et étapes, comme nous l'avons noté dans la section précédente, respectent l'échéancier. Bref, Twinstrand Therapeutics Inc. produira de l'anatoxine du ricin en quantité et la caractérisera. Cangene Corporation produira des anticorps à partir de cette anatoxine, chez des animaux (antisérums polyclonaux) de même que dans des cultures tissulaires (anticorps monoclonal humanisé de souris), et les caractérisera pour en évaluer la qualité. RDDC Suffield évaluera ces anticorps pour déterminer leur effet protecteur/thérapeutique contre l'intoxication au ricin (par différentes voies) dans le modèle murin. Tous les participants consigneront leurs résultats dans un rapport final.

### Produits finals, livrables

Le produit final ressemblera au traitement reconnu à base d'antisérums de venin de serpent. De petites bouteilles d'anticorps seront produites pour traiter les cibles civiles ou militaires ou les premiers intervenants exposés à des quantités létales de ricin. Une notice décrira l'utilisation, les limites et l'évaluation.

Les produits à livrer seront des rapports finals à soumettre par tous les participants. En outre, le produit devrait être disponible au cas où des organismes civils ou militaires voudraient se procurer des anticorps contre le ricin à titre de mesure de prévention.

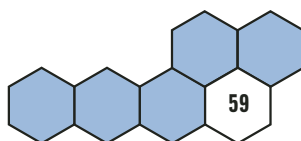
Des téléconférences mensuelles ont permis de tenir toutes les parties informées, de prendre des décisions

et de respecter l'échéancier des différentes étapes.

### Avantages « à valeur ajoutée »

Le projet de l'IRTC ne fait que débiter et il a déjà apporté des avantages imprévus.

1. Par suite de l'attaque dirigée contre le Sénat américain, la population a craint qu'un tel incident ne se reproduise. L'article de MSNBC a contribué à redonner confiance. Il a rassuré le public en indiquant qu'on prenait soin de leurs intérêts, que des mesures étaient sur le point d'être mises en place et que la sécurité était accrue.
2. On s'est rendu compte que le seul fait d'avoir à sa disposition une contremesure pourrait être un avantage sur le plan de la sécurité. L'efficacité d'une contremesure peut être liée au fait que son usage n'est pas nécessaire parce que son existence a réussi à décourager des terroristes.
3. Les premiers intervenants se disent préoccupés lorsqu'ils entrent dans une zone potentiellement contaminée tout en sachant qu'il n'existe pas de contremesures et cela les distrait de leur travail. Le seul fait d'avoir en main un traitement possible constitue un énorme avantage psychologique qui a des chances d'améliorer l'intervention en cas d'incident.



## Détection et identification directes des acides nucléiques utilisés comme armes biologiques au moyen de polymères cationiques

### RESPONSABLE DU PROJET :

Institut des matériaux industriels,  
Conseil national de recherches  
du Canada

### PARTENAIRES DU PROJET :

Institut Steacie des sciences  
moléculaires, Conseil national de  
recherches du Canada, Santé  
Canada, Université Laval, Centre  
hospitalier universitaire de Québec –  
Centre de recherche en infectiologie,  
Infectio Diagnostic Inc.

### CHAMPION DE PROJET :

D<sup>r</sup> Michel Dumoulin, IMI-CRNC  
tél : (450) 641-5181,  
courriel :  
Michel.Dumoulin@cnrc-nrc.gc.ca

### GESTIONNAIRE DE PROJET :

D<sup>re</sup> Caroline Vachon, IMI-CRNC  
tél : (450) 641-5185,  
courriel :  
Caroline.Vachon@cnrc-nrc.gc.ca

### ÉQUIPE DE PROJET :

D<sup>r</sup> Michel G. Bergeron, Centre de  
recherche en infectiologie;

D<sup>r</sup> Mario Leclerc & D<sup>r</sup> Denis  
Boudreau, Université Laval;

D<sup>r</sup> Benoît Simard, ISSM-CNRC;

D<sup>r</sup> Teodor Veres, IMI-CRNC;

D<sup>r</sup> Louis Bryden;

D<sup>r</sup> Michael Mulvey, Santé Canada;

D<sup>r</sup> Jean-Pierre Gayral, Infectio  
Diagnostic Inc.

### PRÉSENTATEUR :

À déterminer

## Objectifs

Ce projet fournira une validation de principe de la mise au point de biocapteurs d'acides nucléiques qui devraient permettre la détection et l'identification rapides des pathogènes biologiques. La technique proposée consiste en la préparation simple, le prélèvement et la préconcentration d'échantillons combinés à des transducteurs à base de polymères. Toutes les espèces de bactéries de même que les espèces de champignons pourraient sûrement être détectées à l'aide de cette approche. Toutefois, pour les besoins du projet, la séquence cible initiale proviendra d'un gène de virulence de *B. anthracis*. Cette technique permettra la détection de moins d'un millier de copies de la cible génétique. Cela représente une amélioration importante par rapport aux techniques existantes qui nécessitent une amplification de la cible (PCR). De plus, nous exploiterons la spécificité des polymères pour démontrer la capacité de la technique de distinguer un matériel cible qui diffère d'autres matériels génétiques par seulement un acide nucléique. L'étape de détection prendra moins d'une heure.

## Progrès récents

Les techniques actuelles de détection des acides nucléiques utilisés comme armes biologiques requièrent une amplification préalable, étape essentielle mais longue qui est sensible aux inhibiteurs présents dans l'échantillon et a tendance à donner des résultats faussement positifs en raison de la contamination croisée des réactifs ou des infrastructures de laboratoire. La mise au point d'appareils portatifs peu coûteux, capables de détecter et d'identifier rapidement les acides nucléiques sans amplification préalable constituera une révolution dans le domaine, et le présent projet vise incidemment à mettre au point une technologie compacte, rapide et sensible de cette nature. La technique combinera la préparation minimale d'échantillons, la capture hautement sélective des cibles et leur préconcentration, ainsi que la détection optique en temps réel au moyen de transducteurs à base de polymères cationiques, hydrosolubles.

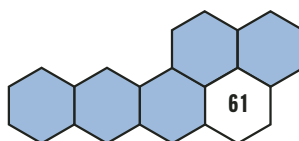
Nous avons déjà réalisé d'importants progrès dans la validation de principe prouvant que notre transducteur à base de polymères peut être utilisé pour détecter rapidement *B. anthracis*. Jusqu'à présent, nous avons pu détecter en l'espace de 30 minutes moins de 1 000 copies d'ADN isolé du virus de la grippe. Cette étape de détection a été réalisée directement en solution sans amplification

préalable par PCR. De plus, la discrimination entre l'appariement parfait et un brin d'ADN contenant un seul mésappariement est excellente.

Les prochaines étapes critiques comporteront la détection d'ADN de *B. anthracis* avec notre transducteur à base de polymères, ce qui nécessitera l'isolement et la désactivation de fragments appropriés de ce pathogène. Nous avons essayé plusieurs méthodes de purification et de fragmentation de *B. anthracis* et obtenu des fragments de différentes longueurs. Nous travaillons actuellement à l'analyse et à la sélection des fragments les plus appropriés pour la détection. Les étapes finales consisteront en la concentration de l'ADN et la détection directe par des mesures optiques.

## Perspectives d'avenir

**Ce projet d'un an devrait se terminer le 30 septembre 2004. Nous avons fait d'importants progrès en vue d'atteindre notre objectif final, qui est de fournir une validation de principe établissant que notre technique peut détecter et identifier rapidement des pathogènes. Les tâches et les étapes seront menées à bien conformément à l'échéancier. Une fois intégrée dans un appareil portable, cette technique nouvelle et simple pourrait permettre aux premiers intervenants et aux travailleurs de la santé publique de détecter et d'identifier les armes biologiques rapidement, sur place. Elle devrait également fournir des moyens d'améliorer le triage médical ainsi que des outils très performants pour la détection et la classement des événements. Enfin, cette innovation contribuera à améliorer l'efficacité du diagnostic des maladies infectieuses et des troubles génétiques.**





**RESPONSABLE DU PROJET :**

RDDC Ottawa

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**

Commission canadienne de sûreté nucléaire,  
Sécurité publique et Protection civile Canada,  
Agence des services frontaliers du Canada,  
Service canadien du renseignement de sécurité

**PARTENAIRE UNIVERSITAIRE :**

Institut universitaire de technologie de l'Ontario

**PARTENAIRE DE L'INDUSTRIE :**

Science Applications International Corporation Canada

**AUTEUR :**

D<sup>r</sup> Dean S. Haslip  
RDDC Ottawa  
3701, avenue Carling  
Ottawa (Ontario) K1A 0Z4  
tél : (613) 998-3231  
courriel :  
Dean.Haslip@drdc-rddc.gc.ca

## Objectifs

Ce projet vise la production d'une évaluation probabiliste globale des risques relatifs à tous les aspects de la construction et de l'utilisation des bombes sales, notamment l'acquisition des sources, les risques liés à l'assemblage, les mécanismes d'activation, les conséquences de cette activation et les contremesures possibles. Cette évaluation des risques sera créée à partir de l'analyse de l'arbre d'événements et l'arbre de défaillances, une méthode utilisée par l'industrie nucléaire et l'industrie du logiciel. Lorsque cela sera possible, nos partenaires de projet fourniront des données sur la sécurité des sources, la sécurité à la frontière, les tendances indiquées par les renseignements, la radioprotection, et les modalités de dissémination. En outre, le projet comportera un volet de recherche expérimentale et de modélisation qui visera à combler les lacunes dans les connaissances critiques relatives à la faisabilité de la construction et à la dispersion de la radioactivité. Ce projet tombe clairement sous la priorité d'investissement de l'IRTC « Dimensions S & T de l'évaluation des risques ».

L'accès à l'évaluation des risques (c'est-à-dire à la base de données d'évaluation des risques) sera accéléré par l'extrait de ce projet qui est un logiciel d'interaction avec la base de données. Les fonctions de ce logiciel comprendront la possibilité de faire de la recherche sur les risques possibles, à partir d'une combinaison de données que l'utilisateur saisira (p. ex. sources particulières ou autres composantes des bombes sales), et la détermination de « trous » critiques dans notre défense contre les actes de terrorisme radiologique. Cet outil donnera aussi à l'utilisateur des informations sur certaines modalités des bombes sales, notamment la nature et l'étendue d'un danger potentiel et les contremesures possibles ou les étapes de mesures correctives.

## Progrès récents

Le travail des premières phases du projet a été consacré à l'exploration de données. On a effectué des recherches relatives aux substances servant aux bombes et au transport des matières radioactives. Ces deux domaines affectent directement la disponibilité des substances radioactives. On a également fait des recherches sur les cibles possibles, notamment certains exemples de l'infrastructure dite critique.

L'équipe de projet a entrepris une collaboration avec les laboratoires nationaux Sandia des États-Unis, un centre dont l'expertise en dispersion de radionucléides est très grande. Cette collaboration sera probablement tenue sous les auspices du comité technique de la sécurité publique. Des discussions avec le personnel de Sandia ont permis de découvrir des lacunes au plan des renseignements dans le domaine de la dispersion des substances radioactives. L'équipe de projet a commencé à planifier des essais expérimentaux qui permettront de les combler.

L'exploration des données constituera le gros des prochaines activités du projet. Il existe plusieurs domaines potentiels de recherche qui n'ont pas encore été bien explorés. Ces activités se poursuivront jusqu'à tard dans l'année courante.

L'équipe de projet entreprendra l'étude des outils logiciels qui effectueront l'évaluation probabiliste des risques. Bien que plusieurs outils existent déjà, à cause de la nature extrêmement non conventionnelle du projet, on devra adopter un outil flexible. En effet, la construction d'une bombe sale générique n'est pas un projet technique aussi bien défini que celle d'un réacteur nucléaire, ce qui implique que l'on devra modifier la méthode d'évaluation probabiliste du risque pour l'ajuster à cette situation plus complexe.

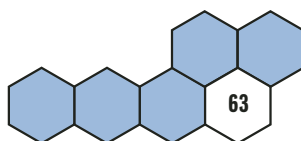
On prévoit que les travaux sur l'interface graphique de l'outil d'évaluation des risques requis par ce projet démarreront bientôt. Ces travaux permettront de mieux définir l'ampleur du projet et, donc, de dégager dans quelle direction il faudra explorer davantage les données. Cela permettra aux

## Perspectives d'avenir

communautés d'utilisateurs d'offrir des conseils relatifs aux besoins que le projet devrait combler.

Le programme expérimental du projet sera entrepris au cours de l'été 2004. Un élément important de ce projet sera la comparaison des données expérimentales recueillies par le projet avec les données obtenues par les laboratoires nationaux Sandia. Si elle obtient un bon accord entre ces deux ensembles de données, l'équipe de projet explorera les domaines encore vierges constitués par les lacunes de connaissance évoquées plus haut.

Dans une année, avec la fin des activités susmentionnées, l'équipe de projet se concentrera sur l'approvisionnement de la base de données d'évaluation des risques et la mise au point de l'outil logiciel. On prévoit que ces activités seront terminées en mars 2006.



**RESPONSABLE DU PROJET :**

Santé Canada

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**Recherche et développement pour la  
défense Canada**PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :**TDV Global Incorporated  
Réseau de laboratoires de santé  
publique canadien (RLSPC)  
TR Labs  
Université de Guelph  
Conseil des médecins hygiénistes en  
chef pour le Canada**AUTEUR :**Dr Amin Kabani, Laboratoire  
national de microbiologie,  
Centre scientifique canadien de  
santé humaine et animale,  
Santé Canada  
Salle 4180, 1015, rue Arlington  
Winnipeg (Man.) R3E 3P6  
tél : (204) 789-6090,  
télé : 204-787-4699.

## Objectifs

Le Réseau canadien d'information sur la santé publique (RCISP) vise à améliorer la capacité du système de santé canadien de réduire l'incidence des maladies humaines associées aux infections en appuyant l'échange de renseignements, les activités de surveillance et les enquêtes sur les éclosions. À cette fin, on établira un réseau pour recueillir et traiter des données de surveillance, communiquer des renseignements stratégiques, et coordonner les interventions en cas de menace biologique.

L'intégration des données de surveillance, des données épidémiologiques et des données de laboratoire dans une infrastructure qui est capable de détecter les menaces, de communiquer l'information pertinente et d'intervenir est cruciale si l'on veut être capable d'intervenir en cas de bioterrorisme et de mettre en œuvre des activités de santé publique efficaces. Il existe de nombreux groupes de spécialistes dans les domaines des maladies infectieuses et des systèmes de collecte des données au Canada, mais il n'y a pas de cadre national permettant de les intégrer rapidement. Le RCISP vise à faciliter l'intégration des renseignements pertinents sur la santé publique dans un cadre national commun pour faciliter la coordination des interventions des divers gouvernements.

La communication rapide de l'information sur la santé publique dans les provinces et à l'échelle du Canada se fait essentiellement dans le cadre des structures hermétiques suivantes : **gouvernement** (p. ex. autorités locales par rapport au gouvernement provincial et par rapport au gouvernement fédéral); **agence/ministère** (p. ex. Direction générale de la santé des Premières nations et des Inuits par rapport à la Direction générale de la santé de la population et de la santé publique; Santé Canada par rapport à l'ACIA; Santé publique par rapport à la GRC et au MDN); et **discipline** (p. ex. laboratoire par rapport au domaine de l'épidémiologie; spécialistes des maladies respiratoires par rapport aux spécialistes des maladies entériques; corps médical par rapport aux organismes d'exécution de la loi et de défense des droits de la population).

Le RCISP est un système visant à intégrer les renseignements pertinents sur la santé publique (c.-à-d. les données stratégiques ou interprétées) dans un cadre national commun pour faciliter la coordination des activités des divers ordres de gouvernement, laquelle est essentielle pour l'utilisation efficace des données afin de déterminer les risques, de réagir et de développer la capacité d'intervention.

**Le Réseau canadien d'information sur la santé publique vise les objectifs suivants :**

- ◆ améliorer la capacité canadienne de détecter les menaces biologiques, d'y réagir et d'intervenir en facilitant la communication en temps réel

### Principaux résultats visés :

- ◆ Intégrer de manière stratégique les mécanismes d'alerte et les outils d'aide à la décision des laboratoires et de la surveillance épidémiologique dans un environnement Web commun et sécurisé, de manière à créer un Centre canadien de renseignements et de surveillance des éclosions (CCRSE). Le CCRSE permettra d'assurer la communication stratégique des données de laboratoire et des données épidémiologiques pertinentes (notamment les rapports de surveillance des syndromes, de la salubrité des aliments, des maladies à l'échelle internationale, et d'autres données de surveillance nationales pertinentes) dans un environnement Web sécurisé. Le CCRSE entrera d'abord dans le système les principales données de surveillance biologique et épidémiologique (p. ex. les données de PulseNet Canada, du Programme national de surveillance des maladies entériques, des projets pilotes de surveillance syndromique, etc.).
- ◆ Améliorer les principaux outils d'analyse (p. ex. la modélisation des maladies infectieuses, le SIG,

les outils de soutien pour la simulation et la prise de décision) afin de produire des renseignements au moyen de l'analyse des données de laboratoire et des données de surveillance épidémiologique. Les outils d'analyse seront principalement des outils localisés, très précis (p. ex. des arbres de décision, des protocoles, des aides à la décision automatisées en cas d'alerte, etc.), ainsi que des aides à la décision et des exercices de simulation plus généraux aux fins de l'évaluation de l'expertise et de la capacité d'intervention (p. ex. simulation d'une éclosion pour vérifier si les ressources sont prêtes). Les outils d'analyse seront mis à la disponibilité des intervenants locaux, provinciaux et nationaux.

- ◆ Coordonner et faciliter les interventions au niveau national grâce à la création d'un centre d'intervention et opérationnel efficace. L'infrastructure du centre opérationnel permettra la collecte et l'intégration en temps réel de données, la gestion et la manipulation des données, l'organisation et la divulgation des renseignements, la connaissance de la situation,

la mise en oeuvre d'une intervention préalablement planifiée, la prise de décision, l'intégration des compétences organiques et externes, le commandement et le contrôle, ainsi que les communications. Ce centre facilitera la coordination des interventions des autres autorités qui interviennent dans les situations d'urgence (p. ex. le MDN, la GRC, etc.).

- ◆ Assurer aux intervenants en santé publique et aux premiers intervenants l'accès à des ressources spécialisées, y compris des outils aux utilisateurs (forums de discussion, diffusion Web, gestion des connaissances), des ressources et des programmes de formation, le renforcement des capacités dans le domaine de la bioinformatique et des exercices de simulation et de mise en situation.

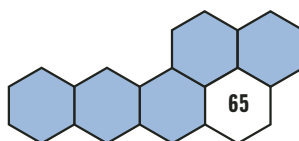
des données de laboratoire et des données épidémiologiques nationales intégrées et en soutenant l'expertise et la capacité d'intervention;

- ◆ maintenir et respecter les champs de compétence actuels tout en exploitant les ressources et l'infrastructure

canadiennes existantes de manières innovatrices dans l'intérêt de l'ensemble des intervenants;

- ◆ élaborer une architecture des TI innovatrice avec nos partenaires et les intervenants pour améliorer l'infrastructure de santé publique actuelle afin

de faciliter la collaboration et l'échange des données entre les différents ordres de gouvernement.





**RESPONSABLE DU PROJET :**

Énergie atomique du Canada limitée,  
Laboratoires de Chalk River

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**

Environnement Canada, Santé  
Canada

**AUTEUR :**

D<sup>r</sup> Phil Davis

## Objectifs

Les substances CBRN rejetées dans l'atmosphère lors d'activités terroristes formeront un panache en suspension, sujet à des mouvements d'advection et de dispersion, sous l'influence des vents ambiants et des champs de turbulence. Une grande proportion de ces matières se déposera sur le sol, particulièrement en cas de précipitations pendant ou après le rejet. Les matières qui se déposent sur des régions urbaines ou agricoles auront des incidences sur la santé et l'économie longtemps après le passage du panache primaire. Dans un tel cas, une intervention appropriée exige les meilleures prévisions possibles sur les lieux et le moment de la déposition, le plus rapidement possible après le rejet des substances. Ces renseignements seront cruciaux pour les décideurs. Ils les utiliseront pour évaluer les besoins en matière d'évacuation des populations, déterminer les itinéraires d'évacuation, mettre en œuvre des mesures de protection, déployer des équipes d'intervention et planifier des activités de nettoyage. Toutes ces activités visent à minimiser les effets sur la santé et à retourner les terres à un état d'utilisation acceptable.

Le but de ce projet est de fournir, en temps réel, aux premiers intervenants et aux décideurs, des prévisions fiables sur le moment, l'emplacement et le volume de la déposition des matières CBRN. Pour atteindre ce but, un modèle informatique perfectionné est requis

pour aborder les quatre problèmes suivants : prévision de la trajectoire et de la concentration des matières CBRN dans l'air; prévision de l'emplacement, de la durée et de l'intensité des précipitations; calcul de la quantité de matières qui étaient en suspension dans l'air et qui se seront déposées au sol pendant la pluie ou la neige; calcul des dépositions en l'absence de précipitations. Le projet permet d'élaborer un tel modèle en améliorant les programmes (CANERM et MLCD) utilisés actuellement au Canada pour traiter les situations d'urgence.

Les prévisions de précipitations à court terme (prévisions pour l'immédiat) nécessaires aux modèles proviennent des données des réseaux de radar météo, lesquels fournissent les meilleures estimations de la pluie sur de grandes surfaces pour les six prochaines heures. On prévoit les précipitations à court terme grâce à un algorithme de poursuite qui évalue le champ de mouvement des tempêtes à partir de l'évolution des précipitations récentes et, à l'aide de ce champ de mouvement, prédit le déplacement de la configuration de précipitation. Dans le passé, la portée utile des radars (environ 200 km) limitait le temps de prédiction. L'accès aux données brutes des radars météo répartis en Amérique du Nord, constituées par les observations depuis plusieurs sites au Canada et aux États-Unis, permettra de réduire le temps de prédiction. Ainsi, on peut obtenir en temps réel des images radar composites du Centre météorologique canadien. On effectue, à l'heure actuelle, des vérifications d'assurance et de

contrôle de la qualité des données. Les problèmes d'échos du sol dans les données canadiennes sont en voie d'être résolus. On travaille à améliorer la qualité des images radar composites, afin d'en améliorer la résolution et le pas de temps (actuellement 12 kilomètres et 20 minutes) dans les algorithmes de prévision à très courte échéance, en plus d'étudier les capacités de ce type de prévision.

## Progrès récents

La prochaine étape, maintenant terminée, consistait à modifier le modèle MLCD pour qu'il accepte des données sur les champs de précipitation obtenues par radar. Les tests préliminaires ont démontré le bon fonctionnement du modèle, dont l'exécution ne demande qu'une légère augmentation du temps de calcul. On procède présentement à des tests de sensibilité pour la relation entre les retombées humides et les champs de précipitation évalués par radar.

On a aussi commencé à élaborer de meilleurs modèles pour les retombées sèches et humides, lesquels remplaceront les modèles empiriques simples actuellement utilisés dans les programmes CANERM et MLCD. Les nouveaux modèles tiennent compte explicitement des processus physiques et chimiques influant sur les retombées. Le calcul des retombées sèches et humides exige certaines données de départ communes, notamment le profil vertical de concentration des substances CBRN; la distribution de la taille et de la densité des particules probablement émises lors d'un incident terroriste; la solubilité, le coefficient de diffusion et la réactivité des gaz libérés; les conditions météorologiques au moment de la

diffusion des substances. Le modèle de déposition humide requiert d'autres renseignements, notamment : l'intensité de précipitation, laquelle provient du modèle radar, et la distribution de la taille des gouttes, déterminée à partir de l'intensité de la prévision. On calcule le taux de lavage en fonction de la taille des gouttes, en tenant compte de la vitesse de chute des gouttelettes et des meilleures estimations disponibles pour l'efficacité de captage.

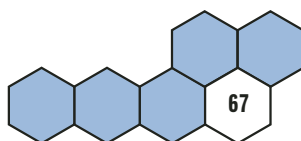
Ces deux nouveaux modèles de déposition abordent l'évolution des propriétés des substances CBRN, due aux interactions avec les aérosols normalement présents et les espèces gazeuses de l'atmosphère comme OH, HO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub>. Ces interactions pourraient se traduire par la disparition en phase gazeuse des substances dangereuses, un changement de la taille des particules ou de la réactivité des gaz. L'évaluation consolidée des risques de l'IRTC a permis de déterminer quelles substances CBRN risquent d'être émises lors d'un incident terroriste; l'analyse des propriétés fondamentales de ces substances (taille, densité, solubilité, coefficient de diffusion et réactivité des particules) est actuellement en cours. Les agents biologiques (virus, bactéries) seraient probablement libérés sous la forme de particules fines et légères dont le diamètre serait inférieur à 0,1 µm. Les agents chimiques seraient probablement émis par un pulvérisateur sous la forme de gouttelettes mesurant entre 1 et 5 µm. Les isotopes radioactifs les plus probablement utilisés seraient <sup>60</sup>Co, <sup>137</sup>Cs et <sup>192</sup>Ir, la taille des particules variant selon la méthode de diffusion.

On a entamé le travail préparatoire aux études de validation qui seront réalisées plus tard dans le projet. Pendant un jour sans nuage de mai 1996, trois radars de l'Université McGill ont détecté,

## Perspectives d'avenir

**À la fin du projet, toutes ces informations seront réunies dans un système intégré qui aura été testé complètement. Le système intégré constituera un outil opérationnel de prévision de la déposition de matières CBRN sur le sol, en fonction de la distance pour différents intervalles. En cas d'incident réel, on produira des cartes illustrant les retombées qui seront distribuées aux premiers intervenants et aux décideurs afin de les aider à évaluer et à gérer l'incident.**

au-dessus de Montréal, le passage d'un panache émis par un feu chimique important à Laval. On utilisera les données recueillies par les radars pour vérifier les prédictions du modèle du mouvement, de l'étendue et de la déposition sèche par le panache. Les données donnent aussi l'occasion d'explorer l'utilisation des radars météo pour la détection de la présence de grandes particules toxiques dans l'atmosphère.



**RESPONSABLE DU PROJET :**

Santé Canada

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**Commission canadienne de  
sûreté nucléaire,  
Environnement Canada,**PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :**Bubble Technology Industries (BTI)  
General Dynamics Canada**AUTEURS :**D<sup>r</sup> Kurt UngarBureau de la radioprotection  
Santé Canada

775, rue Brookfield

Ottawa (Ontario) K1A 1C1

tél : (613) 954-6675

courriel : kurt\_ungar@hc-sc.gc.ca

## Objectifs

Il est impossible de prévoir où et quand se produiront les prochains événements ou incidents terroristes. Ce projet comble une lacune dans la capacité d'intervention en cas d'urgence du Canada, notamment grâce à son réseau de détection/surveillance CBRN haut de gamme pouvant être rapidement déployé lorsque nécessaire, opéré à distance en provenance de n'importe quel endroit. Le réseau comporte un nombre variable de capteurs couplés au réseau et ceux-ci peuvent être de différents types; le réseau peut couvrir des surfaces variables. Ces capteurs permettront de recueillir des données quantitatives détaillées qui seront utilisées dans l'évaluation de l'intervention en cas d'urgence et dans le suivi à long terme. La clé de cette conception est la souplesse inhérente à la technologie moderne : la souplesse dans les communications, dans la manipulation des données et dans la conception des capteurs. Les produits livrables dans le cadre du présent contrat sont une série de capteurs CBRN, un noeud de communication et tous les logiciels nécessaires pour la réception et le contrôle des données de capteurs, de noeud et des données éloignées. L'architecture logicielle a été conçue pour offrir un maximum de flexibilité en vue de permettre l'augmentation et l'intégration éventuelle du système avec les autres systèmes de réponse.

Le présent projet traite de la priorité d'investissement de l'IRTC « Expertise en matière de réaction immédiate et de gestion des conséquences à court terme » en tant qu'objectif principal. En raison de sa flexibilité de déploiement et de ses données de sortie évoluées, le projet aura aussi une incidence sur les priorités suivantes : « Expertise concertée de commandement, de contrôle, de communications, de coordination et d'information pour la planification et l'intervention CBRN », « Expertise en matière de prévention, de surveillance et d'alerte » et « Questions liées à la gestion des conséquences à long terme ».

Santé Canada est le principal partenaire fédéral pour ce projet. Bubble Technology Industries fournira des moniteurs de rayonnement spéciaux, reliera tous les capteurs à un noeud de communication et mettra au point le logiciel qui contrôlera le réseau et fournira des données brutes et des renseignements importants à l'utilisateur final. General Dynamics fournira le capteur biologique. Tous les partenaires fédéraux fourniront un soutien technique dans le développement du système et la mise à l'essai du réseau lorsqu'il sera terminé.

La fin de ce projet est prévue pour février 2006. Tout le matériel et les logiciels seront terminés au cours de l'année 2004 et l'intégration au système et sa mise à l'essai seront terminés pour novembre 2005. Un plan de commercialisation sera livré en septembre 2005.

## Progrès récents

Depuis novembre 2003, on a exécuté un rapport de revue des besoins en matériel et en logiciel de concert avec les partenaires du projet. La conception de réseau qui en résulte permet le déploiement de l'un des nombreux modules autonomes, chacun étant configuré de manière à répondre aux besoins du scénario d'urgence. Chaque module comprend un noeud et une série connexe de détecteurs. Le noeud agit comme concentrateur de communication entre la série de capteurs et un centre de contrôle éloigné. Chaque capteur comporte un système mondial de localisation (GPS) et une intelligence de bord qui présente l'emplacement, les données assimilées et les données brutes sur demande au noeud. Le GPS de bord facilite le déploiement statique ou mobile des capteurs. La communication entre le noeud et ses capteurs se fait sans fil, suivant une modalité adaptée à l'étendue spatiale du réseau. La communication entre le noeud et le centre de contrôle peut se faire par satellite, par téléphone cellulaire ou par ligne terrestre, suivant le cas. La transmission et la réception des données se font par la technologie Internet; l'architecture logicielle et les formats de données sont conçus pour en faciliter l'intégration avec les systèmes de réponse existants ou prévus, comme le système ARGOS qui est présentement mis en application dans le cadre d'un autre projet de l'IRTC.

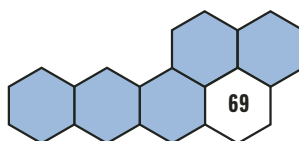
Le capteur chimique consistera en une unité commerciale reliée adéquatement qui détectera les agents de guerre chimique et les produits chimiques industriels toxiques. Le capteur d'agents biologiques consistera en un système portable de dernier cri qui détectera les quatre simulants de

biotoxine standard et les détecteurs de rayonnement sont des unités de conception spéciale. Le détecteur gamma utilisera des circuits perfectionnés permettant de procéder à l'analyse spectrale dans des milieux à haut niveau de rayonnement, d'effectuer des calculs de dose et de débit de dose, d'identifier les isotopes, et d'effectuer des analyses de scénarios en cas de rejet de produits de fission complexes. Le système de contrôle de la qualité de l'air portatif et compact comporte des filtres automatiques ou actionnés à distance et permet d'effectuer l'analyse spectrale du rayonnement alpha, bêta et gamma en suspension dans l'air. En plus de ces détecteurs CBRN, d'autres capteurs couplés au réseau (y compris les capteurs météorologiques, de son, de mouvement et d'image) peuvent être intégrés pour répondre à des besoins spéciaux. On peut également ajouter des dispositifs de commande pour amorcer des actions en réponse aux stimuli reçus par les capteurs ou des commandes du centre de contrôle.

La conception et la fabrication des moniteurs de rayonnement est en cours, l'achèvement de ces deux unités étant en voie de se réaliser pendant l'année courante. Le moniteur biologique sera le système 4WARN Sentry, qui sera également livré pendant l'année en cours. On a identifié deux moniteurs chimiques commerciaux possibles, la sélection finale sera effectuée en fonction des exigences de sensibilité et du rendement de l'instrument.

## Perspectives d'avenir

**Lorsque les capteurs CBRN seront prêts, il seront en interface avec un nœud de communication et le fonctionnement des capteurs et du nœud sera validé. De plus, le logiciel global pour le réseau sera mis au point pour permettre l'intégration sans interruption des capteurs, de l'analyse des données et de la transmission des données à un centre de contrôle à distance. Une attention spéciale sera accordée aux formats des données pour permettre l'intégration avec les réseaux au Canada, aux États-Unis et en Europe. Une fois le système intégré, les partenaires fédéraux du projet effectueront des tests de rendement sur le réseau. Une fois ce projet terminé en février 2006, le Canada pourra compter sur un réseau de capteurs puissant et déployable qui permettra une détection et une intervention rapide en cas d'urgences CBRN.**





**RESPONSABLE DU PROJET :**

RDDC Suffield

**PARTENAIRE FÉDÉRAL :**

Environnement Canada

**PARTENAIRE DE L'INDUSTRIE :**

Vanguard Response Systems Inc.

**AUTEURS :**

J. Garfield Purdon, Andrew Burczyk  
et Michele Mayer, RDDC Suffield,  
C.P. 4000, Succ. Main,  
Medicine Hat (Alberta) T1A 8K6,  
tél : (403) 544-4106,  
courriel :  
Garfield.Purdon@drdc-rddc.gc.ca

## Objectifs

L'objectif de ce projet consiste à accélérer la mise au point du système Blast Guard, rebaptisé système de confinement universel (SCU), un système de confinement–atténuation–décontamination contre les agents de guerre chimique, biologique ou radiologique (GCBR). Ce système comprend une enceinte légère, ressemblant à une tente, fabriquée en un tissu spécial; on remplit l'enceinte avec l'une des nombreuses mousses de décontamination conçues pour contenir l'explosion et les fragments, neutraliser les substances biologiques et chimiques, et éliminer les particules radioactives sur les surfaces.

Le SCU, actuellement en service au sein des équipes d'intervention en cas d'urgence CBRN nationales et régionales, peut être utilisé pour un éventail de scénarios, tels que la découverte d'un colis qui contiendrait des agents de guerre biologique, chimique ou radiologique, la contamination d'une enceinte fermée par un agent chimique ou un agent de guerre biologique connu, ou l'utilisation d'un agent de guerre CBR lors d'une attaque terroriste visant une cible précise ou lors d'un événement particulier. Les mousses de décontamination peuvent être utilisées par les premiers intervenants pour contenir, atténuer ou décontaminer des zones. Si on découvre un colis suspect, on entoure celui-ci d'une enceinte portative. L'enceinte isolera l'explosion lorsque, intentionnellement, on perturbera ou

fera détonner le colis, et la mousse piègera les agents aérosols présents tout en contenant l'effet de fragmentation. On peut appliquer directement la mousse dans une zone contaminée fermée, comme l'intérieur d'une salle ou d'un véhicule, de manière à confiner tout agent de guerre CBR et à décontaminer les lieux. Les mousses peuvent également être utilisées pour décontaminer les grandes surfaces, y compris les immeubles, l'équipement, les véhicules et le terrain dans l'éventualité d'une attaque terroriste lors d'une manifestation sportive ou politique ou lors d'un événement important.

On doit effectuer davantage de recherches sur ces mousses, afin de résoudre plusieurs questions concernant leur comportement dans les incidents de guerre CBR, y compris les effets environnementaux; leur plage de température d'utilisation; leur performance contre un éventail plus étendu d'agents différents, pour diverses surfaces; et l'élargissement des champs d'application de la technologie de décontamination afin d'évaluer ses effets à long terme et d'étudier les différentes mesures correctrices. Les renseignements obtenus lors de ces recherches seront ensuite appliqués à la conception d'un produit amélioré qui pourra être utilisé dans d'autres scénarios CBRN. Les activités de recherche sont regroupées en cinq domaines :

- ◆ Déterminer l'efficacité de la décontamination des mousses SCU lorsqu'elles sont appliquées sur des surfaces contaminées par des agents de guerre chimique typiques, en suivant les procédures d'urgence. Nous procéderons à l'analyse par chromatographie en phase gazeuse des vapeurs d'agents chimiques désorbés dans un courant d'air au-dessus d'une surface qui a été contaminée ou décontaminée, ou à l'analyse par chromatographie en phase gazeuse des agents résiduels dans une désolvation d'une surface décontaminée. Les surfaces sont représentatives des matières retrouvées dans un milieu de travail [p. ex. des surfaces poreuses, telles que la peinture alkyde ou au latex sur du placoplâtre, le bois verni, des carreaux de plafond, le tapis, le béton et l'asphalte, et des surfaces non poreuses, telles que les revêtements résistants aux agents chimiques (CARC pour Chemical Agent Resistant Coating) sur de l'acier, la peinture alkyde sur de l'acier, le verre, l'aluminium anodisé et les carreaux de vinyle]. Dans le cadre des travaux, on utilise deux agents de guerre chimique, le gaz moutarde et le soman, en suivant des procédures avec frottis et des procédures sans frottis pour simuler différentes techniques de décontamination en situation réelle. Les travaux sont effectués à RDDC Suffield, par RDDC et Vanguard Response Systems Inc. (VRS). (décembre 2005)
- ◆ Déterminer la vitesse de réaction en phase liquide, la stœchiométrie, et les produits de réaction des mousses formulées pour le SCU, avec des agents de guerre chimique classiques et potentiels (p. ex.

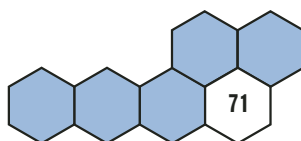
KCN, gaz moutarde, lewisite, tabun, sarin, cyclosarin, Vx, R33 et toxine T2) en utilisant des techniques d'analyse spectrale et chromatographique. On examinera également l'efficacité du SCU lors de la détoxification d'agents réels ou simulés de guerre biologique (y compris la peste, le virus de la vaccine et le charbon), après un temps de contact prédéterminé. Cette tâche sera effectuée à RDDC Suffield, par RDDC, O'Dell Engineering Ltd. et VRS. (janvier 2006)

- ◆ Examiner l'effet sur l'environnement de l'utilisation des SCU, pour établir s'il est nécessaire d'effectuer des post-traitements ou de confiner les effluents. La société Stantec Consulting, retenue par VRS, effectuera des essais de toxicité aquatique et de toxicité des sols, dont les résultats seront examinés en consultation avec Environnement Canada. (novembre 2004)
- ◆ Modifier les compositions pour que les concentrés d'agents de surfactifs soient actifs pour une plus grande diversité de conditions climatiques, plus conformes aux hivers canadiens. Les travaux seront donnés en sous-traitance par VRS à l'Université McMaster et à la Farrington Lockwood Company Ltd (FLCL). Les préparations modifiées seront évaluées à RDDC Suffield, lors d'essais sur le terrain par la GRC et RDDC. (décembre 2005)
- ◆ Examiner l'utilisation possible des SCU lors de mesures correctrices. VRS évaluera les données générées afin d'optimiser l'équipement du SCU. Cela pourrait permettre d'accroître les capacités en

matière de décontamination de masse ou de grandes surfaces. Une base de données des renseignements disponibles sur la performance contre des agents sur différentes surfaces sera élaborée et mise à la disposition de l'utilisateur final. (février 2006)

## Progrès récents

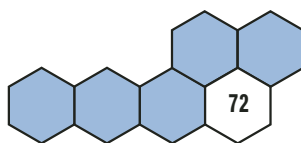
Ce projet a été entrepris le 1<sup>er</sup> août 2003. À RDDC, la majorité des appareils financés par l'IRTC a été achetée, installée et mise en service. On a effectué des études de désorption par les surfaces témoins : panneaux de métal revêtu d'alkyde, carreaux en vinyle pour sol, verre, aluminium anodisé, carreaux de plafond, bois, et des surfaces décontaminées sans frottis : bois, verre, aluminium et carreaux de plafond (le pire cas jusqu'ici). On a presque terminé l'élaboration de la méthodologie de caractérisation de solutions de réaction liquide pour le gaz moutarde (HD) et les produits connexes, au moyen de la CPL-FPD et de la CPL-MSD; cette dernière constitue une nouvelle méthode de détection et de quantification du HD et elle sera présentée lors d'une conférence internationale sur la décontamination (mai 2004). Des dispositions ont été prises pour évaluer l'efficacité des agents de guerre biologique dès la réception des préparations modifiées.



Les études sur la désorption du gaz moutarde se poursuivront pour les surfaces restantes, pour ensuite comparer l'efficacité de la décontamination avec et sans frottis. Il faudra ensuite effectuer des travaux semblables pour le soman. La caractérisation de la réaction en phase liquide du gaz moutarde est en cours et elle sera suivie d'études semblables sur les agents KCN, lewisite, tabun, sarin, soman, cyclosarin, Vx, R33 et la mycotoxine T2. On effectuera l'évaluation de l'efficacité contre la peste, le virus de la vaccine et le charbon des préparations d'origine du SCU ou modifiées, dès l'obtention des résultats de VRS sur la modification du point de gélification du surfactif. Les conclusions de l'évaluation environnementale détermineront s'il sera nécessaire d'effectuer des post-traitements additionnels sur les effluents des préparations. Un essai sur le terrain avec une préparation comprenant toutes

les modifications sera effectué dans le but de vérifier l'efficacité et l'utilité de la recette finale. Il en résultera une préparation dont les effets à long terme sur l'environnement seront minimes, qu'il sera possible d'utiliser à une température plus basse, et pour laquelle il y aura des preuves documentées d'efficacité sur une variété de surfaces civiles et militaires contre une variété d'agents de guerre chimique ou biologique. On développera des connaissances qui permettront d'évaluer la probabilité que des préparations du SCU puissent résoudre ces problèmes persistants de décontamination massive ou sur une grande surface. Les renseignements obtenus permettront d'aider les premiers intervenants à utiliser efficacement le SCU en cas d'intervention immédiate et leur permettront d'évaluer les conséquences presque en temps réel. Ces renseignements sont essentiels à la formation des

premiers intervenants sur l'utilisation du SCU. Les capacités de gestion à long terme seront examinées et on obtiendra des renseignements essentiels à partir des données sur la désorption pour différentes surfaces, sur la stabilité et la toxicité de tout produit final, les incidences environnementales et l'examen du système sur la nécessité de mesures correctives additionnelles. Le SCU est un système unique, puisqu'il recueille des preuves pouvant permettre de reconstruire et d'analyser les dispositifs, et l'on s'attend à ce que les recherches effectuées soient cruciales pour l'analyse criminelle des résidus de mousse qui permettra de déterminer la nature de tous les agents utilisés.



**RESPONSABLE DU PROJET :**

Recherche et développement  
pour la défense Canada

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**

Sécurité publique et Protection  
civile Canada,  
Gendarmerie royale du Canada

**PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :**

Bubble Technology Industries, Inc. (BTI)

**AUTEURS :**

Marc Desrosiers, D<sup>r</sup> Tom Cousins  
RDDC Ottawa, 3701 avenue Carling,  
Ottawa, Ontario, K1A 0Z4  
tél : (613) 949-2739  
courriel :  
marc.desrosiers@drdc-rddc.gc.ca,  
tom.cousins@drdc-rddc.gc.ca

## Objectifs

Le vol ou la perte de sources radioactives représentent d'importants problèmes pour la communauté du contre-terrorisme radiologique et nucléaire. Ces sources – même celles dont l'activité est modérée (quelques Ci) – sont utilisables dans les dispositifs de dispersion radiologique (DDR) susceptibles de contaminer et de paralyser physiquement les grandes infrastructures urbaines.

Dans de tels cas, le suivi et l'attribution constituent un problème, puisque la presque totalité des méthodes de détection de rayonnement conventionnelles exigent que le capteur soit à proximité de l'emplacement de la source pour qu'elle soit trouvée. Par conséquent, le simple fait de déplacer régulièrement la source permettra de déjouer les techniques existantes.

Ce projet cherche à créer, mettre à l'essai et produire un nouveau système qui aidera les autorités civiles à repérer précisément d'*anciens* emplacements de source radioactive. Selon la propriété physique immuable qui est au cœur de cette méthode, toute substance exposée à un rayonnement ionisant emprisonnera des électrons à l'état excité et métastable. La dépopulation forcée de ces états (par irradiation par laser) entraînera une émission concomitante de photons. La mesure de ces photons (à certains niveaux d'énergie distincts) constituera une preuve patente

qu'une source radioactive était à proximité de ladite substance. Ainsi, cette technique de luminescence stimulée optiquement (OSL) aidera les autorités civiles à déterminer les anciens emplacements de la source, ce qui aidera à identifier le déplacement de la source (et peut-être à en prédire le déplacement futur) et à établir juridiquement que la source était la possession d'un individu.

On a passé la première année du projet à la fabrication et à la mise à l'essai d'un système de pilote de laboratoire pour étudier la technique OSL. Cela permet d'établir l'ampleur des signaux OSL de divers matériels. Le matériel le plus révélateur fera l'objet d'une analyse et d'une identification plus poussées. On utilisera alors les connaissances recueillies pour concevoir et fabriquer un système de laboratoire amélioré, adapté essentiellement aux analyses judiciaires des OSL. Un système utilisable sur le terrain sera créé et mis à l'essai à partir de ce système laboratoire.



## Progrès récents

Au cours des premiers stades de ce travail, on s'est concentré sur l'examen du matériau le plus adapté à la technique OSL et sur une indication de leur *sensibilité*. Il est juste de dire qu'effectivement, tous les matériaux mis à l'essai jusqu'ici démontrent une certaine sensibilité à la technique OSL. La clé pour l'avancement du projet, c'est qu'on puisse identifier les matériaux qui sont à la fois courants et sensibles à la technique OSL. À plusieurs égards, l'avenir du projet repose sur le problème sempiternel d'amélioration du rapport signal sur bruit par expérimentation astucieuse.

Les matériaux courants qui ont fait ou qui font l'objet d'essais sont les suivants :

1. dosimètre thermoluminescent (DTL) comme :  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , LiF : Mg Cu P,  $\text{CaF}_2$  : Mn,  $\text{Li}^2\text{B}^4\text{O}^7$  : Mn. Tous ces matériaux sont utilisés commercialement dans les DTL, et on s'attendait clairement à ce qu'ils émettent des signaux OSL forts. Ces matériaux servent de base aux essais de l'équipement et des méthodes de traitement des signaux;
2. certains matériaux « ubiquistes » communs dont les suivants : poterie, brique, pierre de patio, roches variées, ciment, béton, céramique, dolomite (calcaire), gravier, feldspath, sable et scapolite. La plupart de ces matériaux peuvent contenir dans une certaine mesure les

matériaux  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  ou d'autres matériaux reconnus pour émettre des signaux OSL forts;

3. certains matériaux de construction communs comme les suivants : cloison sèche, carreaux de plafond, peinture, bardeau, cèdre, linoleum et plastique (p. ex., PEBD, PEHD, PTFE, etc.);
4. quelques matériaux ménagers comme les suivants : sel de table, détergent de lave-vaisselle (sec), savon pour les mains et sucre.

Le tableau 1 résume certains résultats obtenus jusqu'ici :

Matériaux	Seuil courant de signal OSL (mGy)
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,1
Sel de table	1
Feldspath	10
Sable/ciment	1000

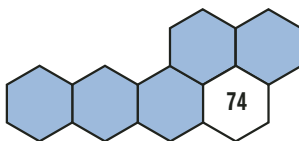
Tableau 1 : Parties de la base de données OSL courante

Une excellente base de données OSL préliminaire a donc été établie.

## Perspectives d'avenir

Avec la base de données de matériaux existante que l'on continue d'enrichir, on tentera de déterminer dans le cadre du projet l'efficacité réelle. Pour ce faire, on utilisera diverses méthodes :

1. Calculs visant à déterminer la durée pendant laquelle une source donnée doit être à proximité d'un matériau d'intérêt potentiel pour produire un signal OSL fiable;
2. vérification de ces calculs par des expériences bien pensées;
3. contribution des organismes d'enquête (SCRS et GRC) pour que le produit final soit adapté à leurs besoins;
4. essais pratiques du système OSL Forensic;
5. livraison à la force constabulaire.



## RESPONSABLE DU PROJET :

R&D pour la défense Canada

## PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

R&D pour la défense Canada (RDDC), Direction de la défense nucléaire, biologique et chimique (DDNBC)

## AUTEUR :

David Unrau,  
Greenley & Associates Inc.,  
5 Corvus Court, Ottawa, ON  
K2E 7Z4,  
tél : (613) 247-0342 x 205,  
courriel : dunrau@greenley.ca

## Objectifs

L'outil d'aide à la décision basé sur les simulations est un projet parrainé par l'Initiative de recherche et de technologie CBRN (IRTC) visant à accélérer l'intégration de techniques qui permettront à l'utilisateur d'effectuer des simulations visuelles multidimensionnelles d'intervention en cas d'incident chimique, biologique, radiologique et nucléaire (CBRN) à l'échelle d'une zone d'opération. Ces simulations tiendront compte de plusieurs éléments : la dispersion du danger avec le temps, les premiers intervenants, leurs procédures et leur équipement dans une zone géographique déterminée. L'utilisateur pourra préciser, exécuter et analyser différents scénarios possibles, notamment le nombre et le type de détecteurs, les systèmes de protection et les systèmes de décontamination dans le contexte opérationnel, de même que le nombre et le type d'unités d'intervention d'urgence et leurs procédures.

L'outil d'aide à la décision servira à la réalisation d'analyses comparatives avant l'achat, à la planification des opérations et à la formation. Tout au long du projet, les premiers intervenants de la ville d'Ottawa, l'Équipe provinciale d'intervention en cas d'urgence de l'Ontario, les directeurs des Services des incendies des Forces canadiennes, la Compagnie de défense nucléaire, biologique et chimique interarmées et d'autres groupes

seront interrogés et nous tiendrons compte de leurs commentaires dans la mise au point de l'application. Ces groupes seront également invités à évaluer l'application tout au long de son développement afin que ce projet demeure centré sur l'utilisateur final.

Les décisions relatives à l'achat, au déploiement et à l'élaboration de procédures ne doivent pas être prises en vase clos à cause de l'interdépendance des systèmes et des paliers de préparation. Le décideur doit disposer d'un outil d'aide à la décision en cas d'incidents CBRN qui lui permet de :

- ◆ Maintenir une compréhension et une appréciation du modèle de protection contre les incidents CBRN pour les différents paliers de préparation ou d'intervention.
- ◆ Élaborer des scénarios pour différentes opérations, pour lesquelles on pourra simuler, au palier tactique, différentes combinaisons pour la détection, la protection et la décontamination, et différentes procédures dans le contexte de diverses menaces environnementales et CBRN.
- ◆ Effectuer des analyses prédictives par simulation au palier tactique permettant d'évaluer les coûts et les avantages de différentes combinaisons pour la détection, la protection, la décontamination et de différentes procédures.
- ◆ Effectuer des analyses prédictives techniques, au cours desquelles on change et réé-

value, pour les mêmes scénarios tactiques, les caractéristiques de performance de différents systèmes de détection, de protection, de décontamination et de procédures.

## Progrès récents

Le projet en est actuellement à la phase de définition des besoins. Nous avons interrogé des premiers intervenants à l'échelle municipale, provinciale et fédérale afin d'obtenir leurs commentaires relatifs au projet. Nous avons élaboré des diagrammes de tâches décrivant les gestes des utilisateurs et définissant leur interaction avec l'application logicielle, qui seront validés par des utilisateurs. Nous avons commencé la mise au point technique de l'intégration des divers systèmes logiciels requis pour implanter l'outil d'aide à la décision. Des interfaces ont été mises au point pour appuyer scientifiquement les modèles de dispersion, et une capacité initiale de visualiser l'information sur la dispersion des dangers en 3D a été démontrée. Le travail technique actuel porte sur la mise au point d'un cadre de simulation permettant de simuler les dangers CBRN et les activités d'intervention. La collaboration avec les Systèmes d'information géographique (SIG) de la ville d'Ottawa a mené à la préparation d'une simulation initiale en 3D pour cette ville.

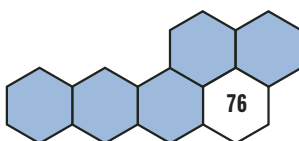
Dans un avenir prochain, les besoins de base des utilisateurs relativement au système d'aide à la décision, exprimés sous la forme de diagrammes de tâches, seront examinés et validés par les utilisateurs. Tablant sur ces acquis, la mise au point technique progressera jusqu'à l'automne 2004, moment où une version initiale du système sera mise en application et évaluée par des représentants des utilisateurs. Cette évaluation permettra de mieux cerner les exigences des utilisateurs et de raffiner la conception du système. S'inspirant des améliorations apportées à la conception, on poursuivra le développement du système final jusqu'au printemps 2005, où il sera alors examiné par des utilisateurs.

Voici quelques-uns des produits importants du projet :

- ◆ l'application logicielle d'aide à la décision,
- ◆ une base de données caractérisant les détecteurs CBRN, les vêtements de protection et l'équipement d'intervention aux fins de la simulation, et
- ◆ un cadre pour la simulation de l'intervention en cas d'incidents CBRN, mobilisant une première sélection d'équipement et de modèles d'entités.

## Perspectives d'avenir

L'application logicielle d'aide à la décision sera directement utile aux premiers intervenants à l'échelle municipale, provinciale et fédérale, en particulier ceux qui travaillent dans un Centre des opérations d'urgence et qui dispensent une formation. Dans l'avenir, cette technologie pourrait être utilisée entre autres pour appuyer les opérations et faciliter les activités de planification, d'analyse et de formation.



## RESPONSABLE DU PROJET :

Santé Canada

## PARTENAIRE FÉDÉRAL :

Agence des douanes et du revenu du Canada (ADRC)

## AUTEURS :

Ed Korpach,  
tél : (613) 952-5658,  
courriel : ed\_korpach@hc-sc.gc.ca;

Kurt Ungar,  
tél : (613) 954-6675,  
courriel : kurt\_ungar@hc-sc.gc.ca;

Grant Gallant,  
tél : (613) 941-9552,  
courriel : grant.lab.gallant@ccra-adrc.gc.ca

à haute vitesse vers plusieurs sites éloignés et de sécuriser l'accès Web aux renseignements du réseau pour les premiers intervenants et les décideurs centraux. Cette innovation offrira un appui de groupe qui favorisera le partage de l'information critique relative à la situation d'urgence entre les différents utilisateurs. Les sorties seraient liées aux systèmes d'aide à la décision pour l'agriculture, l'environnement et l'infrastructure à l'aide de cartes SIG qui permettront de coordonner les interventions municipales, provinciales et fédérales. Le système comprendra des capacités de mesure qui faciliteront la détection et l'évaluation rapides de la contamination par des radionucléides.

## Objectifs

Ce projet vise à mettre au point un système d'alarme expert complet qui traitera et évaluera les mesures continues des isotopes et des champs de rayonnement, et qui sera caractérisé par sa sensibilité élevée et son nombre peu élevé de fausses alarmes. Il permettra de classer les événements et de diffuser l'information de manière efficace, ce qui contribuera à la gestion, par la grappe de laboratoires, des incidents mettant en cause des radionucléides. Ce projet a pour but de développer des alarmes en temps réel, de déterminer la nature des isotopes ou des incidents, d'effectuer des analyses numériques automatisées très sensibles de l'ensemble du spectre, de transmettre les données et les résultats

## Progrès récents

Le système d'identification en temps réel des isotopes est terminé et il a été livré à l'ADRC. En outre, on a ajouté un producteur de messages sonores afin de faciliter l'utilisation du système par un seul opérateur. On a démontré que le système d'identification en temps réel d'isotopes fonctionnait sur des plates-formes mobiles. Le système est en cours d'essais dans deux ports. L'équipe du projet étudie l'utilisation du logiciel d'identification pour les recherches et patrouilles en hélicoptère.

## Perspectives d'avenir

On continuera à travailler à l'intégration du système d'identification d'isotopes en temps réel et du logiciel d'alarme en temps réel. On élaborera des protocoles d'alarmes plus perfectionnés et sensibles. On effectuera l'intégration de l'alarme avec une procédure d'avertissement.

Ces innovations permettront la mise au point d'un dispositif produisant des alarmes de rayonnement, mais avec un nombre peu élevé de fausses alarmes, ce qui permettra de surveiller les radionucléides et de détecter avec une sensibilité élevée des rejets exceptionnels de matières radioactives, ainsi que de détecter le déplacement inhabituel de matières radioactives. La composante informatique intégrera les alarmes aux réactions opérationnelles en cas d'incident nucléaire et signalera rapidement l'incident aux premiers intervenants et aux décideurs centraux.

L'installation du logiciel d'alarme en temps réel dans certaines stations de surveillance a été complétée. Le serveur de données peut recevoir des appels entrants et avertir visuellement l'opérateur qu'une alarme a été déclenchée.



**RESPONSABLE DU PROJET :**

Agence canadienne d'inspection  
des aliments

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**

Environnement Canada

**AUTRES PARTENAIRES :**

United States Department of  
Agriculture, Animal and Plant Health  
Inspection Service, ministère de  
l'Agriculture et de l'Alimentation  
de l'Ontario, Université de Guelph,  
Université d'État du Colorado

**AUTEUR :**

D<sup>re</sup> Caroline Dubé, 174 Stone Rd W.,  
Guelph (Ontario) N1G 4S9,  
courriel : [dubecm@inspection.gc.ca](mailto:dubecm@inspection.gc.ca)

soient efficaces, il faut avoir accès à des données de qualité sur les exploitations agricoles et sur la propagation des agents pathogènes. Des systèmes efficaces de gestion d'urgence qui emmagasinent de telles données « en temps de paix » et enregistrent des renseignements sur la progression d'une éclosion peuvent fournir les données requises pour l'établissement de modèles de simulation de maladies.

L'objectif de ce projet est d'élaborer des modèles de simulation qui permettent de prévoir et de prédire l'ampleur des éclosions, à partir de données provenant d'un système de gestion des urgences mettant en cause des maladies animales employé par le personnel de l'ACIA sur le terrain durant une éclosion de maladie animale attribuable à un acte terroriste. Ce projet d'une durée de quatre ans a débuté en juillet 2003 et se terminera en décembre 2007. Durant la première année, nous avons mis au point un modèle de simulation stochastique pour la propagation de certaines armes biologiques potentielles visant les animaux : fièvre aphteuse, fièvre porcine classique, influenza aviaire hautement pathogène et forme exotique de la maladie de Newcastle. Deux versions de ce modèle ont été élaborées. La première version a été conçue par l'USDA-APHIS et est utilisable sur des ordinateurs portatifs et de bureau. Ce modèle a été mis au point pour la première fois en 1999 et a été modifié par la suite dans le cadre du présent projet par l'USDA-APHIS et l'Université d'État du Colorado en collaboration avec tous les

partenaires du projet. La deuxième version est un modèle de superordinateur mis au point par l'Université de Guelph dans le cadre du projet grâce à la contribution de tous nos partenaires, l'USDA-APHIS fournissant le code source de son modèle.

La deuxième année du projet sera consacrée à la mise au point par Environnement Canada d'un modèle de dispersion atmosphérique visant à prédire la propagation spatiale d'armes agroterroristes visant les animaux qui peuvent être dispersées par le vent. La validation du modèle de simulation stochastique se fera également la deuxième année et comportera notamment des examens par des comités d'experts, une comparaison des données produites par le modèle avec les éclosions passées et une comparaison avec d'autres modèles existants. Au cours de la troisième et de la quatrième années, nous effectuerons des tests et mettrons en œuvre le système de gestion des urgences mettant en cause des maladies animales. Ce système comprendra une composante d'accès par ordinateur de bureau et à distance qui permettra aux inspecteurs sur le terrain d'entrer rapidement les données dans le système pendant qu'ils se trouvent dans l'exploitation agricole. Il est constitué d'un groupe central d'applications qui retrace les dossiers sur la santé animale, les données sur l'emplacement des exploitations agricoles, les dates d'inspection et les résultats de laboratoire, et il comprend une autre application spécialisée dans la gestion des urgences qui sera

## Objectifs

La libération intentionnelle d'agents très contagieux pour le bétail et la volaille pourrait avoir de graves retombées sur l'agriculture et l'économie canadiennes. Pour pouvoir bien contenir et gérer de telles éclosions, il faut disposer de stratégies adéquates d'intervention. Des modèles de simulation ont été utilisés dans le passé en médecine vétérinaire pour évaluer les stratégies optimales de lutte contre les maladies du bétail. Ces modèles permettent aux décideurs et au personnel chargé des préparatifs en cas d'urgence d'explorer des scénarios possibles et de déterminer les effets de diverses mesures de lutte, comme la vaccination, sur l'ampleur, la durée et le coût des éclosions. Pour que ces modèles

couplée au groupe central. Toutes ces applications sont essentielles pour fournir des renseignements exacts et à jour aux modèles de simulation de maladies.

L'identification, par la modélisation, de facteurs critiques dans des éclosions d'envergure en Amérique du Nord et la création d'une banque nord-américaine de scénarios hypothétiques d'éclosions accompagnés de mesures optimales de lutte pré-identifiées sont deux activités qui seront également menées à bien au cours de la troisième et de la quatrième années du projet.

Les outils élaborés dans le cadre de ce projet devraient permettre à l'Amérique du Nord d'être mieux préparée à la libération délibérée d'agents pathogènes pour les animaux, car elle disposera de meilleurs outils de préparation, de prise de décisions et de gestion des éclosions.

## Progrès récents

Les modèles de simulation stochastique ont été mis au point et programmés durant la première année du projet. L'essai comparatif des deux versions a été effectué par le biais d'une série de tests mis au point par l'Université de Guelph qui visaient à s'assurer que les deux versions comprenaient les mêmes concepts et donneraient environ les mêmes résultats si les mêmes paramètres d'entrée étaient employés. L'Université de Guelph a élaboré une approche pour la validation des modèles de maladies infectieuses qui pourrait être utilisée par d'autres concepteurs de modèles dans le monde. Ces travaux seront présentés lors de la conférence GISVET à Guelph, en Ontario, du 23 au 25 juin.

Les activités suivantes sont prévues :

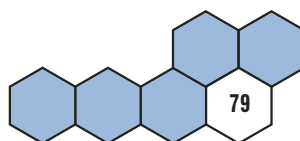
- ◆ Validation des modèles de simulation stochastique entre avril 2004 et janvier 2005;
- ◆ Mise au point de la version bêta du modèle de dispersion atmosphérique d'ici juillet 2004;
- ◆ Études de sensibilité du modèle de simulation stochastique et identification des facteurs critiques dans des éclosions d'envergure au Canada entre janvier 2005 et janvier 2006;
- ◆ Mise au point de la version finale du modèle de dispersion atmosphérique d'ici septembre 2005;
- ◆ Évaluation de divers scénarios de libération d'agents pathogènes et d'éclosion, détermination des mesures de lutte optimales et création de la banque de scénarios pour le Canada, de janvier 2006 à juin 2007;
- ◆ Implantation du groupe central d'applications du système de gestion des urgences mettant en cause des maladies animales, juillet 2006;
- ◆ Implantation de la version à distance des applications du groupe central du système de gestion des urgences mettant en cause des maladies animales, janvier 2007;
- ◆ Implantation de l'application de gestion des urgences dans le cadre du système de gestion des urgences mettant en cause des maladies animales, mai 2007;
- ◆ Mise en œuvre et installation à l'échelle nationale du système de gestion des urgences mettant en cause des maladies animales, décembre 2007.

Perspectives  
d'avenir

Un comité d'experts formé de spécialistes des maladies et de la modélisation du monde entier a été constitué. Ces experts ont convenu de se rencontrer du 14 au 18 juin 2004 pour valider les hypothèses, les méthodes et les programmes utilisés dans les modèles de simulation stochastique. L'objectif est de rehausser la crédibilité des modèles à l'échelle internationale et nationale, et d'accroître la confiance des décideurs dans les applications et les résultats obtenus à l'aide du modèle.

Une équipe nord-américaine de modélisation a été créée au sein du Comité nord-américain de la santé animale pour collaborer à l'utilisation du modèle de simulation stochastique au Canada, aux États-Unis et au Mexique. L'équipe a reçu une formation en février et en mai 2004.

Environnement Canada a terminé l'examen des divers modèles existants de dispersion atmosphérique pour les maladies animales et est en train d'inclure les paramètres biologiques pour les agents pathogènes dans ses modèles génériques de dispersion des particules.



## RESPONSABLE DU PROJET :

Environnement Canada

## PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Santé Canada, Environnement Canada, RDDC

## PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :

Science Applications International Corporation, United States Environmental Protection Agency, VLN Ottawa, Vanguard Stoney Creek et Hytec Calgary

## AUTEURS :

Merv Fingas, Environnement Canada, 335, chemin Rivière, Ottawa,  
tél : 998-9622,  
courriel : Fingas.merv@etc.ec.gc.ca;

Stefan Wagener, Centre scientifique canadien, Winnipeg, Man.,  
tél : (204) 789-2029,  
courriel :  
Stefan\_Wagener@hc-sc.gc.ca;

D<sup>r</sup> Tom Cousins, RDDC-Ottawa, Ont.,  
tél : 998-2312,  
courriel :  
Tom.Cousins@DRDC-RDDC.gc.ca.

## Objectifs

1. Trouver et mettre à l'essai de nouvelles méthodes de restauration des zones et des installations après une attaque CBRN.
2. Compiler les méthodes connues de restauration et évaluer ces concepts.
3. Rédiger des manuels de procédures pour la restauration des immeubles et d'autres zones.
4. Trouver de nouvelles idées pour la restauration des zones.
5. Évaluer et mettre à l'essai toutes les idées possibles pour la restauration des installations au laboratoire et à petite échelle.
6. Élaborer des procédures de ramassage des contaminants, de neutralisation, d'encapsulation, de concentration ou de séparation et d'élimination finale.

L'objectif du projet consiste à recueillir et à compiler de l'information sur toutes les méthodes connues de restauration des zones, y compris des immeubles, des extérieurs d'immeubles, du contenu des immeubles et des zones adjacentes aux immeubles, comme les terrains de stationnement, les pelouses, les véhicules, etc., puis à les vérifier et à les valider. Cela comprend l'air à l'intérieur des immeubles et les surfaces contaminées. La restauration inclut le ramassage, la neutralisation, la décontamination, l'enlèvement et la destruction/l'élimination finale du contaminant, le nettoyage/la

neutralisation des matériaux et débris ayant été contaminés à la suite de l'attaque. En outre, le projet vise à élaborer de nouvelles idées et à vérifier si les idées existantes peuvent être appliquées au processus de restauration.

Ce projet est un effort de R et D qui porte sur la contamination chimique, biologique et nucléaire. L'objectif est d'élaborer une série de méthodes de décontamination et de remise en état des immeubles et des zones à la suite d'une attaque CBRN. Au moins 16 méthodes seront mises à l'essai. Citons entre autres le ramassage du contaminant, sa neutralisation ou son encapsulation, sa concentration ou séparation et son évacuation finale. Certaines méthodes comprennent plus d'un procédé et peuvent comporter la neutralisation ou la destruction et également le ramassage du contaminant. Les concepts seront tirés de diverses sources, notamment des travaux fouillés effectués aux États-Unis, qui ont permis entre autres l'établissement de liens avec plusieurs organismes du gouvernement américain ainsi que leurs entrepreneurs du secteur privé. La méthode comporte une vaste enquête, suivie d'un test à l'échelle du laboratoire auquel seront soumis les meilleurs candidats. Toutes les cibles chimiques choisies seront mises à l'essai, ainsi qu'au moins un modèle biologique et au moins un radio-isotope. Ces efforts permettront également d'évaluer les méthodes qui s'appliquent à tout l'éventail de risques CBRN.

La première étape consiste à effectuer des expériences à l'échelle du laboratoire au cours desquelles on vérifiera certains des concepts proposés, en utilisant des techniques de laboratoire standard. La deuxième étape, soit la portion radiologique, se conformera à la prémisses selon laquelle la décontamination radiologique se fait en deux phases, soit l'enlèvement et la concentration/enlèvement des radio-isotopes à l'aide d'un liquide de décontamination. La troisième étape consiste en la vérification des autres méthodes possibles à petite échelle. L'OTAN et RDDC Suffield ont mis au point des tests « standard » sur une petite surface. Les essais de produits chimiques seront réalisés dans les installations d'Environnement Canada à Ottawa; les essais de produits biologiques seront effectués dans les installations de Santé Canada à Winnipeg et les essais radiologiques seront menés dans les installations radiologiques à RDDC Ottawa. La quatrième étape consiste en la préparation des méthodes de décontamination et de restauration. Une approche composée de différentes options sera élaborée dans le but de fournir des renseignements sur l'abandon et la quarantaine par opposition au nettoyage. Au cours de la cinquième étape, on rédigera un rapport détaillé sur toutes les étapes des travaux. Le rapport servira de fondement à un manuel détaillé de restauration des installations.

Les travaux comportent vingt étapes, dont quatre ont maintenant été menées à bien :

1. Passer en revue les publications disponibles sur les méthodes de décontamination chimique, radiologique et biologique, y compris les procédés de ramassage des contaminants, de neutralisation, d'encapsulation, de concentration, de séparation et d'élimination

finale du matériel de nettoyage et des détritres laissés à la suite de l'incident. Le personnel participant aux projets de décontamination dans le monde seront consultés en vue d'obtenir des idées et de profiter de leur expérience antérieure dans le domaine.

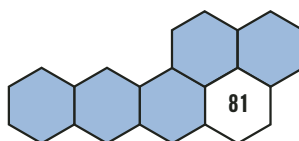
2. Utiliser les substances/organismes et menaces CBRN prioritaires et décrire les types les plus probables; regrouper les substances/organismes en classes aux fins de l'évaluation de la décontamination. Décrire les types les plus probables et les caractéristiques de la contamination et des déchets qui seraient créés sur les plans chimique, biologique et radiologique.
3. Rencontrer tous les organismes canadiens et américains possédant de l'expertise et de l'expérience dans les aspects de la restauration indiqués en 1.
4. Examiner les concepts déjà retenus, notamment certaines des matières et méthodes de décontamination brevetées déjà utilisées lors d'attaques CBRN précédentes.

## Progrès récents

La première année du projet est maintenant terminée et a consisté surtout en un dépouillement des publications et la réalisation de certaines expériences contrôlées en laboratoire. Lors du survol de la littérature, environ 300 documents ont été mis au jour, ce qui est beaucoup plus que ce que l'on avait prévu au départ. Toutefois, bon nombre des documents ne sont pas de nature quantitative. Il existe de nombreux articles généraux sur

le sujet. Les publications, qui n'ont pas fait ressortir de nouvelles idées importantes, ont été synthétisées en un aperçu détaillé de la littérature accompagné de tableaux synoptiques. Plusieurs idées nouvelles ont été proposées par le groupe de travail, en particulier pour la portion chimique. Des études du réactif de Fenton utilisé comme décontaminant général ont été effectuées dans les laboratoires d'Environnement Canada de même qu'à RDDC Suffield. Il semble que ce réactif ait beaucoup de potentiel pour la décontamination générale, en particulier la décontamination chimique et biologique.

Une étude en laboratoire a été menée à bien sur la faisabilité de la décontamination de divers matériaux de construction tels que le bois, les tuiles de plafond, l'Arborite, le tapis, les panneaux muraux, etc. Les résultats de cette étude devraient être disponibles bientôt; ils montreront comment dans l'avenir on décontaminera ces surfaces. Les conclusions peuvent aller dans un sens ou dans l'autre : soit que la surface particulière peut être décontaminée sur place ou qu'une décontamination en profondeur n'est pas possible et que le matériau doit être enlevé et traité par un autre moyen (p. ex. incinération ou décontamination poussée dans un circuit).





Voici les étapes qui restent :

5. Élaborer de nouvelles idées pour les diverses mesures de restauration et les consolider lors de séances de remue-méninges.
6. Recueillir et évaluer tous les concepts présentés aux points 1 à 5 ci-dessus en les regroupant dans un rapport. Évaluer ces renseignements dans le contexte de leur applicabilité, des avantages et inconvénients qu'ils présentent pour les substances/organismes prioritaires identifiés dans les grappes IRTC comme étant prioritaires. Déterminer les meilleures techniques et technologies acceptables qui pourraient être utilisées pour répondre aux menaces de façon assez fiable. Cerner et résumer les lacunes.
7. Effectuer des expériences en laboratoire afin d'examiner la faisabilité des démarches et les effets sur les substrats choisis.
8. Réévaluer les nouveaux concepts fondés sur les essais en laboratoire.
9. Concevoir des essais à petite échelle pour tous les groupes – chimie, biologie, radiologie. Pour la décontamination radiologique, on peut choisir un substitut pour les essais préliminaires, mais l'utilisation d'agents vivants constitue la seule démarche permettant de valider une technique. Les groupes cibles pour chaque grappe comprendront toutes les substances,

les organismes et les menaces d'intérêt prioritaire pour chaque alerte CBRN. Les essais standard, comme ceux qui ont été effectués à RDDC Suffield pour les agents chimiques et biologiques, seront examinés en vue de déterminer leur applicabilité. Les éléments mis à l'essai à Suffield ne seront pas testés de nouveau, mais les résultats seront intégrés dans cette série.

10. Soumettre les meilleurs concepts pour chaque élément CBRN cible à des essais à petite échelle pour déterminer le processus de ramassage du contaminant, de neutralisation ou d'encapsulation, de concentration ou de séparation et d'élimination finale des matériaux de nettoyage et des débris laissés à la suite de l'incident.
11. Examiner les résultats des essais pour chaque matrice d'agents et processus de restauration. Réévaluer les processus possibles de restauration et toute nouvelle idée. Traiter les données de manière à produire des estimations du potentiel de nettoyage de chaque méthode. Comparer ces valeurs avec les objectifs de nettoyage connus ou publiés.
12. Soumettre encore une fois les idées nouvelles à des essais à petite échelle ainsi que toute idée de la première heure nécessitant de nouveaux essais.
13. Élaborer des procédures fondées sur des essais à petite échelle et à échelle moyenne. Intégrer les procédures des autres études mentionnées précédemment.
14. Effectuer une estimation des coûts pour les méthodes et préparer un arbre de décision portant sur les méthodes de restauration, y compris une méthode de décision permettant de choisir entre les options de nettoyage et de quarantaine.
15. Réévaluer les méthodes de nettoyage en les comparant à la liste des substances/organismes d'intérêt prioritaire.
16. Réexaminer les sources clés d'information au Canada, aux États-Unis et ailleurs dans le monde pour vérifier les renseignements, recueillir de l'information nouvelle et obtenir des commentaires concernant les résultats actuels.
17. Rédiger un rapport final sur tous les résultats et les renseignements.
18. Rédiger un manuel détaillé sur les procédures de restauration.
19. Examiner tous les rapports ou manuels et apporter les changements nécessaires.
20. Distribuer les rapports aux personnes susceptibles d'utiliser ou de diffuser ces publications.

**RESPONSABLE DU PROJET :**

Laboratoire national de microbiologie, Santé Canada

**PARTENAIRE FÉDÉRAL :**

Recherche et développement pour la défense Canada – Suffield

**AUTEURS :**

Louis Bryden, Laboratoire national de microbiologie, Winnipeg, Man.,  
tél : (204) 789-2000,  
courriel : louis\_bryden@hc-sc.gc.ca;

M. Mulvey, Laboratoire national de microbiologie, Winnipeg, Man.,  
tél : (204) 789-2133,  
courriel : michael\_mulvey@hc-sc.gc.ca;

Doug Bader, RDDC Canada – Suffield, Medicine Hat, Alb.,  
tél : (403) 544-4650,  
courriel : doug.bader@drdc-rddc.gc.ca;

A. Kabani, Laboratoire national de microbiologie, Winnipeg, Man.,  
tél : (204) 789-6056,  
courriel : amin\_kabani@hc-sc.gc.ca;

Eric Leblanc, Centre de recherche en infectiologie, Sainte-Foy, Qc,  
tél : (418) 654-2705,  
courriel : eric.leblanc@crchul.ulaval.ca;

Michel G. Bergeron, Centre de recherche en infectiologie, Sainte-Foy, Qc,  
tél : (418) 654-2705,  
courriel : michel.g.bergeron@crchul.ulaval.ca.

## Objectifs

Le Laboratoire national de microbiologie, de concert avec RDDC Canada – Suffield, est en train d'établir une capacité nationale pour le typage moléculaire de *Bacillus anthracis*, *Francisella tularensis* et *Yersinia pestis*. La détection rapide et la caractérisation des pathogènes humains contribuent de façon critique à réduire au minimum l'impact des actes de bioterrorisme et à faciliter les enquêtes en microbiologie légale. La capacité d'identifier la signature ADN des souches nous permettra d'effectuer des enquêtes épidémiologiques pour retracer la source possible d'une éclosion à la suite de la mise en circulation délibérée d'une arme biologique et aussi de faire des recherches médico-légales durant une enquête sur un biocrime.

Les techniques de typage moléculaire comme l'analyse multilocus des répétitions en tandem de nombre variable (VNTR), le typage génomique multilocus (MLST) et le génotypage des polymorphismes mononucléotidiques (SNP) sont en train d'être implantées pour la génération de signatures des souches d'isolats mis en cause lors d'un événement. L'analyse multilocus des VNTR est une méthode de sous-typage ayant un grand pouvoir de discrimination; elle caractérise les locus génétiques qui changent très fréquemment et aide à déterminer si une souche est liée à une autre apparue à l'intérieur d'une

période relativement courte. Le MLST sera mis au point pour caractériser les locus génétiques qui évoluent à un rythme plus lent mais constant et qui peuvent être utilisés pour sous-typer l'organisme à l'intérieur d'un groupe clonal plus large. Les polymorphismes mononucléotidiques (SNP) fournissent des cibles pouvant être utilisées comme marqueurs génétiques dans les études moléculaires, évolutives et en population, en particulier dans le cas de souches clonales d'espèces bactériennes, et peuvent se prêter à une analyse à haut débit.

## Progrès récents

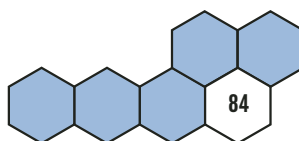
On ne savait rien de la diversité moléculaire de la collection d'isolats de *B. anthracis*, de *Y. pestis* ou de *F. tularensis* que possédait Santé Canada. Des marqueurs microsatellites ont été identifiés dans les trois pathogènes et une analyse multilocus des VNTR a permis de typer les isolats de la collection. L'analyse génomique des VNTR de huit locus de *B. anthracis* a classé six isolats dans un groupe général A1.a, un isolat dans le groupe A3 et un isolat comme un nouveau génotype différent au niveau du locus *vrnC1* (Keim et al., 2000. *Journal of Bacteriology* 182:2928-2936). Onze génotypes distincts de *F. tularensis* ont été identifiés, à partir de l'analyse de 9 locus de VNTR, et nous avons constaté que les six isolats de *Y. pestis* étaient uniques d'après une analyse génomique de

14 locus polymorphiques. Des méthodes à haut débit sont en train d'être mises au point et tentent de séparer les allèles des marqueurs en fonction de la taille en utilisant un analyseur génétique ABI 3100 pour *B. anthracis*. L'utilisation du logiciel Bionumerics a permis la création d'une base de données de référence pour faciliter le suivi des éclosions.

Nous avons évalué l'utilité de l'usage des SNP identifiés dans le plasmide de virulence pX01 de *B. anthracis* comme marqueurs potentiels de la discrimination génétique de ces isolats. Une analyse génomique comparative de ces marqueurs n'a mis en évidence aucune variation dans la séquence par rapport aux isolats canadiens génétiquement distincts. La comparaison des séquences canadiennes avec la séquence de la souche « Florida » a fait ressortir sept SNP, alors que dix SNP ont été observés lors d'une comparaison avec la souche « Sterne ». L'absence de variation dans les marqueurs SNP dans le plasmide pX01 n'était pas corrélée avec la variabilité génétique établie par l'analyse multilocus des VNTR pour les isolats canadiens; ces SNP sont donc d'une utilité limitée comme marqueurs de la diversité des espèces. D'autres marqueurs possibles basés sur les SNP de pX02 et les indels dans le chromosome de *B. anthracis* seront étudiés.

## Perspectives d'avenir

Pour l'année qui vient, l'objectif est de terminer le sous-typage des VNTR pour tous les isolats de *B. anthracis*, *Y. pestis* et *F. tularensis* trouvés dans les collections nationales (Santé Canada et RDDC Suffield), et de créer avec le logiciel Bionumerics une base de données sur les souches typées d'après les profils de séquence et de fragments de VNTR. L'équipe continuera d'évaluer les SNP cibles identifiés sur les plasmides et dans le génome de *B. anthracis*. Elle commencera à cribler les marqueurs potentiels qui se prêtent à un MLST des isolats de *Y. pestis* et de *F. tularensis* et à identifier les cibles potentielles pour l'analyse des SNP. Le projet devrait contribuer finalement à augmenter la capacité de sous-typage à haute résolution de *B. anthracis*, *Y. pestis* et *F. tularensis* avec des indices très discriminants dans deux laboratoires fédéraux, à améliorer la capacité de caractérisation à haut débit des isolats au cours d'une attaque bioterroriste et à créer une base de données nationale sur les souches typées.



## RESPONSABLE DU PROJET :

Institut de recherche sur la santé des populations, Université d'Ottawa

## PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Santé Canada, Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA)

## AUTEURS :

L. Lemyre, 1, rue Stewart (app. 312), Ottawa (Ont.) K1N 6N5,  
tél : (613) 562-5800, poste 1196  
(assist. poste 2321),  
courriel : louise.lemyre@uottawa.ca;

M. Clément, W. Corneil,  
R. Clarke et D. Krewski.

## Objectifs

Le projet des Outils d'évaluation et de gestion du risque psychosocial (EGR) est une initiative de l'Institut de recherche sur la santé des populations de l'Université d'Ottawa, dirigée par les Dr Lemyre, Krewski et Clarke, en collaboration avec l'Institute for Risk Research de l'Université de Waterloo et en partenariat avec Santé Canada, l'Agence canadienne d'inspection des aliments et la ville d'Ottawa. Le projet offrira un cadre intégré de gestion des aspects psychosociaux des risques CBRN de même que des lignes directrices spécifiques concernant l'évaluation du risque posé par les agents CBRN, la perception, l'évaluation et la communication des risques. Des outils bilingues et pratiques de formation sur le terrain seront ainsi créés pour accroître la capacité des principaux intervenants au Canada d'atténuer les effets psychosociaux et sanitaires découlant des menaces et attaques CBRN chez les humains.

Le Canada doit améliorer sa préparation aux situations d'urgence afin d'être en mesure de mieux gérer les interventions en cas de menaces ou d'attaques CBRN à court ou à long terme. Des recherches indiquent que les effets comportementaux et psychologiques d'actes de terrorisme CBRN risquent d'être les conséquences les plus répandues, les plus graves et les plus coûteuses. Comme l'intervention en cas d'acte de terrorisme CBRN est unique et dépend de l'agent et de la forme qu'il prend, on se rend maintenant

compte que l'intervention peut être effectuée par un éventail de premiers intervenants non habituels, notamment des autorités locales en santé publique, des dispensateurs de soins de première ligne, des inspecteurs des aliments et des intervenants non professionnels. Il est essentiel qu'une formation adéquate soit donnée à tous les principaux intervenants si l'on veut gérer les effets psychologiques aigus et chroniques du terrorisme CBRN.

Le projet vise les objectifs suivants :

- ◆ Élaborer un cadre de gestion du risque psychologique intégré pour les agents CBRN au Canada où le risque est évalué en tenant compte de la perception du public et des dimensions psychosociales, afin d'accroître la capacité de mettre sur pied rapidement des stratégies d'intervention efficaces à la suite d'une menace ou d'une attaque CBRN.
- ◆ Élaborer une série d'outils d'EGR et une formation accompagnés de stratégies, d'arbres de décision et de lignes directrices. Les modules psychosociaux incluront des survols des études publiées fondées sur des preuves et des résultats d'enquête qui évaluent les perceptions des risques CBRN et les effets psychosociaux du terrorisme CBRN sur le grand public et les premiers intervenants. Les travaux porteront principalement sur les diverses catégories d'agents, de vecteurs et de populations cibles, tant pour les menaces que pour les attaques réelles.



## Progrès récents

Quatre dépouillements de publications fondées sur des preuves ont été effectués récemment pour permettre d'identifier les meilleures pratiques dans le domaine. Ces survols ont porté principalement sur quatre sujets différents :

1. examen des agents CBRN et de leurs effets comportementaux,
2. examen des effets psychosociaux des menaces et attaques CBRN,
3. examen des interventions psychosociales pour les menaces et attaques CBRN et
4. examen des publications sur la communication des risques.

Le mode de présentation de ces documents sera modifié plus tard pour mieux répondre aux besoins des intervenants (consultation facile), et un comité indépendant d'experts supervisera l'élaboration d'une série de recommandations connexes.

Un premier réseau d'intervenants et de collaborateurs a été créé :

1. avec la Ville d'Ottawa et ses initiatives dans le domaine des services d'urgence
2. la région de Waterloo et ses premiers intervenants

**Une deuxième table ronde avec des intervenants clés est prévue et elle sera suivie d'une consultation approfondie dans deux villes : Ottawa et Waterloo. Des visites sur le terrain sont également prévues pour recueillir de l'information sur les pratiques et les besoins psychosociaux actuels.**

**D'autres dépouillements de littérature seront effectués pour dresser une liste des protocoles d'urgence qui existent actuellement et élaborer un lexique et une liste d'acronymes utilisés sur le terrain.**

**À la lumière de la synthèse de la littérature et de l'observation des pratiques, un outil intégré d'EGR psychosocial sera mis au point et mis à l'essai auprès de divers groupes d'intervenants.**

**Un protocole d'évaluation des besoins sera élaboré pour les services d'urgence à partir de groupes de discussion et de questionnaires.**

**Une étude d'évaluation générale des besoins et de la perception du risque dans la population sera**

Un lien avec les réseaux suivants a également été établi :

1. la Biosecurity Summit Conference à Washington, DC,
2. la Conférence canadienne sur la santé publique et la lutte contre le terrorisme à Toronto,
3. un expert-conseil et un évaluateur de la stratégie de l'Organisation mondiale de la santé,

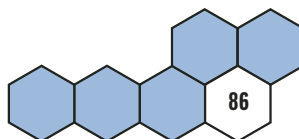
menée à bien au moyen d'une importante enquête nationale complétée par des groupes de discussion.

Puis, au cours de la troisième et de la quatrième année du projet, un protocole d'étude, appuyé par un comité d'experts, sera établi pour les modules de formation. Ceux-ci seront ensuite mis à l'essai dans le cadre d'expériences sur place et révisés en conséquence.

Des partenariats récents avec la Croix-Rouge canadienne, la Société canadienne de psychologie, l'Association canadienne de santé publique de même que le Conseil de recherches en sciences humaines nous permettront d'étendre les résultats de notre recherche.

4. l'Australia-Canada Conference on Population Health à l'Université d'Ottawa, séance sur la préparation psychosociale aux actes terroristes et aux catastrophes, avec Beverley Raphael, et
5. une discussion en table ronde avec des intervenants et des responsables politiques portant sur la préparation et l'intervention en cas d'incident CBRN.

Perspectives  
d'avenir



## RESPONSABLE DU PROJET :

Bureau des dangers microbiens,  
Direction générale des produits de  
santé et des aliments, Santé Canada

## PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Institut des sciences biologiques,  
Conseil national de recherches  
du Canada

## PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :

Institute of Food Research, Norwich  
Research Park, Norwich, R.-U.

## AUTEURS :

Marjon H.J. Bennik<sup>1</sup>,  
Michael W. Peck<sup>1</sup> et John W. Austin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Food Research,  
Norwich Research Park,  
Norwich, R.-U.

tél : 44-1603-255251;  
courriel : Mike.Peck@bbsrc.ac.uk,  
Marjon.Bennik@bbsrc.ac.uk) et

<sup>2</sup> Bureau des dangers microbiens,  
Direction générale des produits de  
santé et des aliments, Santé  
Canada, Pré Tunney, Ottawa, Ont.  
tél : (613) 957-0902;  
courriel : John\_Austin@hc-sc.gc.ca)

## Objectifs

En créant une puce à ADN génomique de *Clostridium botulinum* de type A, ce projet fournira (1) une méthode rapide de détection de la présence de gènes structuraux de la neurotoxine botulinique (BoNT) dans des micro-organismes (répondant aux besoins en matière de prévention, de surveillance et d'alerte), (2) une méthode de sous-typage basée sur la génomique comparative (répondant aux besoins en matière d'expertise judiciaire) et (3) un outil pour les analyses de l'expression génique dans *C. botulinum* de type A (répondant aux besoins en recherche fondamentale).

La première étape du projet consiste à produire et à valider la puce pour *C. botulinum*. Tous les travaux ont jusqu'à présent été effectués à l'Institute of Food Research (IFR) au Royaume-Uni.

Voici les principales étapes du projet :

- ◆ Conception d'amorces (octobre 2003)
- ◆ Synthèse d'amorces (mars 2004)
- ◆ Amplification par PCR des gènes (juillet 2004)
- ◆ Impression de la puce (octobre 2004)
- ◆ Validation de la puce (décembre 2004)
- ◆ Distribution des lames de la puce (janvier 2005)
- ◆ Mise au point d'une méthode de typage génomique de *C. botulinum* (septembre 2006)

- ◆ Mise au point d'une méthode de détection rapide et d'identification au moyen d'une puce des clostridies produisant des BoNT (décembre 2007)

## Progrès récents

Les recherches à l'IFR ont devancé l'échéancier. La séquence génomique de la souche ATCC 3502 (souche Hall A) de *C. botulinum* de type A a été établie récemment ([http://www.sanger.ac.uk/Projects/C\\_botulinum/](http://www.sanger.ac.uk/Projects/C_botulinum/)). Le génome contient 3 886 916 pb et est composé de 3 649 gènes. Il y a également un plasmide de 16 344 pb et le contenu moyen de G+C est de 28,2 %. La puce est basée sur cette séquence et également sur la séquence d'autres gènes de neurotoxines disponibles.

Les amorces ont été mises au point en collaboration avec le Dr Al Ivens (Sanger Institute) et ont maintenant été synthétisées. Ces amorces ont été utilisées pour l'amplification par PCR des gènes. Une première impression de la puce devrait avoir lieu en avril à l'IFR. Cette puce contiendra 3 453 gènes de la souche Hall A, ainsi que les séquences uniques 5' et 3' des gènes des neurotoxines de *C. botulinum* de type B, C, D, E, F et G et de *C. barati* de type F.

D'autres travaux sont nécessaires pour produire la première génération de puces pour *C. botulinum*. Il faudra entre autres (i) mettre à l'essai et valider la puce et (ii) effectuer d'autres tests pour inclure les gènes qui ne se trouvent pas actuellement sur la puce. On s'attend à ce que les étapes prévues soient menées à bien dans les délais convenus ou avant. Une fois que la puce sera achevée, d'autres recherches porteront sur l'utilisation de la puce pour la détection de clostridies contenant des gènes structuraux des neurotoxines botuliniques, sur le typage génomique des souches de *C. botulinum* et l'établissement des profils d'expression.

Une méthode rapide faisant appel à une puce sera mise au point pour la détection et la différenciation des sept sérotypes (de A à G) de clostridies productrices de neurotoxines botuliniques. On analysera entre autres toutes les souches de *C. botulinum*, les souches de *C. butyricum* productrices d'une neurotoxine de type E, les souches de *C. barati* productrices d'une neurotoxine de type

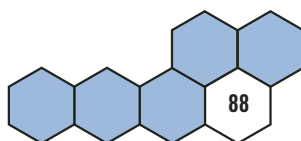
F et les souches de *C. argentinense* productrices d'une neurotoxine de type G. Cette méthode devrait permettre l'identification sans équivoque des sept sérotypes de *C. botulinum* d'après les différences observées dans les séquences des gènes structuraux des neurotoxines botuliniques. La puce peut également détecter les neurotoxines modifiées génétiquement. La méthode devrait être simple, rapide et robuste et devrait pouvoir également être utilisée pour l'identification et la caractérisation des clostridies productrices de neurotoxines botuliniques.

La puce à ADN génomique de *C. botulinum* de type A sera utilisée dans le cadre d'études de génomique comparative portant sur des isolats alimentaires, environnementaux et cliniques. Les relations phylogénétiques entre les sérotypes et au sein de ces derniers présentent beaucoup d'intérêt, car elles fourniront des renseignements sur les différences génomiques qui sous-tendent la distribution environnementale, la croissance et la survie des différents sous-types

dans les aliments. Cela permettra également de typer les isolats au niveau de chaque gène et d'avoir ainsi un outil puissant pour les enquêtes médico-légales.

De plus, la puce sera utilisée pour étudier l'expression génique dans *C. botulinum*. Ces travaux permettront d'obtenir des renseignements sur la base moléculaire de phénotypes importants de *C. botulinum*, notamment sur la germination et la sporulation, ainsi que sur la réaction aux changements environnementaux.

Une fois mise au point, la puce sera utilisée au laboratoire du Service de référence pour le botulisme au Canada et dans les laboratoires de l'IFR, de même que dans d'autres laboratoires en Finlande et en France. La puce sera aussi vendue au prix de revient à d'autres laboratoires du monde entier.



## Système perfectionné de prédiction et d'évaluation en cas d'urgence, des dangers causés par des agents CBRN, dans un environnement urbain

### RESPONSABLE DU PROJET :

Centre météorologique canadien –  
Environnement Canada

### PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Recherche et développement pour la  
défense Canada (Suffield) – MDN,  
Bureau de la radioprotection –  
Santé Canada, Énergie atomique  
du Canada limitée

### PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE :

Kosteniuk Consulting Limited,  
Université de l'Alberta (J.D. Wilson  
and associates), Université de  
Waterloo (Waterloo CFD Engineering  
Consulting Inc.)

### AUTEUR :

Michel Jean, Centre météorologique  
canadien, Environnement Canada,  
2121, route transcanadienne,  
voie de service nord, Dorval  
(Québec) H9P 1J3, Canada,  
courriel : Michel.Jean@ec.gc.ca .

## Objectifs

La diffusion d'agents chimiques, biologiques, radiologiques ou nucléaires (CBRN) par des terroristes ou des États voyous dans une ville nord-américaine (ou tout centre urbain densément peuplé) et les expositions, retombées et contaminations qui s'ensuivraient constituent de nouvelles menaces dans le contexte incertain du monde contemporain. Le transport, la dispersion, la retombée et l'évolution d'agents CBRN diffusés dans une ville est une question extrêmement complexe qui recouvre plusieurs échelles spatio-temporelles. (Par exemple, si un agent chimique peut poser un danger sur quelques kilomètres, voire des dizaines de kilomètres, cette distance pour un agent biologique est de quelques centaines de kilomètres, et pour un agent radiologique ou nucléaire des milliers, voire des dizaines de milliers de kilomètres.) S'ils étaient disponibles, des modèles temporels très fiables permettant de prédire les déplacements et l'évolution d'agents CBRN dans un environnement urbain complexe apporteraient une fondation technique et scientifique solide en appui aux efforts généralisés du Canada pour améliorer sa planification anti-terrorisme et ses capacités opérationnelles.

Ce projet a comme objectif de créer et de valider un système de modélisation intégré, à la fine pointe, multi-échelle et très fiable pour prédire efficacement et précisément l'écoulement et la dispersion de substances CBRN

dans un environnement urbain. S'il est mis au point, le système de modélisation multi-échelle que nous proposons fournira des outils de modélisation et de simulation en temps réel, des blessures, des décès et de la contamination et prendra les décisions pertinentes (à partir des meilleurs fondements techniques et scientifiques) qui minimiseront les répercussions, sur la base d'un cadre prédéterminé de prises de décision. Ce projet d'envergure comporte cinq tâches principales.

## Progrès récents

### Tâche 1.

Des modèles prédictifs à micro-échelle de l'écoulement complexe dans un environnement urbain ont été élaborés, mis en oeuvre et validés relativement à quelques ensembles de données exhaustives et détaillées obtenues à partir de simulations en soufflerie et par écoulement de liquide au-dessus et au travers de différentes configurations d'immeubles. Les modèles reposent sur une analyse par équations de Navier-Stokes moyennées, avec une hiérarchie de modèles de fermeture de corrélation de la turbulence s'appuyant sur un modèle phénoménologique à deux équations pour l'énergie cinétique de turbulence ( $k$ ) et un taux de dissipation visqueuse ( $\epsilon$ ). Ce modèle de fermeture à deux équations de la turbulence était utilisé avec des formulations linéaires et non linéaires de la



viscosité tourbillonnaire pour les tensions de Reynolds (la première s'appuyant sur une formulation de viscosité tourbillonnaire de type Boussinesq et la seconde sur une relation constitutive quadratique générale entre le tenseur de stress de Reynolds et le champ du gradient de la vitesse moyenne). La formulation à deux équations est attrayante, car elle fournit des équations sur le transport de turbulence, qui permettent de tenir compte de certains effets antérieurs et non locaux, mais sans exiger de calculs très complexes.

Les capacités prédictives à « micro-échelle » des équations moyennées pour l'écoulement dans un environnement urbain, utilisées avec un modèle à deux équations de fermeture de turbulence, qui incorpore des formulations de viscosité soit tourbillonnaire linéaires, soit non linéaires pour les tensions de Reynolds, ont été validées contre des données détaillées et exhaustives obtenues à partir de simulations en soufflerie et par écoulement de liquide au-dessus et au travers de différentes configurations d'immeubles à deux et à trois dimensions. Quantitativement, il a été déterminé que la performance de prédiction de ces divers modèles d'équations moyennées était généralement bonne — la description quantitative de la vitesse moyenne est bonne, quoique les modèles sous-estiment généralement l'énergie cinétique de la turbulence. Une conclusion importante qu'on doit tirer de cette étude est que la norme  $k_2$  du modèle de fermeture de turbulence avec une

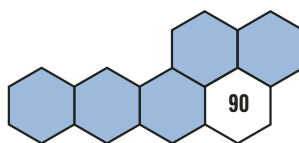
viscosité tourbillonnaire linéaire constitue sans doute le modèle de turbulence complet le plus simple que l'on puisse utiliser pour prédire des écoulements à micro-échelle dans les zones urbaines. Ce modèle peut être utile à titre de simulateur à usage général d'écoulement à petite échelle, car il est robuste et suffisamment simple pour être résolu numériquement et, par conséquent, le temps de calcul nécessaire n'est pas excessif. On peut concevoir que ce modèle de simulation d'écoulement dans un environnement urbain puisse fournir toutes les statistiques, relativement à l'écoulement perturbé du vent dans une configuration d'immeubles, nécessaires comme données d'entrée d'un modèle établi d'après des critères physiques pour la prédiction de la dispersion dans un environnement urbain.

Dans les modèles décrits ci-dessus, on a représenté en détail tous les immeubles du paysage urbain, ce qui signifie que des conditions aux limites ont été imposées pour tous les murs et les toits de chaque immeuble. Afin de réduire le coût de calcul de cette approche, l'équipe du projet a également examiné l'utilité de représenter des groupes d'immeubles dans le paysage urbain en fonction de la résistance distribuée qu'ils occasionnent. À cette fin, on a élaboré le modèle mathématique de prédiction de l'écoulement au-dessus et au travers d'une configuration d'immeubles s'appuyant sur une agrégation de groupes d'immeubles dans la configuration en un nombre d'unités de résistance;

l'ensemble étant considéré comme un médium poreux continu. Tout particulièrement, l'équipe a démontré comment il est possible de dériver systématiquement l'équation Navier-Stokes moyennée spatiale en effectuant une moyenne temporelle d'un modèle  $k_2$  modifié pour la prédiction du vent et des champs de turbulence dans un milieu urbain. Cette procédure assure la cohérence mathématique et logique des termes sources et puits dans les équations du mouvement moyen et des équations de transport d'appui pour les quantités de turbulence.

## Tâche 2

On a commencé les travaux pour l'ajout des effets d'un terrain urbain à une échelle inférieure à la maille d'un modèle météorologique à échelle moyenne [le modèle Global Environmental multi-échelle (GEM) à domaine limité], grâce à une paramétrisation urbaine. On élabore actuellement cette paramétrisation, appelée *Town Energy Budget* (TEB), conjointement avec le modèle à méso-échelle compressible communautaire (modèle MC2) d'Environnement Canada, pour ensuite la porter sur le modèle GEM à domaine limité. On a recours à cette paramétrisation, afin de tenir compte des effets moyens sur une surface de la résistance de forme, de l'augmentation de la production de turbulence, du chauffage et de la modification du budget de l'énergie de surface, en raison de la présence d'immeubles et d'obstacles et de l'utilisation du sol au sein du complexe urbain.



La méso-échelle « urbanisée » sera couplée de haut en bas avec les modèles d'écoulement à micro-échelle élaborés dans le cadre de la tâche 1.

### Tâche 3

La tâche 3 comprend le couplage des modèles à micro-échelle d'écoulement urbain, élaborés dans le cadre de la tâche 1, et des modèles à méso-échelle urbanisés, élaborés dans le cadre de la tâche 2. L'interface entre les modèles à micro-échelle d'écoulement urbain et le modèle GEM à domaine limité « urbanisé » est compliquée, car le transfert de l'information entre les deux modèles doit respecter des règles physiques de conservation, satisfaire mutuellement aux conditions aux limites mathématiques, et préserver la précision numérique, même si la structure, la résolution et la méthodologie de discrétisation des mailles correspondantes peuvent être différentes. À cause des liens entre les grilles, la solution à mailles larges, obtenue grâce au modèle GEM à domaine limité, impose des conditions aux limites de la maille fine du modèle à micro-échelle d'écoulement urbain (interaction à sens unique); de plus, elle permet d'avoir une rétroaction de la maille fine à la maille large (interaction à deux sens). On peut qualifier ce système couplé, de système hybride « d'analyse d'équations de Navier-Stokes moyennées –simulation de très grande turbulence » dans lequel la simulation de très grandes turbulences est représentée par le modèle à méso-échelle (modèle GEM à domaine limité), utilisera l'information du modèle

d'équations moyennées pour la simulation à haute résolution des écoulements près des immeubles et autour de ces derniers, mais permet l'élaboration de fluctuations spatiales et leur évolution sur de plus grandes dimensions.

### Tâche 4

La tâche 4 comprendra l'utilisation des valeurs moyennes de l'écoulement et de la turbulence prédites par le modèle d'écoulement à multi-échelle réalisé au cours de la tâche 3, pour « piloter » un modèle lagrangien stochastique de prédiction de la dispersion urbaine (et atmosphérique) d'agents CBRN. L'application des modèles lagrangiens stochastiques à la dispersion atmosphérique en général (et à la dispersion urbaine en particulier) est recommandée, car ces modèles sont : 1) les plus souples (en principe) et il est plus facile de les incorporer à tous les détails statistiques connus relatifs à l'écoulement urbain complexe, 2) physiquement transparents, et on peut facilement les adapter pour traiter la désintégration radioactive, biologique et de matières particulaires, les dépôts secs et humides, et d'autres mécanismes concernant les sources et les puits.

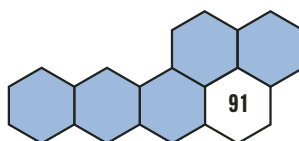
### Tâche 5

La tâche 5 comprend la vérification et la validation du système de modélisation multi-échelle en ce qui a trait aux composants d'écoulement et de dispersion. Dans le cadre de la validation du modèle, on exploitera les expériences exhaustives, antérieures et prévues, d'écoulement urbain et de dispersion (p. ex., Urban 2000,

## Perspectives d'avenir

**L'application réussie de la méthodologie de recherche décrite ci-dessus produira pour la Division de la réponse aux urgences environnementales du Centre météorologique canadien, un système de modélisation multi-échelle et très fiable de la dispersion des agents CBRN. Lors d'un incident de dispersion d'agents CBRN, les premiers intervenants auront une ressource générale et pan-canadienne de résolution de problèmes.**

Mock Urban Setting Test, Joint Urban Trial 2003). Les efforts de validation permettront de mettre complètement à l'essai le système de modélisation d'écoulement et de dispersion; ils fourniront à l'utilisateur des renseignements sur la précision et la fidélité des prédictions du modèle en ce qui concerne l'écoulement et la dispersion dans l'environnement urbain complexe.



## RESPONSABLE DU PROJET :

Acton International Inc.

## PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

RDDC

## AUTEURS :

Julie Tremblay-Lutter DSTHP 4, RDDC,  
courriel :

Julie.Tremblay@drdc-rddc.gc.ca;

Jef Stewart,

courriel :

jef.stewart@airboss-acton.com;

Céline Michaud,

courriel :

celine.michaud@airboss-acton.com;

Acton International,

881 Landry, Acton Vale, Qc,

tél : (450) 546-2776.

## Objectifs

La recherche avancée sur les polymères est un projet technologique IRTC qui permettra de mettre au point un caoutchouc avancé dont la composition assurera une protection CBRN, et sera à l'épreuve du feu, des PP, des acides et d'autres contaminants industriels.

Au cours d'événements CBRN, les premiers intervenants n'ont souvent pas le temps d'analyser le type d'agent en cause avant de revêtir leur équipement de protection. Ils comptent donc sur cet équipement pour leur offrir une protection complète et adéquate, et ce, pour une durée de temps limitée.

## Progrès récents

### Résultats de la Phase I

(Étude de marché et comparaison des gants, des appareils respiratoires et des protège-chaussures en matière de protection NBC)

Lors de cette phase, les produits actuellement sur le marché ont subi une série de tests destinés à en comparer la performance. L'accent était mis sur les propriétés des polymères au cours de tests physiques et de tests portant sur la résistance chimique et la résistance aux agents HD (gaz moutarde) et GB (sarin).

Les résultats de cette phase ont révélé qu'aucun produit ne satisfait complètement aux besoins en terme de protection CBRN. En

effet, les produits évalués n'offrent qu'une protection limitée contre certains types d'agents. À titre d'exemple, les bottes militaires offrent une excellente protection contre les agents HD et GB, mais peu de résistance aux PP et aux dommages prématurés. Par contre, les bottes des premiers intervenants n'offrent que peu ou alors aucune résistance aux agents HD et GB, mais offrent une grande protection contre les huiles et certains liquides industriels.

De plus, il est très difficile de comparer et d'analyser des polymères en faisant abstraction du produit fini. Lors d'analyses, les échantillons de polymères étaient prélevés sur des produits finis. Les résultats ont donc été grandement influencés par la conception et la fabrication du produit.

De façon générale, l'épaisseur du polymère est directement proportionnelle au niveau de protection. Par contre, cette épaisseur est inversement proportionnelle au niveau de performance ergonomique du produit. Certains des produits évalués étaient deux fois plus épais que d'autres, pour des utilisations similaires.

Il est également difficile de comparer les propriétés des polymères ayant des traitements de surface différents. Peut-on affirmer que le niveau de protection supérieur d'un produit relève uniquement du polymère, ou le traitement de surface (oxydation par exemple) est-il en partie responsable de ce phénomène (et ce, dans quelle mesure)?

La conception du produit influence aussi beaucoup la perception de l'utilisateur en ce qui a trait au niveau de protection. Un produit confortable donnera une impression de légèreté, alors qu'un produit lourd donnera une impression de grande protection. Même la couleur du produit contribue à la perception psychologique du confort et de la performance.

Lors de certains tests, le produit complet devait être évalué. À titre d'exemple, l'étanchéité des masques à gaz a été évaluée sur des mannequins. Il est difficile de déterminer les paramètres de performances reliés au polymère seul, car le produit en question peut avoir des points faibles à plusieurs autres endroits (systèmes de communication, de vision, de filtration).

Pour les raisons susmentionnées, nous croyons qu'avant de développer tout nouveau produit, il est important d'en identifier les paramètres de performances souhaitées.

**Au cours de la phase II, un cahier de charges sera établi conjointement avec les utilisateurs pour déterminer les performances de protection minimales. De plus, une matrice de développement de différents polymères sera mise au point. Les recherches se concentreront principalement sur 5 types de polymères différents : halobutyl, épichlorohydrin, nitrile, carboxylated nitrile ainsi que le polyuréthane. Cette phase se terminera à la fin du mois de juillet 2004.**

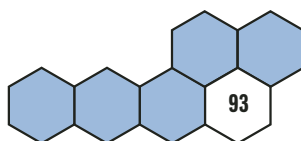
**Au cours des phases subséquentes, ces nouvelles formulations de polymères seront mélangées, testées et validées selon le cahier de charges. Comme ces nouveaux polymères seront tous à l'état de mélanges et non de produits finis, il sera facile de faire des tests quantitatifs et comparatifs. Les résultats des tests seront plus utiles pour comparer le niveau de protection des polymères seuls.**

**De plus, l'impact de l'ajout du traitement de surface pourra être validé. Ainsi, nous serons en mesure d'évaluer un même polymère doté de plusieurs**

traitements de surface différents. Entre autres, l'oxydation de la surface par le chlore et le brome ainsi que les traitements possibles au plasma seront analysés.

À la fin du projet, en novembre 2005, les nouvelles formulations seront utilisées pour la production de gants et de bottes. Les échantillons seront soumis à l'ensemble des tests de la phase I et le rapport qui en découlera constituera le document technique de référence des produits. Une évaluation sur le terrain sera aussi effectuée par les utilisateurs afin de valider les performances de ces échantillons au cours de situations opérationnelles réelles ou simulées.

Perspectives  
d'avenir





## Analyse des agents de guerre chimiques dans les échantillons prélevés à l'appui des opérations anti-terrorisme

### RESPONSABLE DU PROJET :

Recherche et développement pour la défense Canada

### AUTEURS :

Paul A. D'Agostino  
tél : (403) 544-4670  
courriel :  
paul.dagostino@drdc-rddc.gc.ca

James R. Hancock  
Carmela R. Jackson Lepage et  
Claude L. Chenier  
RDDC - Suffield  
P.O. Box 4000, Station Main  
Medicine Hat (Alberta) T1A 8K6

## Objectifs

Plus de 150 États parties ont ratifié la Convention sur les armes chimiques (CAC) et ont accepté, de ce fait, de ne pas mettre au point, fabriquer, stocker, transférer ou utiliser d'armes chimiques, ainsi que de détruire leurs armes chimiques et leurs installations de production. Bien que la ratification de cette Convention ait réduit le risque d'utilisation d'armes chimiques par les États parties, il persiste néanmoins une menace réelle que d'autres parties utilisent de telles armes contre des cibles civiles ou militaires. D'où l'importance de mettre au point des méthodes permettant d'analyser les échantillons suspects recueillis lors de tels incidents et de déterminer rapidement si ces échantillons contiennent des agents chimiques de guerre.

Les laboratoires de recherche analytique de RDDC Suffield offrent aux Forces canadiennes et à la GRC un service national d'analyse pour l'identification des agents de guerre chimiques dans les échantillons suspects. La spectrométrie de masse joue un rôle important dans la confirmation de la présence de ces agents dans les échantillons analysés. Un nouveau spectromètre de masse en tandem Micromass/Waters Q-TOF Ultima, dont le RDDC Suffield a fait l'acquisition dans le cadre du programme d'acquisition de matériel technique de l'IRTC, est actuellement utilisé pour mettre au point de nouvelles

méthodes pour l'analyse des agents de guerre chimiques et est disponible, à court préavis, pour l'analyse d'échantillons médico-légaux, soupçonnés de contenir des agents de guerre chimiques.

## Progrès récents

Des techniques de chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem avec ionisation par électronebulisation (LC-ESI-MS/MS) ont été mises au point pour analyser les agents de guerre chimiques, leurs produits de dégradation et les composés apparentés, présents dans des échantillons et des extraits aqueux, à l'aide du spectromètre de masse en tandem haute résolution de type Q-TOF (quadrupôle/méthode du temps de vol), acheté dans le cadre de l'IRTC. Ces techniques ont été appliquées à l'analyse d'une variété d'échantillons environnementaux contenant des agents de guerre chimiques, y compris :

1. Des échantillons aqueux dopés produits afin de simuler le type d'échantillons que l'on pourrait s'attendre à trouver durant l'identification rétrospective des agents de guerre chimiques;
2. Des extraits aqueux d'échantillons de sol recueillis à un ancien site d'entreposage d'agent moutarde, dans le cadre d'une évaluation environnementale continue;

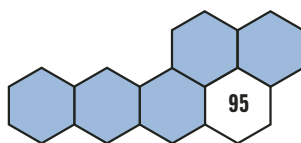
3. Des échantillons de tabun contenant de nombreux produits de synthèse ou de dégradation apparentés, et
4. Des extraits aqueux stérilisés à l'autoclave, prélevés de sols présumés contenir des agents de guerre chimiques ou biologiques.

Des données par LC-ESI-MS/MS ont été acquises pour les produits de guerre chimiques et les composés apparentés à une résolution de 9000, ce qui permet une détermination exacte de la masse des ions précurseurs (MH)<sup>+</sup> et des ions produits de structure significative. Les données acquises par ESI-MS/MS ont servi à confirmer la présence des agents de guerre chimiques et de leurs produits d'hydrolyse, ainsi qu'à identifier de nouveaux composés apparentés qui n'avaient encore jamais été associés à l'analyse d'agents de guerre chimiques.

RDDC Suffield, en tant que partenaire actif de la recherche sur les produits chimiques de l'IRTC, est responsable de l'analyse des agents de guerre chimiques dans les échantillons judiciaires (ou autres) que l'on soupçonne de contenir ces composés. Grâce aux efforts continus de recherche et de développement sur les agents de guerre chimie menés au laboratoire d'analyse de RDDC Suffield, nous demeurons prêts à faire face à des urgences. Nous continuerons de concevoir de nouvelles méthodes de préparation et d'analyse des échantillons fondées sur la microextraction en phase solide, la chromatographie en phase gazeuse, la chromatographie en phase liquide, la spectrométrie de

masse et la spectrométrie de masse en tandem afin de faire en sorte que RDDC Suffield puisse répondre aux exigences d'analyse des Forces canadiennes. Ces méthodes pourront être utilisées pour l'analyse des échantillons suspects recueillis par la GRC pendant des inspections conformes menées en vertu de la Convention sur les armes chimiques ou dans le cadre du mandat de recherche sur les produits chimiques de l'IRTC.

Perspectives  
d'avenir



**RESPONSABLE DU PROJET :**

Santé Canada

**PARTENAIRES FÉDÉRAUX :**Ministère de la Défense nationale,  
Énergie atomique du Canada limitée**AUTEURS :**

D<sup>r</sup> Gary H. Kramer, Laboratoire  
de surveillance humaine,  
Bureau de la radioprotection,  
775 rue Brookfield, PL6302D1,  
Ottawa, Ontario,  
K1A 1C1,  
tél : (613) 954-6668,  
courriel :  
gary\_h\_kramer@hc-sc.gc.ca.

D<sup>r</sup> Anthony Waker,  
Direction de la radiobiologie et de la  
radioprotection  
Énergie atomique du Canada limitée  
Laboratoires de Chalk River  
Chalk River (Ontario) K0J 1J0  
tél : (613) 584-8811 poste 3611,  
courriel : wakera@aecl.ca.

## Objectifs

Il a été déterminé que la capacité de surveillance suivant la diffusion intentionnelle de matière radioactive dans un centre-ville était extrêmement faible. Tous les scénarios radiologiques (dont la probabilité de réalisation est raisonnable) produiraient une contamination interne des premiers intervenants et du public canadien, peut-être en grand nombre.

Des *équipements portatifs* utilisables sont requis au Bureau de la radioprotection et à Énergie atomique du Canada limitée (EACL) afin que les premiers intervenants puissent séparer rapidement ceux qui sont contaminés intérieurement et ceux qui ne le sont pas. La capacité d'identifier sur place les radionucléides déposés intérieurement augmenterait considérablement l'exactitude de l'évaluation subséquente des risques et de la gestion des conséquences concernant le personnel affecté.

Les premiers intervenants ont besoin d'*installations de haute résolution* pour identifier la composition complexe interne du matériel radioactif chez les personnes contaminées. Le passage des installations fixes du Bureau de la radioprotection en des installations de spectrographie gamma du corps entier permettrait de faire l'analyse de la charge corporelle interne complexe faisant suite à l'émission de fission et à l'identification des produits d'activation. Le passage des installations de spectrographie

thoracique du Bureau de la radioprotection en des installations de détection plus importantes et fiables permettrait qu'on puisse analyser avec exactitude une incorporation d'actinide (uranium, plutonium, neptunium, etc.).

## Progrès récents

Au départ, ce projet consistait en une acquisition technologique sur une période d'une année, mais la complexité des systèmes de surveillance et le fait que les détecteurs de germanium requis sont à la pointe des capacités de fabrication actuelles ont entraîné des retards dans la conception et la recherche de conformité aux spécifications, ainsi que dans l'organisation de composants provenant de multiples constructeurs. Une série de retards ont suivi alors qu'un fournisseur devait en attendre un autre avant que le produit final soit fabriqué et livré.

Le protecteur de classe Z dans la chambre de spectrographie thoracique a été complété. Il consiste en une couche d'étain recouverte d'une couche de cuivre. Ces couches ont été appliquées par-dessus la couche existante de plomb qui double les parois épaisses d'acier de la chambre de spectrographie thoracique. Un système de circulation d'air qui comprend un filtre HEPA a été installé dans la chambre de spectrographie thoracique en vue de réduire le haut niveau de radon

en arrière-plan, mais cette mesure s'est avérée peu efficace. Toutefois, la qualité de l'air dans la chambre a été grandement améliorée pendant la spectrographie des personnes contaminées.

L'équipement a été acheté et le spectrographe thoracique a été installé et est maintenant opérationnel. La caractérisation de fond a été achevée et les étalonnages d'efficacité ont commencé. Cette dernière procédure est longue puisqu'il faut mesurer plusieurs poumons à différentes valeurs d'épaisseur de paroi de la cage thoracique et les comptages sont normalement supérieurs à 50 000 secondes pour que les statistiques soient valables.

Le spectrographe du corps entier en est aux premières étapes de mise en service et la caractérisation de fond, les capacités de résolution et l'étalonnage débiteront plus tard au cours de cette année.

On a amélioré les capacités de surveillance portables en faisant l'acquisition d'autres appareils de mesure P3, de façon qu'on puisse examiner jusqu'à 1000 personnes par heure. On s'est aussi procuré d'autres équipements manuels pour améliorer les capacités d'intervention sur place, y compris les capacités de haute résolution. Ces derniers instruments peuvent aussi servir de spectrographe du corps entier de haute résolution utilisable sur le terrain, puisque les personnes contaminées (à la suite d'une diffusion intentionnelle de matière radioactive) auront probablement des quantités de radionuclides des facilement détectables sur elles ou en elles.

Le rôle joué par Chalk River Laboratories (CRL) est de compléter la capacité d'examen préalable à grande échelle de Santé Canada et du ministère de la Défense nationale en offrant un système d'évaluation de la concentration

**Les activités en cours consistent en le calibrage des installations fixes. Le fond de spectrographe thoracique doit être entièrement caractérisé et les détecteurs calibrés à l'aide du fantôme de torse Lawrence Livermore avec la forme de deux poumons et le fantôme de torse de fantôme du JAERI (*Japanese Atomic Energy Research Institute*). On obtiendra ainsi des ensembles de données de calibrage pour grandeur de personne. Les activités de détection minimales doivent être établies en fonction de divers radionucléides, y compris le  $^{239}\text{Pu}$ , le  $^{241}\text{Am}$  et l'uranium naturel et enrichi.**

**Le spectrographe du corps entier doit être calibré au moyen de la famille de fantômes BOMAB qui comprend un enfant de 4 ans, un enfant de 10 ans, un mâle de 5<sup>e</sup> centile, une femelle de référence, un mâle de référence et un mâle de 95<sup>e</sup> centile. Les limites de détection et les caractéristiques de mise à l'échelle multivoies du nouveau spectrographe doivent être établies.**

**L'équipement de surveillance de haute résolution portable sera calibré au moyen d'une combinaison de techniques expérimentales et Monte Carlo. Tout l'équipement utilisable sur le terrain doit être**

interne et de contrôle transportable permettant qu'on évalue les premiers intervenants et les victimes contaminés en cas d'événement radiologique.

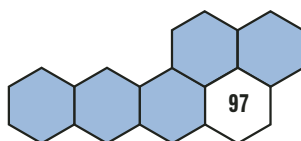
Pour établir une évaluation de concentration et une capacité de soutien médical, CRL a fourni de l'équipement permettant de monter un laboratoire d'essai biologique rudimentaire et transportable avec une capacité de contrôle des plaies

mis à l'essai dans des conditions d'exercice réalistes, ce qui est prévu pour plus tard en 2004.

Utilisation prévue pour les cas non urgents : les appareils de mesure P3 du Bureau de la radioprotection sont utilisés pour surveiller les personnes qui entrent dans l'édifice et qui en sortent. Ils seront également utilisés pour des exercices d'urgence (aux échelles fédérale et provinciales). L'équipement de l'EACL sera utilisé dans les cas de comparaisons internationales, d'exercices d'intervention en cas d'urgence, de formation annuelle du personnel et d'utilisation de secours normale à l'EACL. Les installations fixes serviront pour les programmes de recherche et de développement, de même que pour les programmes de comparaison, pour la mesure de normes internationales et de Canadiens qui pourraient avoir été contaminés accidentellement ou après une exposition professionnelle.

On prévoit que tout l'équipement décrit ci-dessus sera entièrement caractérisé et fonctionnel au début de 2005.

et un contrôle in vivo quantitatif de base. Ces capacités comprennent les suivantes : spectromètres gamma transportables, systèmes de détection de contrôle des plaies, compteur à scintillation liquide transportable, équipement de sondage, gestion des données et modeleur.





**RESPONSABLE DU PROJET :**

Santé Canada, Bureau de  
la radioprotection

**PARTENAIRE FÉDÉRAL :**

Aucun

**AUTEURS :**

Sonia Johnson, Jeff Haydt et  
Jeff Whyte

Bureau de la radioprotection  
775 route Brookfield  
Ottawa (Ontario) K1A 1C1  
courriel :

sonia\_johnson@hc-sc.gc.ca,  
tél : (613) 954-6677

courriel : jeff\_whyte@hc-sc.gc.ca,  
tél : (613) 941-2736

courriel : jeff\_haydt@hc-sc.gc.ca,  
tél : (613) 954-8585

## Objectifs

Ce projet est couvert par la  
priorité d'investissement  
*Intervention immédiate et expertise de  
gestion des conséquences à court terme.*

Pour maintenir la confiance  
de la population en cas d'urgence  
nucléaire, il est essentiel de pou-  
voir communiquer en temps réel  
les résultats d'analyse en labora-  
toire d'échantillons prélevés dans  
l'environnement, aux premiers  
intervenants et au public du  
Canada. La saisie de ces résultats  
et d'autres informations perti-  
nentes, notamment les modèles  
météorologiques et les relevés  
aériens dans le réseau d'aide à  
la décision ARGOS (de l'anglais  
*Accident Reporting and Guidance  
Operational System* : système  
opérationnel de signalement  
d'accident et de conseil) exploité  
en appui au *Plan fédéral d'urgence  
nucléaire*, permettra d'obtenir une  
perspective globale de la disper-  
sion et des retombées du panache  
radioactif, et des doses estimées.  
Les décideurs et les premiers  
intervenants utiliseront les résul-  
tats d'ARGOS pour intervenir de  
façon sécuritaire et efficace à une  
urgence radiologique ou  
nucléaire.

Pour réaliser cet objectif d'une  
dissémination rapide et partagée  
de résultats très fiables, produits  
par un laboratoire, il est essentiel  
de certifier le laboratoire et de  
disposer d'un système de gestion  
des informations de laboratoire.  
La certification d'un laboratoire  
garantie que les travaux ont été  
effectués conformément aux  
normes internationales de pro-  
duction de données fiables et  
reproductibles. Cette certification  
est essentielle pour garantir la  
qualité des données diffusées  
par le laboratoire. Le système de  
gestion assure la diffusion rapide  
des données du laboratoire et  
accroît l'efficacité grâce à la gestion  
centralisée des ressources et à  
l'automatisation des étapes du  
travail. On peut aussi utiliser  
la plate-forme du système de  
gestion pour partager des ren-  
seignements avec d'autres  
grappes et des partenaires.

## Progrès récents

Au cours du dernier exercice finan-  
cier, le projet du Système de  
gestion des informations de labo-  
ratoire a réalisé de grands progrès.  
Le groupe central du projet au  
Bureau de la radioprotection est  
responsable de l'élaboration d'un

environnement de gestion des informations de laboratoire indépendant, laquelle a exigé la réalisation d'une évaluation de la menace et des risques. Au cours de cette évaluation, on a considéré les risques relatifs à l'hébergement d'un réseau distinct et autonome.

Le projet a également permis de réaliser l'installation du logiciel de gestion des informations de laboratoire, la création d'un réseau autonome d'ordinateurs utilisés par les personnes ou branchés à des appareils, et la configuration de deux procédés de laboratoire, laquelle inclut l'interface avec des instruments. Cette configuration résulte d'un processus exhaustif de consultation et de formation du personnel de Santé Canada. On procède actuellement aux essais sur les prototypes de ces deux processus dont on prévoit l'entrée en service en mars 2005.

Le laboratoire se dirige vers une certification ISO 9001. Le manuel qualité a été rédigé et a été soumis à l'analyse d'un conseiller en qualité qui s'assurera qu'il aborde les éléments de la norme ISO 9001. Le personnel technique du réseau canadien de surveillance radiologique écrit actuellement les instructions de travail qui complètent le manuel qualité.

**On devra passer par les stades suivants pour réaliser la mise en œuvre du système de gestion :**

- ◆ **Utilisation parallèle du système de gestion et des méthodes existantes. Ceci mettra en évidence les problèmes de la plate-forme du système qui exigent davantage de travaux de configuration et de mise au point.**
- ◆ **Validation de la configuration du système de gestion des informations de laboratoire.**
- ◆ **Mise en service de l'ensemble de la plate-forme du système et son utilisation dans le cadre d'une production quotidienne avec transfert, en temps opportun, des informations pertinentes au système ARGOS de la Division de la préparation et de l'intervention aux urgences nucléaires (DPIUN).**

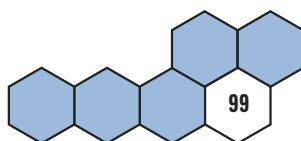
**On terminera les instructions de travail pour le système qualité en prévision de la certification ISO. Le système qualité sera ensuite mis en œuvre et essayé sur une période de trois à six mois, avant une révision interne. Ces étapes sont nécessaires pour l'obtention de la certification externe.**

**On prévoit que ce projet devrait être terminé, au plus tard, au cours du premier trimestre de l'exercice 2005-2006. Ses extrants seront : la certification ISO 9001**

Perspectives  
d'avenir

pour un laboratoire; l'exécution des processus clés sur la plate-forme du système de gestion des informations de laboratoire; le partage des mesures de haute qualité de la radioactivité avec des partenaires clés. Le transfert des mesures de radioactivité à un dépôt central (ARGOS) lors d'opérations courantes garantira que les renseignements pertinents nécessaires en situation d'urgence seront disponibles rapidement et de façon fiable. Ce degré plus élevé de préparation est nécessaire pour une réponse décisive à une urgence, ce qui contribuera à protéger les premiers intervenants, les travailleurs d'urgence et la population canadienne.

Les différents laboratoires ou grappes qui ont des besoins analogues et des obligations de partage de données pourront utiliser comme modèle le projet de système de gestion d'information de laboratoire et le projet ISO du laboratoire du Réseau canadien de surveillance radiologique.





## Projets d'acquisition de la grappe de laboratoires de biologie IRTC

### AUTEUR :

Helen Spencer,  
Recherche et développement  
pour la défense Canada,  
305, rue Rideau,  
Ottawa (Ontario) K1A 0K2,  
tél : (613) 998-6418,  
courriel :  
Helen.Spencer@drdc-rddc.gc.ca.

## Objectifs

Les projets d'acquisition IRTC sont sélectionnés en vue de combler des lacunes critiques dans les ressources et la capacité d'intervention des grappes de laboratoires. Ces lacunes sont comblées par l'établissement ou le renforcement de l'infrastructure et de l'équipement dont disposent les laboratoires fédéraux qui interviennent lors d'un incident. Ces projets d'acquisition font habituellement appel à des techniques standard et s'étalent sur un an.

Durant la première ronde de sélection des projets IRTC pour la grappe de laboratoires de biologie, treize projets d'acquisition ont été financés, pour une valeur totale de 9 900 000 \$. Sur cette somme, 4 851 000 \$ proviennent de l'IRTC, et 5 049 000 \$ sont des « contributions en nature » des ministères fédéraux participants. Le ratio est donc de 49 % de fonds de l'IRTC contre 51 % de contributions en nature, ce qui dépasse de loin l'exigence du programme qui prévoit un minimum de 33 % de contributions en nature.

Ces projets viseront à combler tout un éventail de lacunes de la grappe de laboratoires de biologie. Les objectifs généraux sont les suivants :

1. Surveillance/détection
2. Diagnostic
3. Décontamination
4. Traitements et prévention

## Progrès récents

Voici les projets retenus lors de la première ronde :

**BIO 001AP** : « Inactivation/décontamination d'agents de bioterrorisme visant les humains et les animaux et analyse de matériel suspect présentant divers dangers », dirigé par le D<sup>r</sup> S. Wagener, de Santé Canada, vise les objectifs 2 et 3.

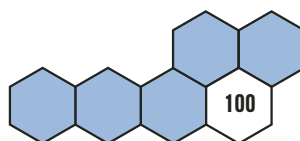
**BIO 002AP** : « Filtre à charbon d'une enceinte de biosécurité pour niveau de confinement 3, pré Tunney », dirigé par M<sup>me</sup> M. Heisz, de Santé Canada, vise l'objectif 2.

**BIO 003AP** : « Réseau national en temps réel pour identifier les agents de bioterrorisme », dirigé par le D<sup>r</sup> M. Mulvey, de Santé Canada, vise l'objectif 2.

**BIO 004AP** : « Reclassement des zones de contamination (NC3 et NC4) pour l'analyse des agents de bioterrorisme », dirigé par le D<sup>r</sup> H. Feldmann, de Santé Canada, vise l'objectif 2.

**BIO 005AP** : « Laboratoire judiciaire de référence en chimie/biologie – principal équipement de laboratoire », dirigé par le D<sup>r</sup> B. Kournikakis, de Recherche et développement pour la défense Canada, vise l'objectif 2.

**BIO 006AP** : « Laboratory Response Network, participation à des initiatives américaines et canadiennes », dirigé par M<sup>me</sup> M. Heisz, de Santé Canada, vise les objectifs 1 et 2.



**BIO 007AP :** « Appareil Gamma Cell pour l'irradiation d'agents biologiques », dirigé par le D<sup>r</sup> B. Kournikakis, de Recherche et développement pour la défense Canada, vise l'objectif 3.

**BIO 008AP :** « Normes de données pour le partage d'information », dirigé par le D<sup>r</sup> J. Hockin, de Santé Canada, vise l'objectif 2.

**BIO 009AP :** « Épreuves d'immunofluorescence directe pour la détection des virus et des bactéries », dirigé par le D<sup>r</sup> L. Nagata, de Recherche et développement pour la défense Canada, vise l'objectif 2.

**BIO 010AP :** « Culture et purification de virus », dirigé par le D<sup>r</sup> L. Nagata, de Recherche et développement pour la défense Canada, vise les objectifs 2 et 3.

**BIO 011AP :** « Acquisition d'un système de gestion de l'information en cas d'urgence », dirigé par M. C. Heyes, de l'Agence canadienne d'inspection des aliments, vise les objectifs 1 et 2.

**BIO 012AP :** « Système de gestion des interventions d'urgence (SGIU) et Système canadien de gestion des situations d'urgence en maladies animales », dirigé par M. D. Hayes, de l'Agence canadienne d'inspection des aliments, vise les objectifs 1 et 2.

**BIO 013AP :** « Logiciel de modélisation de transition d'état pour évaluer la santé animale et le risque de zoonoses », dirigé par le D<sup>r</sup> R. Morley, de l'Agence canadienne d'inspection des aliments, vise les objectifs 1 et 2.

Durant la deuxième ronde de sélection de l'IRTC pour la grappe de laboratoires de biologie, six projets d'acquisition ont été financés, pour une valeur totale de 6 955 000 \$. Cela comprend 2 181 000 \$ en fonds de l'IRTC de même que 4 774 000 \$ en « contributions en nature » des ministères fédéraux participants. Le ratio est donc de 32 % de fonds de l'IRTC par rapport à 68 % de contributions en nature, soit une importante somme obtenue en contrepartie des fonds de l'IRTC et une inversion virtuelle des exigences du programme, qui fixent le ratio à 67 : 33 %.

**BIO 014AP :** « Protocole d'entente entre les États-Unis et le Canada sur la recherche-développement en matière de lutte contre le terrorisme – Rétention des appareils d'échantillonnage d'aérosols », dirigé par le D<sup>r</sup> B. Kournikakis, de Recherche et développement pour la défense Canada, vise les objectifs 1 et 3.

**BIO 016AP :** « Tests près des enclos et de diagnostic rapide de la fièvre aphteuse, de la fièvre porcine et de la grippe aviaire », dirigé par le D<sup>r</sup> P. Kitching, de l'Agence canadienne d'inspection des aliments, vise les objectifs 1 et 2.

**BIO 017AP :** « Système d'information géospatiale en réseau », dirigé par M<sup>me</sup> C. Doan, de l'Agence canadienne d'inspection des aliments, vise l'objectif 1.

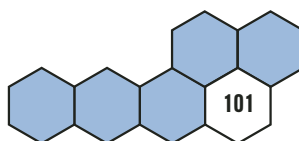
**BIO 018AP :** « Générateur de cartes pour la santé publique », dirigé par le D<sup>r</sup> J. Hockin, de Santé Canada, vise l'objectif 1.

## Perspectives d'avenir

La grappe des laboratoires de biologie continuera d'évaluer les lacunes et retiendra les projets d'acquisition technologique qui répondent aux besoins dans ces domaines encore mal étudiés.

**BIO 019AP :** « Modernisation des installations pour les hybridomes », dirigé par M<sup>me</sup> E. Fulton, de Recherche et développement pour la défense Canada, vise les objectifs 2 et 4.

**BIO 020AP :** « Identification et détection rapides des ravageurs et des pathogènes pour les plantes », dirigé par M. L. Foster, vise les objectifs 1 et 2.





### AUTEUR :

Norman Yanofsky, gestionnaire de portefeuille –  
Chimie IRTC,  
305, rue Rideau,  
Ottawa (Ontario) K1A 0K2  
tél : (613) 998-6417,  
courriel :  
norman.yanofsky@drdc-rddc.gc.ca.

## Objectifs

Les projets d'acquisition technologique de l'IRTC se concentrent sur les objectifs suivants de la grappe des laboratoires de chimie :

1. Améliorer l'intégration des systèmes de gestion des données et de l'information pour les besoins fonctionnels.
2. Améliorer les méthodes d'analyse permettant l'identification des canulars.
3. Déterminer les laboratoires directeurs pour tous les produits chimiques figurant dans la liste des substances prioritaires.
4. Comblent les lacunes relativement aux capacités des laboratoires directeurs quant aux produits chimiques figurant dans la liste.
5. Améliorer les capacités de détection, sur le terrain, des produits chimiques figurant dans la liste;
6. Améliorer les capacités d'analyse mobiles afin d'offrir un appui direct aux intervenants.

## Progrès récents

Au cours de la première ronde de sélection des projets de la grappe, on a financé douze projets d'acquisition technologique, pour une valeur totale de 6 961 k\$, répartis comme suit : 4 161 k\$ provenant de l'IRTC et 2 800 k\$ provenant de contributions en nature des ministères participants. Ainsi, 60 % du financement proviendrait de l'IRTC et 40 % correspondrait à des contributions en nature, ce qui excède un peu les exigences du programme de l'IRTC, lesquelles prévoient un apport de 67 % de l'IRTC et de 33 % pour les contributions en nature.

Voici les projets retenus au terme de la première ronde :

1. Merv Fingas d'Environnement Canada est responsable du projet « Intervention sur le terrain – Rééquipement en systèmes d'analyse portatifs pour véhicules », qui vise les objectifs 5 et 6.
2. Merv Fingas d'Environnement Canada est responsable du projet « Intervention sur le terrain - Équipement d'analyse portatif personnel », qui vise les objectifs 5 et 6.
3. Eva Dickson du Collège militaire royal du Canada est responsable du projet « Déménagement de l'installation de contrôle de la pénétration des agents chimiques gazeux », qui vise l'objectif 6.
4. Gary Lombaert de Santé Canada est responsable du projet « Évaluation des laboratoires de

confinement chimique », qui vise l'objectif 4.

5. Joe Deak de la GRC est responsable du projet « Spectromètre Raman pour la caractérisation rapide de matériaux non précisés saisis lors d'incidents terroristes » qui vise les objectifs 2 et 5.
6. Joe Deak de la GRC est responsable du projet « Micro-appareil à fluorescence X pour l'identification rapide de matériaux non précisés saisis lors d'incidents terroristes », qui vise les objectifs 2 et 5.
7. Joe Deak de la GRC est responsable du projet « Identification de particules inconnues par diffraction des rayons X, pour constituer des éléments de preuve », qui vise les objectifs 2 et 5.
8. Pat Rasmussen de Santé Canada est responsable du projet « Installation d'analyse gravimétrique des particules en suspension dans l'air », qui vise les objectifs 3 et 4.
9. Paul d'Agostino de R & D pour la défense Canada – Suffield est responsable du projet « Analyse des agents de guerre chimique présents dans des échantillons recueillis à l'appui du contre-terrorisme », qui vise les objectifs 4 et 5.
10. MM. Graham et Brous de l'Agence canadienne d'inspection des aliments sont responsables du projet « Microspectromètre infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) », qui vise les objectifs 2, 4 et 5.

11. Garth Burns de l'Agence canadienne d'inspection des aliments est responsable du projet « Contamination par des éléments toxiques – Spectromètre de masse à plasma inductif (ICP/MS) pour l'analyse des éléments toxiques », qui vise l'objectif 4.
12. Ralph Oncuil de l'Agence canadienne d'inspection des aliments est responsable du projet « Capacité améliorée d'identification des résidus chimiques dans les aliments, la nourriture pour animaux et les engrais », qui vise l'objectif 4.

Au cours de la deuxième ronde de sélection, on a financé sept projets d'acquisition technologique, pour une valeur totale de 3 261 k\$, répartis comme suit : 1 562 k\$ provenant de l'IRTC et 1 699 k\$ provenant de contributions en nature des ministères participants. Donc, 48 % du financement provient de l'IRTC et 62 % correspond à des contributions en nature, ce qui dépasse encore plus les exigences du programme de l'IRTC, c'est-à-dire 67 % venant de l'IRTC et 33 % correspondant à des contributions en nature, ou le rapport des contributions financières susmentionné de la première année.

Voici les projets retenus :

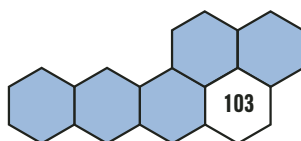
1. Elaine Fulton de R & D pour la défense Canada – Suffield est responsable du projet « Identification à haut débit par multiplexage du ricin et d'autres toxines biologiques ». (objectif 4)
2. Carmela Jackson Lepage de R & D pour la défense Canada – Suffield est responsable du projet « Atmosphère standard pour le contrôle et l'évaluation des détecteurs d'armes chimiques ». (objectif 4)
3. Merv Fingas d'Environnement Canada est responsable du

**Les deux listes ci-dessus donnent une idée de l'ampleur des deux premières rondes de projets d'acquisition technologique de la grappe des laboratoires de chimie. Par contre, dans cette section, on mettra en évidence quelques projets individuels, pour illustrer certaines des capacités particulières acquises. Dans le cadre du projet susmentionné de madame Elaine Fulton, le mandat du laboratoire de la R & D pour la défense Canada – Suffield consiste à identifier la toxine du ricin et d'autres toxines biologiques dans des échantillons non précisés, comme la toxine botulinique et l'entérotoxine B staphylococcique. La méthodologie acceptée consiste à effectuer des essais biologiques à base d'anticorps. Comme on l'a observé aux États-Unis pendant les incidents liés au charbon survenus pendant l'automne de 2001, les laboratoires gouvernementaux étaient dépassés par le besoin d'analyser des échantillons multiples. Le défi à relever est de pouvoir analyser des échantillons multiples avec de multiples agents chimiques; l'adaptation de réseaux multiplex de suspension de protéines, à haut débit, permettra de répondre à cette demande. Le laboratoire de la R & D pour la défense Canada – Suffield a le**

**mandat d'agir à titre d'installation principale du Canada en matière d'identification d'agents de guerre chimique. Le projet de M. Paul D'Agostino d'acquisition d'un spectromètre RMN (résonance magnétique nucléaire), permettra au laboratoire de Suffield d'identifier des agents de guerre chimique de manière formelle au moyen de la RMN jumelée aux techniques actuelles de spectrométrie de masse.**

**Outre les agents de guerre chimique et les toxines biologiques, il existe beaucoup de produits chimiques industriels toxiques qui posent une menace terroriste potentielle. Le projet de M. Merv Fingas d'équiper le personnel d'intervention sur le terrain d'appareils portatifs d'analyse augmente la capacité de réaction d'Environnement Canada à l'égard des menaces CBRN. Cela s'ajoute aux 20 années d'expérience de la Division des urgences – Science et technologie dans la recherche et l'évaluation de l'équipement de terrain ou destiné aux premiers intervenants.**

- projet « Matériel pour parer aux carences en matière d'intervention ». (objectifs 4, 5 et 6)
4. Ralph Oncuil de l'Agence canadienne d'inspection des aliments est responsable du projet « Capacité d'analyse d'urgence des résidus de pesticides et d'autres contaminants chimiques dans les aliments, la nourriture pour animaux et les engrais ». (objectif 4)
5. Gary A. Lombaert de Santé Canada est responsable du projet « Étude des laboratoires de confinement chimique ». (objectifs 3 et 4)
6. Garth Burns de l'Agence canadienne d'inspection des aliments est responsable du projet « Saxitoxine et autres toxines marines ». (objectif 4)
7. Merv Fingas d'Environnement Canada est responsable du projet « Matériel de décontamination ». (objectifs 4, 5 et 6)





## Projets d'acquisition de la grappe de laboratoires radiologiques nucléaires de l'IRTC

### AUTEUR :

M. Ted Sykes, Gestionnaire de portefeuille -  
Secrétariat radiologique/  
nucléaire de l'IRTC  
305, rue Rideau, Ottawa (Ontario)  
K1A 0K2,  
tél : (613) 998-6418,  
courriel : Ted.Sykes@drdc-rddc.gc.ca.

## Objectifs

Les projets d'acquisition de l'IRTC sont sélectionnés pour combler des lacunes dans les capacités techniques et de réaction des grappes de laboratoires. Les lacunes sont comblées en créant ou en améliorant les infrastructures et l'équipement des laboratoires du gouvernement fédéral participant aux efforts d'intervention en cas d'incidents. Il s'agit habituellement d'acquisitions de technologies « commerciales » qui sont effectuées dans une année.

Au cours de la première ronde de sélection de l'IRTC pour la grappe des laboratoires de biologie, treize projets d'acquisition ont été financés pour un montant total de 9 900 000 \$. Ce montant comprend 4 851 000 \$ en fonds de l'IRTC et 5 049 000 \$ en contributions en nature. Cette répartition donne un rapport de 49% en fonds de l'IRTC et de 51% de contributions en nature, ce qui représente une proportion importante par rapport à l'exigence du programme qui est de 33% de contributions en nature.

Les projets d'acquisition permettront de combler une vaste gamme de lacunes de la grappe des laboratoires radiologiques/nucléaires. Les objectifs généraux sont les suivants :

1. Améliorer les capacités de surveillance radiologique/nucléaire du Canada;
2. Créer la capacité d'aviser et de mettre en action les laboratoires fédéraux;
3. Améliorer l'intégration et le partage des données dans l'ensemble de la grappe radio-nucléaire;
4. Comblar les lacunes de haute priorité en matière de capacités de mesure des ressources humaines et environnementales.

## Progrès récents

**RN001AP :** Le projet « Système de surveillance statique pour le Canada », dirigé par le D<sup>r</sup> K. Ungar de Santé Canada, répond au 1<sup>er</sup> objectif de la grappe. Les partenaires sont Énergie atomique du Canada Limitée et l'Agence des services frontaliers du Canada. Ce projet consiste à l'implantation d'un réseau de capteurs statiques autour des cinq centrales nucléaires du Canada et dans dix centres de haute densité démographique.

**RN002AP :** Le projet « Surveillance aérienne des incidents radiologiques/nucléaires », dirigé par M. R. Schives de Ressources naturelles Canada, répond au 1<sup>er</sup> objectif de la grappe. Ce projet consiste en l'acquisition de trois spectromètres gamma à détermination semi-quantitative rapidement déployables permettant la détection et la reconnaissance de phase 1, ainsi que deux systèmes de phase 2 plus sensibles permettant de cartographier les schémas de retombées de nucléides. Le système permettra la radio-télémetrie en temps réel de données à un récepteur au sol avec

interface utilisateur graphique sophistiquée et affichage des systèmes d'information géospatiale.

**RN003AP :** Le projet

« Surveillance radiologique du corps entier », dirigé par le D<sup>r</sup> G. Kramer de Santé Canada, répond au 4<sup>e</sup> objectif de la grappe. R&D pour la défense Canada est partenaire du projet. Ce projet consiste en l'acquisition d'installations déployables et portables pour aider les premiers intervenants à reconnaître et à aider rapidement les personnes contaminées, ainsi que des installations fixes à haute résolution permettant de reconnaître les mélanges complexes de produits de fission et d'activation. Ces dernières faciliteront le traitement et les activités de prédiction des risques.

**RN004AP :** Le projet « Dosimétrie biologique de l'exposition au rayonnement », dirigé par le D<sup>r</sup> D. Wilkinson de R&D pour la défense Canada, répond au 4<sup>e</sup> objectif de la grappe. Les partenaires sont Santé Canada et Énergie atomique du Canada Limitée. Ce projet consiste en l'acquisition d'un système « Luminex » capable de fournir une analyse rapide de plusieurs cytokines du plasma sanguin des personnes potentiellement exposées. Ce sera un système automatisé avec une instrumentation sophistiquée permettant une analyse plus rapide des échantillons et une capacité de mesure améliorée par comparaison aux systèmes antérieurs.

**RN005AP :** Le projet « Système d'alerte et notification des urgences nucléaires », dirigé par M. Brian Ahier de Santé Canada, répond au 4<sup>e</sup> objectif de la grappe. Ce projet consiste en l'acquisition d'un portail/réseau de gestion de l'information en cas d'urgence pour héberger l'information partagée. Il consiste aussi en l'acquisition des applications requises pour la gestion de l'information.

Les caractéristiques comprennent un système automatisé de notification des urgences avec accès Internet et capacité de réponse vocale interactive.

**RN006AP :** Le projet « Réseautage de résultats d'analyses en laboratoire », dirigé par le D<sup>r</sup> S. Johnson de Santé Canada, répond au 2<sup>e</sup> objectif de la grappe. Ce projet consiste en l'acquisition d'un système de gestion des données de laboratoire (système LIMS) permettant la saisie automatique des résultats de différents instruments directement dans une base de données centralisée. Ce système aidera au déroulement des analyses judiciaires et au suivi de la chaîne de possession.

La deuxième ronde de sélection des projets d'acquisition pour la grappe radiologique/nucléaire a mené à la formation d'un partenariat de cinq ministères et agences du gouvernement fédéral pour demander à l'IRTC le financement d'un projet commun. La valeur totale du projet est de 2,6 millions \$. Ce montant comprend 1,5 million \$ en fonds de l'IRTC et 1,1 million \$ en contributions en nature de la part des ministères du gouvernement fédéral participants. Cette répartition donne un rapport de 58% en fonds de l'IRTC et de 42% de contributions en nature, ce qui représente une proportion importante par rapport à l'exigence du programme qui est de 33% de contributions en nature.

**RN007AP :** Le projet « Installations déployables d'analyse pour faciliter l'intervention d'experts lors d'incidents radiologiques ou nucléaires », dirigé par le D<sup>r</sup> T. Cousins de R&D pour la défense Canada, répond au 3<sup>e</sup> objectif de la grappe. Les partenaires au projet sont Énergie atomique du Canada Limitée, le Conseil national de recherches du Canada, la Commission canadienne

de sûreté nucléaire, l'Agence des services frontaliers du Canada, Santé Canada et Pêches et Océans Canada. Ce projet consiste en l'acquisition d'appareils mobiles d'échantillonnage et d'analyse *in situ* nécessaires pour établir la capacité technique de réaction aux incidents radiologiques/nucléaires sur l'ensemble du territoire terrestre et maritime du Canada. On fera l'acquisition de quatre laboratoires nucléaires mobiles qui seront entreposés respectivement en Colombie-Britannique, au Manitoba, en Ontario et en Nouvelle-Écosse. Chacun comprendra un véhicule équipé d'une série d'appareils de saisie, d'analyse et de communication de données. Les laboratoires mobiles ainsi équipés permettront aux équipes scientifiques de préciser *in situ* la nature et l'étendue de la contamination radiologique et de prévoir les schémas de dissémination de la contamination.

## Perspectives d'avenir

**La grappe s'occupant des incidents radiologiques/nucléaires continuera d'évaluer les écarts et de sélectionner les projets qui répondent à ses besoins.**



## Récupération des éléments de preuve matériels sur les lieux de crimes contaminés par des armes chimiques ou biologiques

### RESPONSABLE DU PROJET :

Gendarmerie royale du Canada

### PARTENAIRES FÉDÉRAUX :

Recherche et développement pour la défense Canada (Suffield),  
Santé Canada

### AUTEURS :

D<sup>re</sup> Della Wilkinson, Pièce 503,  
Immeuble des SNP, 1200, promenade  
Vanier, Ottawa (Ont.) K1A 0R2.  
tél : (613) 993-3059,  
courriel :  
della.Wilkinson@rcmp-grc.gc.ca

## Objectifs

En 2001, lorsque des lettres contenant le bacille du charbon l'ont circulé aux É.-U., les spécialistes de l'identité judiciaire (SIJ) ne disposaient d'aucune instruction permanente (IP) pour l'examen de ce type d'élément de preuve matériel en vue d'obtenir des empreintes ou de l'ADN. Le principal objectif du projet est d'établir des IP pour la collecte d'éléments de preuve sur les lieux de crimes contaminés par des armes chimiques (AC) ou biologiques (AB). Voici les étapes prévues pour atteindre cet objectif :

1. Observation des effets des agents de décontamination (CASCAD et MODEC) sur les empreintes et l'ADN (terminée);
2. Détermination de l'effet des armes chimiques sur le prélèvement d'empreintes à l'aide des méthodes actuelles de détection chimique (terminée);
3. Détermination de l'effet des armes chimiques sur l'intégrité de l'ADN (terminée);
4. Détermination de la stabilité de certaines armes chimiques lors de protocoles d'extraction de l'ADN (en cours);
5. Détermination de la robustesse des bactéries non pathogènes lors de prélèvements par écouvillons FTA<sup>MD</sup> pour la collecte et la conservation d'échantillons médico-légaux d'ADN (terminée);
6. Détermination de la robustesse des bactéries non pathogènes lors de protocoles d'extraction de l'ADN (terminée);
7. Détermination de l'effet des armes biologiques sur l'intégrité de l'ADN et de la robustesse des bactéries lors de protocoles d'extraction de l'ADN (en cours).

Les IP qui résulteront fourniront aux SIJ, qui font partie des premiers intervenants en cas d'incident CBRN, des renseignements sur la méthode la plus efficace pour prélever les empreintes, de l'ADN et des éléments de preuve liés aux chaussures, aux cheveux et aux fibres. Ces renseignements viennent combler des lacunes dans le domaine de priorité d'investissement de l'IRTC : « Expertise en matière d'enquête criminelle ».

## Progrès récents

Les agents de décontamination ont un effet destructeur tant sur les empreintes que sur l'ADN. Toutes les méthodes standard de détection chimique des empreintes en présence de certaines armes chimiques ont été utilisées, sauf les méthodes de détection de la peroxydase dans le sang. Cette recherche initiale a été effectuée en 2000 grâce à la collaboration de scientifiques à RDDC Suffield. D'autres travaux en collaboration avec RDDC Suffield et un contrat avec l'Université de la Colombie-Britannique, qui ont été menés à terme en 2003, ont permis d'identifier quatre armes chimiques qui empêchent de récupérer les profils ADN à des fins judiciaires.

La stabilité des bactéries non pathogènes lors de l'application de protocoles standard de prélèvement et d'extraction d'ADN a été étudiée en 2003 dans le cadre d'un contrat avec le Centre de recherche en microbiologie environnementale (CREM) de l'Université d'Ottawa. Il ressort des résultats obtenus que les écouvillons FTA<sup>MD</sup> ne pouvaient pas inactiver les bactéries choisies. Toutefois, elles étaient détruites lorsqu'on utilisait un tampon lyse dans la procédure d'extraction de l'ADN, les bactéries sporulées requérant l'application de chaleur (95 °C pendant 30 minutes) pour une destruction totale.

## Perspectives d'avenir

**La stabilité des armes chimiques qui n'ont pas empêché l'établissement du profil d'ADN est étudiée dans le cadre d'un contrat en cours avec des scientifiques travaillant à The Netherlands Organization of Applied Scientific Research-Prins Maurits Lab (TNO-PML).**

**Un protocole d'entente avec des scientifiques du Centre de mesures et d'interventions d'urgence de Santé Canada a été conclu pour poursuivre la recherche sur l'ADN à l'aide de bactéries pathogènes.**



## Simulateur d'incident chimique : une nouvelle approche pour déterminer les besoins en matière de défense passive

### AUTEURS :

M.J.G. Linders, C.A. van Beest,  
P. Brassier, L.F.G. Geers, G. van 't Hof,  
R.A. Rumley-van Gurp,  
R.P. Sterkenburg, S.C. van Swieten,  
H.W. Zappey, A.R.T. Hin et  
M.W. Leeuw, TNO – Prins Maurits  
Laboratorium, Postbus 45, 2280 AA  
Rijswijk, Pays-Bas,  
+31 15 284 3303,  
courriel : brassier@pml.tno.nl.

## Objectifs

Traditionnellement, on privilégiait la défense passive comme moyen de contrer la menace d'une attaque biochimique. La défense passive englobe l'ensemble des mesures disponibles au soldat : détection et identification, sécurité physique, mesures de prévention médicale et décontamination.

La modélisation et la simulation constituent des activités de plus en plus importantes et pourraient influencer grandement sur la défense passive. Traditionnellement, le principal objectif était l'évaluation de la menace chimique au moyen du concept de niveaux de défis. Au fur et à mesure que le tableau des menaces change, l'évaluation des menaces biologiques et de celles exercées par des produits chimiques toxiques (industriels) devient également un problème important (notamment les déversements qui ne constituent pas une attaque).

On a utilisé l'évaluation de la menace comme point de départ pour définir les besoins en matière de système de défense passive. Auparavant, on déterminait de tels besoins plus ou moins en fonction de la situation du moment. Le laboratoire Prins Maurits de la TNO a élaboré une approche systémique, fondée sur des scénarios pour modéliser toute la chaîne des mesures de défense passive, afin de calculer les niveaux de défis et le nombre de victimes. Il est alors possible d'étudier les effets des prescriptions en matière de

défense passive, en fonction de ces niveaux, améliorant ainsi le processus de sélection.

Le simulateur d'incident chimique (SIC) simule des événements qui comprennent la défense passive pour contrer les agents de guerre chimique. Le modèle commence en mode « déversement, transport et dispersion », en fonction duquel l'agent est déversé conformément à un scénario d'incident. Le modèle génère des courbes de concentration en fonction du temps d'exposition pour les détecteurs, les masques, les combinaisons, les filtres et les personnes inclus dans le scénario. En outre, il calcule les niveaux de défis pour la cible globale. Au cours de l'étape suivante, le modèle est en mode de détection; une alarme retentit dès la détection du déversement d'un agent chimique. Ces alarmes de détection et les courbes d'exposition servent de données d'entrée au mode suivant, dans le cadre duquel les modèles de protection de la peau et des voies respiratoires sont enclenchés. Ces modèles calculent l'ampleur de la protection offerte par l'équipement de protection. Il en résulte des courbes d'exposition aux liquides, aux vapeurs et aux aérosols, pour les poumons, les yeux et la peau. Pour le mode final, le modèle des effets toxiques convertit les courbes d'exposition en nombre de victimes parmi le personnel. Il est nécessaire d'utiliser des scénarios (p. ex., attaques ou incidents) comme données pour les modèles. Au fil des ans, on a recueilli un nombre considérable

de scénarios et on a élaboré une base de données pour en faciliter l'extraction. Le scénario tient compte de tous les facteurs pertinents nécessaires au calcul des niveaux de défis (p. ex., données sur les cibles, caractéristiques des armes, caractéristiques des agents chimiques et effets météorologiques). De plus, on peut choisir différents états d'alerte NBC (protection orientée selon la mission – POSM). Ces états varient de « bas », lorsqu'il n'est pas nécessaire de porter de l'équipement de protection ou un masque, à « élevés », lorsque le soldat doit être complètement protégé. Chaque état d'alerte comporte un intervalle de temps pour indiquer à quel moment on doit revêtir un masque et la combinaison de protection appropriés. Les données concernant les niveaux de défis, les concentrations et les dépôts sont également stockés dans la base de données.

## Progrès récents

Le simulateur d'incident chimique simule la dispersion d'agents de guerre chimique (et également, à l'avenir, d'agents industriels et d'agents de guerre biologique), les réponses des détecteurs, les effets de l'équipement de protection et les réactions toxicologiques chez les humains, dans le cadre de plusieurs scénarios. Il faut d'abord définir les scénarios en précisant les caractéristiques de l'incident, comme la cible, le terrain, le climat, les armes, l'agent, etc.; les

déploiements de personnel – le type de protection disponible (masque, combinaison); le déploiement des détecteurs – détecteur unique, réseau de détecteurs, leur emplacement; et l'état d'alerte NBC. Par la suite, le modèle calcule « l'émission et le transport d'un agent » en fonction du scénario, pour obtenir des courbes de concentration en fonction du temps, aux emplacements des détecteurs et du personnel.

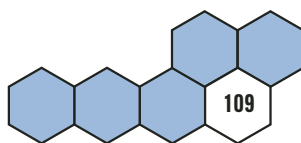
En ce qui concerne l'émission, le transport et la diffusion, on utilise le programme de simulation RAP2000, élaboré par le laboratoire Prins Maurits de TNO. Le moteur de RAP2000 est constitué d'une série de modèles de prédiction de quantités physiques, comme la concentration et le dépôt en surface en fonction du temps et de l'emplacement, selon un scénario d'émission d'agent chimique ou biologique. Le RAP2000 se fonde sur le postulat que chaque attaque chimique ou biologique, y compris les diffusions linéaires, peut être divisée en sources uniques. On entend par source unique, un nuage de gouttelettes de vapeur et de liquide dont la distribution de la masse selon les trois dimensions peut être représentée par une gaussienne. La source unique est divisée en bouffées de vapeur initiales suivie de plusieurs bouffées renfermant des gouttelettes de même dimension.

Le modèle du détecteur peut simuler les systèmes de détection de vapeurs et de liquides. Pour la détection de vapeurs, trois aspects sont modélisés : la sensibilité, le temps de réaction et le temps

mort. Le modèle de détection de liquides simule le comportement des papiers détecteurs, qui sont utilisés par les Néerlandais et par de nombreuses forces de défense. Ce modèle simule le virage des couleurs des papiers en fonction de la densité des dépôts et des dimensions des gouttelettes. Les résultats du détecteur théorique sont corrigés pour les procédures de détection opérationnelle et la contamination résiduelle.

Le modèle concernant la protection cutanée – celui concernant la combinaison – calcule la concentration des agents de guerre qui pénètrent les vêtements NBC. La vapeur est adsorbée sur le charbon de la tenue de protection NBC. Le modèle calcule la concentration d'agent qui s'est infiltré selon le type vêtement de protection NBC, sa concentration à l'extérieur, la température, la vitesse du vent, le temps d'exposition, le type de vapeur, etc. Ce modèle comprend également un modèle simple pour les gouttes de liquides.

Le modèle de protection des voies respiratoires – le modèle concernant le masque – comprend deux parties : un modèle sur les filtres à charbon et un autre sur les fuites du masque. Le modèle relatif aux filtres à charbon prédit le temps de protection du filtre contre les vapeurs. Le modèle est valide pour la physisorption d'une grande variété de contaminants organiques. Les aspects climatiques, comme la température et l'humidité sont également des paramètres importants dont il faut tenir compte. Le modèle sur les





fuites est déterminé d'après des mesures du facteur de protection des personnes portant des masques à gaz sur le terrain. La concentration finale de vapeur qui atteint les yeux d'un soldat ou qu'il inhale est une moyenne basée sur la fraction de la pénétration à travers le filtre et des fuites sur les côtés du masque.

Pour estimer le nombre probable de victimes, le modèle des effets toxiques utilise comme données d'entrée les courbes de la concentration en fonction du temps tirées des modes de protection pulmonaire et corporelle. Ce modèle convertit les courbes d'exposition en nombre de victimes probables parmi le personnel, en présumant une relation probabiliste entre la dose et les effets. Il est possible d'estimer le nombre de victimes et ses spectres selon les divers effets sur la santé, par exemple les effets sur la vision et les voies respiratoires, les effets percutanés, que l'on divise en deux catégories (incapacitants et mortels), et selon divers niveaux de protection, par exemple aucune protection, combinaison seulement, masque seulement, masque et combinaison, et protection collective.

Tous les paramètres d'entrée, les descriptions de scénarios et les résultats sont stockés dans une base de données, ce qui en facilite l'accès et l'extraction. Il est possible d'effectuer des analyses des résultats de scénarios individuels et des analyses statistiques de tous les scénarios (ou d'un sous-ensemble). Les dépôts, la concentration et le nombre de victimes de la cible attaquée

constituent des résultats de scénarios individuels typiques. Les résultats d'analyses statistiques typiques comprennent la dose reçue, la menace de dépôt et le spectre des victimes.

Ainsi, le modèle de simulation d'incident chimique élimine en grande partie la subjectivité lors d'études de scénarios, et de l'achat d'équipement de protection et de détection. Le SIC peut simuler l'effet de la chaîne complète de défense passive de façon cohérente. La force du SIC réside dans le fait qu'il est possible de simuler cet effet pour un grand nombre de situations différentes et ainsi déterminer, de manière systématique, les besoins en défense passive. La démonstration du principe de simulation de la chaîne complète de protection a été faite. Il reste beaucoup de travail à faire pour raffiner cette approche, de sorte que le SIC puisse être un outil efficace pour l'établissement des besoins en situations réelles.

## Perspectives d'avenir

**Dans un avenir rapproché, au fur et à mesure que le module SIC évolue, on prévoit qu'un groupe d'utilisateurs du SIC sera mis sur pied; groupe auquel pourront se joindre les pays membres de l'OTAN.**

**Théoriquement, le système fournira un outil d'analyse à l'appui des processus de planification et de prise de décision. Le système appuiera éventuellement les opérations, sur le plan analytique, et agira comme interface avec un réseau intégré d'avertissement et d'observation, et apportera une capacité d'analyse en temps réel. Idéalement, le système devrait être en mesure de communiquer avec d'autres modèles de simulation d'effets d'explosion, de fragmentation, de feux, d'événements nucléaires et d'une combinaison de ces derniers.**

**Finalement, il faut noter que l'approche systémique pourrait également jouer un rôle dans l'élaboration de politiques de recherches, car elle permettra de souligner des faiblesses du système de défense passive, qu'il faut pallier.**

