



Analyses multivariées des facteurs de risque associés aux incidents d'exposition en laboratoire

Maryem El Jaouhari¹, Nicole Atchessi¹, Rojiemiahd Edjoc¹, Megan Striha^{1*}, Samuel Bonti-Ankomah¹

Cette oeuvre est mise à la disposition selon les termes de la licence internationale Creative Commons Attribution 4.0



Affiliation

¹ Direction générale de la sécurité sanitaire et des opérations régionales, Agence de la santé publique du Canada, Ottawa, ON

*Correspondance :

megan.striha@phac-aspc.gc.ca

Résumé

Contexte : Les laboratoires qui participent à l'étude des agents biologiques pathogènes présentent un risque inhérent d'exposition pour le personnel de laboratoire et la collectivité. Les activités de biosécurité et de biosûreté en laboratoire sont essentielles pour réduire au minimum la probabilité d'incidents découlant d'exposition involontaire. L'objectif de la présente étude est de décrire les facteurs associés à l'occurrence d'incidents d'exposition dans un laboratoire au moyen d'un modèle prédictif.

Méthodes : Le Système de surveillance de déclaration des incidents en laboratoire au Canada est un système de surveillance national qui recueille des données en temps réel à partir des rapports soumis sur les incidents de laboratoire impliquant des agents pathogènes humains et des toxines. Les données sur les incidents d'exposition en laboratoire datant de 2016 à 2020 ont été extraites du système. On a modélisé la fréquence des incidents d'exposition par mois, à l'aide d'une régression de Poisson avec plusieurs facteurs de risque possibles, incluant la saisonnalité, le secteur, le type d'occurrence, les causes fondamentales, le rôle et le niveau d'éducation des personnes exposées, ainsi que les années d'expérience en laboratoire. Une méthode de sélection pas à pas a été utilisée pour élaborer un modèle parcimonieux en tenant compte des facteurs de risque importants identifiés dans la littérature.

Résultats : Après avoir pris en compte d'autres variables du modèle, on a constaté que 1) pour chaque cause fondamentale liée à l'interaction humaine, le nombre mensuel d'incidents d'exposition devrait être 1,11 fois plus élevé que le nombre d'incidents sans interaction humaine ($p = 0,0017$) comme cause fondamentale; et 2) pour chaque cause fondamentale normale liée à la procédure opérationnelle, le nombre mensuel d'incidents d'exposition devrait être 1,13 fois plus élevé que le nombre d'incidents sans procédure opérationnelle normalisée liée à la cause fondamentale ($p = 0,0010$).

Conclusion : Les activités de biosécurité et de biosûreté en laboratoire devraient cibler ces facteurs de risque afin de réduire la fréquence des incidents d'exposition. Des études qualitatives sont nécessaires pour fournir un meilleur raisonnement quant à l'association de ces facteurs de risque à la survenue d'incidents d'exposition.

Citation proposée : El Jaouhari M, Atchessi N, Edjoc R, Striha M, Bonti-Ankomah S. Analyses multivariées des facteurs de risque associés aux incidents d'exposition en laboratoire. *Relevé des maladies transmissibles au Canada* 2022;48(7/8) :385–91. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i78a06f>

Mots-clés : expositions en laboratoire, infections contractées en laboratoire, facteur de risque, agents pathogènes humains et toxines



Introduction

Le travail en laboratoire sur l'étude d'agents biologiques présente un risque inhérent d'exposition pour le personnel de laboratoire et la collectivité. Bien que les lignes directrices en matière de biosécurité et de biosûreté des laboratoires aient considérablement progressé, il reste à orienter les décisions d'atténuation des risques pour cibler les risques les plus importants associés aux incidents d'exposition (1).

Plusieurs facteurs de risque identifiés dans la littérature sont associés aux incidents d'exposition dans un laboratoire, les facteurs les plus importants étant les erreurs humaines (2,3). Les études de cas ont montré que les facteurs de risque communs associés aux incidents d'exposition découlent d'une utilisation inappropriée de l'équipement de protection individuelle (4-6), de la formation insuffisante du personnel (7,8) et du nombre d'années d'expérience professionnelle moindre (9). D'autres études de cas ont révélé que les tâches à risque élevé (9) et le travail avec des aiguilles (4,10,11) ont également été associés à la survenue d'incidents d'exposition. De plus, les facteurs de risque identifiés dans une étude de cas-témoins et une étude transversale comprenaient le manque de procédures opérationnelles normalisées (PON) (12) et l'évaluation inadéquate des risques de biosécurité (13), respectivement.

Bien que ces études soient importantes pour déterminer les tendances dans la survenue d'incidents d'exposition, les études de cas peuvent ne pas être généralisables dans tous les milieux de laboratoire. De plus, bon nombre de ces études utilisent des statistiques descriptives pour déterminer les facteurs de risque qui peuvent produire des biais (2,3,6,9,13). Ces études représentaient surtout des rapports transversaux ou des rapports de cas, et elles peuvent ne pas saisir les facteurs de risque les plus importants qui contribuent aux incidents d'exposition. Afin d'atténuer adéquatement les risques, il est essentiel d'accorder la priorité aux facteurs de risque associés aux incidents d'exposition qui ont été identifiés par la surveillance sur une plus longue période. Afin de déterminer les facteurs de risque importants associés à une augmentation ou une diminution des incidents d'exposition, des analyses inférentielles utilisant les données de surveillance existantes sur une longue période sont justifiées.

Dans le présent article, les données de surveillance ont été analysées et un modèle mathématique prédisant les facteurs de risque associés aux incidents d'exposition a été élaboré. Ce modèle pourrait aider les installations autorisées à établir la priorité quant aux activités de biosécurité et de biosûreté en laboratoire portant sur les facteurs de risque importants, afin de réduire la fréquence des incidents d'exposition à l'avenir.

Méthodes

Source de données

Le système de surveillance de déclaration des incidents en laboratoire au Canada (DILC) recueille des données en temps réel sur les incidents de laboratoire autorisés impliquant des agents pathogènes humains et des toxines. Il s'agit du seul système de surveillance obligatoire qui est tenu de recueillir les incidents d'exposition auprès des laboratoires autorisés partout au Canada. Les rapports de déclaration et de suivi des incidents de laboratoire sont reçus par l'intermédiaire du Portail de la biosûreté, puis saisis par le système interne de gestion des relations avec la clientèle.

Les incidents d'exposition ont été définis comme étant ceux qui peuvent causer une infection ou une intoxication ou qui entraînent une infection acquise en laboratoire, soupçonnée ou confirmée, impliquant des agents pathogènes humains et des toxines, en vertu de la *Loi sur les agents pathogènes humains et les toxines* (14) et du *Règlement sur les agents pathogènes humains et les toxines* (15).

Les données extraites de ce système portaient sur les incidents d'exposition qui ont eu lieu entre le 1^{er} janvier 2016 et le 31 décembre 2020. Les incidents qui n'avaient pas de date d'occurrence connue étaient également inclus s'ils avaient été signalés au cours de cette période. Les données des rapports de suivi les plus récents ont été utilisées pour l'analyse, tandis que les données des rapports initiaux ont été utilisées lorsque les rapports de suivi ou les données correspondantes n'étaient pas présents à la date d'extraction des données, le 8 février 2021. Les données extraites ont été nettoyées et inspectées pour déceler toute valeur manquante, les doublons ou valeur aberrante.

Analyse de données

Les données du système de surveillance DILC ont été importées dans SAS EG 7.1 pour effectuer des manipulations de données et des analyses multivariées. La base de données initiale contenait 284 lignes recueillies sur cinq ans, chaque ligne contenant un incident. Un incident peut comporter plusieurs types d'événements et plusieurs causes fondamentales peuvent être identifiées pour un même incident. Les données ont été transformées afin d'obtenir un dénombrement mensuel des incidents d'exposition et d'examiner leur saisonnalité sur une période de cinq ans. Au cours de cette transformation, 284 incidents d'exposition individuels ont été regroupés par mois pour donner lieu à 60 observations mensuelles. La taille de l'échantillon était plus faible en raison de la transformation des incidents signalés par ligne en incidents signalés par mois par ligne. Trois mois ont été exclus de notre échantillon parce qu'aucun incident n'a été signalé. L'ensemble de données final contenait 57 observations.



Une régression de Poisson a été utilisée pour modéliser l'occurrence d'incidents d'exposition par mois parce que les données de dénombrement ne sont pas normalement distribuées. À l'aide d'une méthode de sélection pas à pas, les variables indépendantes suivantes ont été analysées : la saisonnalité (année, mois); le dénombrement mensuel du secteur (hospitalier, universitaire, gouvernemental, environnemental, secteur privé, santé publique, vétérinaire); le type d'occurrence (lié à un animal, équipement, insecte, perte de confinement, équipement de protection personnelle, procédure, objet tranchant, déversement, raison inconnue, autre); les causes fondamentales (formation, communication, équipement, interaction humaine, gestion, PON, autres); le rôle (technicien, étudiant, chercheur, gestionnaire, préposé aux animaux, autre); le niveau d'éducation de la personne exposée (secondaire, technique, diplôme universitaire); et la voie d'exposition (inhalation, inoculation, absorption, autre). Le nombre mensuel de personnes touchées ainsi que les années médianes d'expérience en laboratoire exprimées à l'aide des points de données mensuels ont également été inclus dans l'analyse.

On a d'abord effectué des analyses univariées et bivariées afin d'explorer les associations entre les variables indépendantes prédictives et la variable de résultat d'intérêt. Des paramètres significatifs indépendants identifiés dans les analyses bivariées ont été inclus dans l'analyse de régression de Poisson multivariée. Une valeur p de 0,05 a été choisie comme seuil d'approbation pour l'entrée et la sortie dans la procédure pas à pas. Une sélection pas à pas des variables a été effectuée par des groupes de variables afin d'identifier les facteurs associés à la survenue d'incidents d'exposition en raison du nombre élevé de variables et de la petite taille de l'échantillon.

Résultats

De 2016 à 2020, 614 personnes ont été exposées dans le cadre des 284 cas d'exposition confirmés signalés aux DILC. La fréquence mensuelle moyenne des incidents était de 4,98. Les caractéristiques de laboratoire des incidents d'exposition se trouvent au **tableau 1**. Dans cet ensemble de données, les années médianes d'expérience en laboratoire étaient de 7,25. La plupart des personnes exposées détenaient un diplôme technique/professionnel (66,3 %) ou un baccalauréat (25,5 %) et appartenaient au secteur hospitalier (57,5 %), universitaire (17,7 %) ou privé (11,2 %). La plupart des personnes exposées étaient des techniciens/technologues (74,9 %). Chez les personnes exposées, la voie d'exposition la plus courante aux agents pathogènes humains et aux toxines était l'inhalation (62,2 %) ou l'inoculation (14,2 %). Les types d'occurrences les plus fréquemment signalés étaient les types procéduraux (23 %) et les types relatifs aux objets tranchants (22,0 %). Les procédures d'opérations normalisées (25,6 %) et les interactions humaines (19,4 %) étaient les causes fondamentales les plus souvent citées. Des données descriptives supplémentaires sur

les incidents d'exposition se trouvent dans nos rapports annuels entre 2016 et 2020 (2,16–19).

Tableau 1 : Analyses descriptives et bivariées de toutes les variables prédictives des incidents d'exposition

Variables	Incidents d'exposition		Coefficient	valeur p
	n	%		
Cause fondamentale (N = 679)				
Formation	72	10,6	1,28	< 0,0001
Communication	73	10,8	1,35	< 0,0001
Équipement	84	12,4	1,32	< 0,0001
Interaction humaine	132	19,4	1,22	< 0,0001
Gestion	75	11,0	1,37	< 0,0001
PON	174	25,6	1,22	< 0,0001
Autre	69	10,2	1,24	0,0001
Type d'occurrence (N = 378)^a				
Lié aux animaux	17	4,5	1,29	0,0077
Équipement	23	6,1	1,25	0,0002
Perte de confinement	18	4,8	1,55	< 0,0001
EPI	45	11,9	1,27	< 0,0001
Objet tranchant	83	22,0	1,30	< 0,0001
Procédure	87	23,0	1,28	< 0,0001
Déversement	45	11,9	1,40	< 0,0001
Raison inconnue	11	2,9	1,11	0,4005
Autre	49	12,9	1,27	< 0,0001
Rôle (N = 614)				
Technicien	460	74,9	1,03	< 0,0001
Étudiant	58	9,4	1,25	0,0001
Chercheur	18	2,9	1,21	0,0185
Préposé aux animaux	7	1,1	1,25	0,1714
Gestionnaire	15	2,4	1,22	0,0058
Autre	56	9,1	1,15	< 0,0001
Secteur (N = 273)				
Hospitalier	95	34,8	1,27	< 0,0001
Universitaire	101	37,0	1,26	< 0,0001
Environnemental	2	0,7	1,43	0,1955
Privé	29	10,6	1,15	0,0671
Santé publique	29	10,6	1,38	< 0,0001
Vétérinaire	10	3,7	1,10	0,5149
Autre gouvernement	7	2,6	1,42	0,0292
Éducation (N = 510)				
Études secondaires	42	8,2	1,09	< 0,0001
Technique	338	66,3	1,03	< 0,0001
Université (baccalauréat)	130	25,5	1,05	0,0001

**Tableau 1 : Analyses descriptives et bivariées de toutes les variables prédictives des incidents d'exposition (suite)**

Variables	Incidents d'exposition		Coefficient	valeur p
	n	%		
Voie d'exposition (N = 614)				
Inoculation	87	14,2	1,32	< 0,0001
Inhalation	382	62,2	1,02	< 0,0001
Absorption	48	7,8	1,29	< 0,0001
Autre	97	15,8	1,02	0,0226
Années d'expérience (médiane)	7,25	s.o.	1,01	0,6020

Abréviations : EPI, équipement de protection individuelle; PON, procédure opérationnelle normalisée; s.o., sans objet

^a Aucun incident d'exposition n'était lié aux insectes

Les résultats de l'analyse de régression bivariée se trouvent également au tableau 1. La relation entre le résultat d'intérêt (nombre d'incidents d'exposition par mois) et chaque variable indépendante a été déterminée par régression de Poisson. Les exposants des coefficients de régression estimés et des valeurs p sont énumérés au tableau 1.

Les analyses de régression de Poisson multivariées pour l'association entre le nombre d'incidents d'exposition et les variables prédictives indépendantes sont présentées au **tableau 2**. Les exposants des coefficients de régression estimés et des valeurs p sont énumérés au tableau 2. En tenant compte des facteurs de risque importants identifiés dans la littérature, on a élaboré un modèle parcimonieux, qui comprenait les variables prédictives suivantes : l'interaction humaine et les questions de PON comme causes fondamentales; et les rôles (y compris les étudiants et les techniciens). Les analyses ont révélé que le fait d'avoir un rôle d'étudiant ou de technicien/technologue en laboratoire n'était pas associé de façon significative au nombre d'incidents d'exposition par mois. On a constaté que, pour chaque interaction humaine et cause fondamentale liée aux PON, le nombre mensuel d'incidents d'exposition devrait être 1,11 fois plus élevé ($p = 0,0017$) que pour les incidents sans interaction humaine comme cause fondamentale, après contrôle d'autres variables du modèle. On a également constaté que pour chaque cause fondamentale liée aux PON, le nombre mensuel d'incidents d'exposition devrait être 1,13 fois plus élevé ($p = 0,0010$) que pour les incidents sans cause fondamentale liée aux PON, après contrôle d'autres variables.

Tableau 2 : Analyse multivariée des incidents d'exposition par facteurs de risque à l'aide de la régression de Poisson (modèle 1)

Paramètres	Coefficient ^a	ET	Coefficient (IC à 95 %)	valeur p
Étudiant	1,04	0,0584	0,92; 1,16	0,5488
Technicien	1,00	0,0055	0,99; 1,01	0,6444
Interaction humaine	1,11	0,0347	1,04; 1,19	0,0017
PON	1,13	0,0362	1,05; 1,21	0,0010

Abréviations : ET, erreur type; IC, intervalle de confiance; PON, procédure opérationnelle normalisée

^a Les exposants des coefficients de régression estimés après contrôle pour d'autres variables

Les analyses de régression de Poisson bivariées pour l'association entre le nombre d'incidents d'exposition et la saisonnalité sont présentées dans le **tableau 3**. Les exposants des coefficients de régression estimés et des valeurs p sont énumérés au tableau 3. Les analyses ont révélé que le mois de juin était associé de façon significative à une diminution des cas d'exposition par rapport à décembre ($p = 0,0286$).

Tableau 3 : Analyse bivariée des incidents d'exposition par saisonnalité à l'aide de la régression de Poisson (modèle 2)

Paramètre (mois) ^a	Exposant (estimation)	ET	Exposant (IC à 95 %)	valeur p
Janvier	0,89	0,2928	0,50, 1,58	0,6987
Février	0,98	0,2849	0,56, 1,72	0,9496
Mars	0,86	0,2782	0,50, 1,48	0,5795
Avril	0,75	0,2887	0,43, 1,32	0,3190
Mai	1	0,2673	0,59, 1,69	1,000
Juin	0,45	0,3684	0,22, 0,91	0,0286
Juillet	1	0,2673	0,59, 1,69	1,000
Août	0,82	0,2814	0,47, 1,43	0,4845
Septembre	1,07	0,2628	0,64, 1,79	0,7929
Octobre	0,86	0,2782	0,51, 1,48	0,5795
Novembre	0,93	0,2724	0,55; 1,58	0,7855

Abréviations : ET, erreur type; IC, intervalle de confiance

^a Catégorie de référence = décembre

Discussion

Notre objectif principal dans le cadre de cette étude était de déterminer les facteurs de risque associés aux incidents d'exposition survenant en laboratoire au moyen d'un modèle prédictif. Les analyses de régression de Poisson multivariées ont révélé que l'interaction humaine et les causes fondamentales associées aux PON étaient étroitement liées à la survenue d'incidents d'exposition. Les analyses bivariées indiquent que le nombre mensuel d'incidents d'exposition a également été significativement plus faible en juin.



Au moyen d'une analyse descriptive, des études antérieures ont permis de relever ce qui suit : 1) le manque de sensibilisation ou de conformité aux PON; et 2) les interactions humaines comme principales causes fondamentales (2,3,12). Cependant, notre étude a fourni des estimations ajustées qui quantifient et confirment la contribution de ces causes à l'augmentation des incidents d'exposition. L'interaction humaine était communément décrite comme, mais pas seulement, une violation (couper les coins ronds, ne pas suivre la procédure correcte, dévier de la PON) ou une erreur (écart, moment d'inattention ou une sorte de dérapage) (18). Les problèmes liés à la PON ont été décrits comme des documents qui ne sont pas suivis correctement pour la tâche ou comme des PON qui ne sont pas en place (18).

Les techniciens et les technologues étaient généralement identifiés comme étant ceux qui étaient le plus souvent impliqués dans des incidents d'exposition comparativement à d'autres personnes présentes dans les laboratoires (2,3,20). Ces résultats antérieurs étaient fondés sur des statistiques descriptives et pourraient s'expliquer par le nombre élevé de technologues et de techniciens travaillant en laboratoire (2,3,20); cependant, le modèle multivarié de notre étude a mis en évidence que la contribution du rôle des techniciens à l'augmentation des incidents d'exposition n'était pas significative, alors que les autres variables demeurent constantes. Les décisions d'atténuation des risques dans les installations autorisées devraient principalement viser l'interaction humaine et le manque de respect des PON, afin d'éviter les incidents d'exposition.

Contrairement à la preuve largement répandue que l'expérience de travail est corrélée avec le risque d'erreurs (21), notre étude n'a pas trouvé d'association entre les années médianes d'expérience et l'augmentation du nombre d'incidents d'exposition. Ce résultat pourrait être attribuable au manque de granularité de la variable expérience de travail qui résume les années d'expérience de toutes les personnes touchées au cours d'un mois donné.

Lorsqu'on considère la saisonnalité comme un facteur ayant contribué à l'apparition d'incidents d'exposition, nos résultats révèlent que le mois de juin a connu un nombre d'incidents d'exposition beaucoup plus faible. On en ignore la raison; cependant, une explication possible pourrait être une diminution de la main-d'œuvre de laboratoire durant l'été en raison des vacances d'été, ce qui réduirait le nombre d'interactions humaines et par conséquent le nombre d'incidents d'exposition.

Les résultats de cette étude pourraient être utilisés pour informer les installations autorisées des facteurs associés aux incidents d'exposition, de sorte que des mesures adéquates soient mises en œuvre pour réduire au minimum la probabilité d'incidents d'exposition. Les interactions humaines, le non-respect des PON et la saisonnalité sont des facteurs importants à prendre en compte pour réduire la fréquence des incidents d'exposition;

cependant, des recherches qualitatives sont nécessaires pour mieux comprendre ces résultats. Une étude qualitative permettrait de déterminer la raison pour laquelle ces facteurs contribuent aux incidents d'exposition et la manière de laquelle ils peuvent être traités adéquatement en laboratoire afin d'éviter ou de réduire les incidents d'exposition.

Forces et faiblesses

La principale force de cette étude est l'utilisation de statistiques inférentielles et de modèles multivariés pour identifier les facteurs de risque associés à la survenue d'incidents d'exposition. La majorité des études antérieures utilisent des statistiques descriptives pour identifier les facteurs de risque qui peuvent introduire des biais en raison de variables confusionnelles potentielles. L'utilisation de statistiques descriptives est également limitée puisque celles-ci ne tiennent pas compte des relations entre les variables et ne peuvent donc être utilisées que pour décrire et rapporter les observations. Grâce à l'utilisation d'analyses inférentielles, nous avons pu déterminer quels facteurs ont contribué de façon significative à l'apparition d'incidents d'exposition ainsi que l'ampleur de leurs effets au moyen d'un modèle prédictif. Cette étude a également profité de l'utilisation des données de surveillance nationales existantes sur une plus longue période par rapport aux articles publiés précédemment, ce qui a permis d'identifier plus précisément les facteurs de risque les plus importants qui prédisent la survenue d'incidents d'exposition. Notre modèle prédictif pourrait aider les installations autorisées à établir la priorité quant aux activités de biosécurité et de biosûreté en laboratoire portant sur les facteurs de risque identifiés afin de réduire la fréquence des incidents d'exposition à l'avenir.

La limite la plus importante de cette étude était la faible taille de l'échantillon en raison de la transformation des données en données mensuelles, une procédure qui était nécessaire pour effectuer les analyses multivariées et pour examiner la saisonnalité. De plus, le système de surveillance des DILC ne saisit que l'information sur les personnes touchées et non sur l'ensemble du personnel du laboratoire. L'information sur l'ensemble du personnel de laboratoire pourrait être utile pour comparer les caractéristiques des personnes qui sont exposées et de celles qui ne le sont pas. D'ailleurs, le système de surveillance ne recueille pas suffisamment de données sur toutes les variables prédictives potentielles. Par exemple, le système recueille des données sur la surveillance de la gestion; néanmoins, des renseignements supplémentaires sur le rôle de la surveillance de la gestion dans le contrôle des risques de biosécurité et de biosûreté dans les laboratoires pourraient être utiles.

Conclusion

Cette étude a révélé que les interactions humaines et les problèmes liés aux PON étaient associés de façon significative à la survenue d'incidents d'exposition. Ces constatations sont également conformes à la littérature, qui souligne la nécessité



pour les installations autorisées d'examiner les protocoles de sécurité actuels concernant la conformité aux PON et les interactions humaines. Des recherches supplémentaires, comme des études qualitatives, sont nécessaires pour fournir un meilleur raisonnement quant à l'association de ces facteurs de risque à la survenue d'incidents d'exposition.

Déclaration des auteurs

M. E. J. — Méthodologie, enquête, rédaction de l'ébauche originale, révision et édition

N. A. — Méthodologie, enquête, rédaction de l'ébauche originale, examen et édition, supervision

R. E. — Conceptualisation, méthodologie, recherche, révision et édition, supervision

M. S. — Rédaction-révision et édition

S. B. A. — Rédaction-révision et édition

Intérêts concurrents

Aucun.

Remerciements

Nous tenons à remercier nos parties réglementées pour leur appui constant et leur contribution au signalement des incidents partout au Canada. Nous tenons également à remercier tout particulièrement le personnel du Centre de la biosûreté pour sa contribution, son soutien et son expertise continus.

Financement

Aucun.

Références

1. World Health Organization. Laboratory Biosafety Manual, 4th edition. Geneva (CH): WHO; 2020. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311>
2. Choucraallah D, Sarmiento L, Ettles S, Tanguay F, Heisz M, Falardeau E. Surveillance des expositions en laboratoire aux agents pathogènes humains et aux toxines : Canada 2018. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2019;45(9):268–76. DOI
3. Wurtz N, Papa A, Hukic M, Di Caro A, Leparç-Goffart I, Leroy E, Landini MP, Sekeyova Z, Dumler JS, Bădescu D, Busquets N, Calistri A, Parolin C, Palù G, Christova I, Maurin M, La Scola B, Raoult D. Survey of laboratory-acquired infections around the world in biosafety level 3 and 4 laboratories. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 2016;35(8):1247–58. DOI
4. Center for Disease Control and Prevention. Laboratory-acquired vaccinia exposures and infections--United States, 2005-2007. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2008;57(15):401–4. PubMed
5. Barry M, Russi M, Armstrong L, Geller D, Tesh R, Dembry L, Gonzalez JP, Khan AS, Peters CJ. Treatment of a Laboratory-Acquired Sabiá Virus Infection. N Engl J Med 1995;333(5):294–6. DOI
6. Sejvar JJ, Johnson D, Popovic T, Miller JM, Downes F, Somsel P, Weyant R, Stephens DS, Perkins BA, Rosenstein NE. Assessing the risk of laboratory-acquired meningococcal disease. J Clin Microbiol 2005;43(9):4811–4. DOI
7. Lim PL, Kurup A, Gopalakrishna G, Chan KP, Wong CW, Ng LC, e Se-Thoe SY, Oon L, Bai X, Stanton LW, Ruan Y, Miller LD, Vega VB, James L, Ooi PL, Kai CS, Olsen SJ, Ang B, Leo YS. Laboratory-Acquired Severe Acute Respiratory Syndrome. N Engl J Med 2004;350(17):1740–5. DOI
8. Shoa Y-s, Ma S-h, Wang Y-p, Tao P-h. Reinforcement of standardized management of hospital infection in clinical laboratory. Chinese J Nosocomiology 2011;21(1):117–8. http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-ZHYY201101055.htm
9. Center for Disease Control and Prevention (CDC). Laboratory exposure to Burkholderia pseudomallei - Los Angeles, California, 2003. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2004;53(42):988–90. <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5342a3.htm>
10. Hsu CH, Farland J, Winters T, Gunn J, Caron D, Evans J, Osadebe L, Bethune L, McCollum AM, Patel N, Wilkins K, Davidson W, Petersen B, Barry MA; Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Laboratory-acquired vaccinia virus infection in a recently immunized person--Massachusetts, 2013. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2015;64(16):435–8. PubMed
11. Kortepeter MG, Martin JW, Rusnak JM, Cieslak TJ, Warfield KL, Anderson EL, Ranadive MV. Managing potential laboratory exposure to Ebola virus by using a patient biocontainment care unit. Emerg Infect Dis 2008;14(6):881–7. DOI
12. Ergönül Ö, Çelikbaş A, Tezeren D, Güvener E, Dokuzoğuz B. Analysis of risk factors for laboratory-acquired brucella infections. J Hosp Infect 2004;56(3):223–7. DOI
13. Bouza E, Sánchez-Carrillo C, Hernangómez S, José González M, Spanish Co-operative Group for the Study of Laboratory-acquired Brucellosis. Laboratory-acquired brucellosis: A Spanish national survey. J Hosp Infect 2005;61(1):80–3. DOI
14. Gouvernement du Canada. Loi sur les agents pathogènes humains et les toxines. L.C. 2009, ch. 24. Ottawa (ON) : Gouvernement du Canada; 2009. <https://lois-laws.justice.gc.ca/fra/lois/h-5.67/TexteCompleet.html>
15. Santé Canada. Norme canadienne sur la biosécurité (NCB), Deuxième édition. Ottawa (ON) : SC; 2015; (accédé 2021-04-19). <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/normes-lignes-directrices-canadiennes-biosecurite/deuxieme-edition.html>



16. Bienek A, Heisz M, Su M. Surveillance des expositions en laboratoire aux agents pathogènes humains et aux toxines au Canada en 2016. Relevé des maladies transmissibles au Canada. 2017;43(11):259–68. [DOI](#)
17. Pomerleau-Normandin D, Heisz M, Tanguay F. Surveillance des expositions en laboratoire aux agents pathogènes humains et aux toxines au Canada en 2017 Relevé des maladies transmissibles au Canada 2018;44(11):337–44. [DOI](#)
18. Lien A, Abalos C, Atchessi N, Edjoc R, Heisz M. Surveillance des expositions en laboratoire aux agents pathogènes humains et aux toxines, Canada 2019. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2020;46(9):329–36. [DOI](#)
19. Atchessi N, Striha M, Edjoc R, Thompson E, Jaouhari M El, Heisz M. Surveillance des expositions en laboratoire aux agents pathogènes humains et aux toxines, Canada 2020. Relevé des maladies transmissibles au Canada, en 2020;47(10):468–76. [DOI](#)
20. Singh K. Laboratory-acquired infections. Clin Infect Dis 2009;49(1):142–7. [DOI](#)
21. Chow KM, Szeto CC, Chan MHM, Lui SF. Near-miss errors in laboratory blood test requests by interns. QJM 2005;98(10):753-6. [DOI](#)

Voulez-vous devenir pair examinateur?

Communiquez avec l'équipe de rédaction du RMTTC :
phac.ccdr-rmtc.aspc@canada.ca

RMTC RELEVÉ DES MALADIES TRANSMISSIBLES AU CANADA