

Légionellose : méthode de détection d'agrégats spatiotemporels

SYNTHÈSE MÉTHODOLOGIQUE

TRANSFERT DES CONNAISSANCES

JUILLET 2023

AVANT-PROPOS

Cette synthèse s'adresse aux équipes des directions de santé publique et du ministère de la Santé et des Services sociaux qui sont appelées à intervenir lors de l'apparition de cas de légionellose, en particulier en lien avec des installations de tours de refroidissement à l'eau pouvant servir à climatiser les bâtiments. Ces personnes disposeront de plus d'information sur une méthode et éventuellement d'outils, pour mieux identifier les agrégats spatiotemporels de cas de légionellose (deux ou plusieurs cas ayant un lien dans le temps et l'espace) méritant une investigation de santé publique et la recherche de sources potentielles.

Cette synthèse est le fruit d'une revue de littérature qui a permis de clarifier les paramètres d'investigation des agrégats et des installations de tours de refroidissement à l'eau ainsi que de l'application d'une méthode d'identification des agrégats aux données québécoises.

Des activités sont envisagées afin de poursuivre l'exploration de cette méthode aux fins de vigilance en santé publique, comme le développement d'outils destinés à en faciliter l'utilisation et un projet pilote dans certaines directions de santé publique.

CONTEXTE

Les éclosons de légionellose peuvent rapidement prendre une grande ampleur. Parmi les sources connues, les installations de tours de refroidissement à l'eau (ITRE) sont celles qui engendrent les éclosons les plus importantes, comme ce fut le cas à Québec en 2012 (9). Une écloson demande des investigations complexes et mobilise beaucoup de ressources, dans un contexte de perception élevée du risque, souvent de pression médiatique et publique et de responsabilités légales des autorités. Une investigation précoce des agrégats de cas peut permettre de mieux caractériser les sources potentielles et de contrôler plus rapidement les éclosons de légionellose.

Beaucoup a été fait pour améliorer la gestion de la légionellose au Québec, comme la mise à jour d'un [guide d'intervention à l'intention des directions de santé publique](#) (DSPublique) (18) et l'adoption d'une [réglementation sur les ITRE](#) par la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) en 2014 (19). Cette réglementation oblige les propriétaires d'ITRE entre autres à surveiller certains paramètres chaque mois et à apporter des correctifs lorsque nécessaire. Il demeure que l'ajout d'une méthode ou d'outils pour la détection d'agrégats contribuerait à faciliter l'intervention.

MÉTHODE DE BALAYAGE SPATIOTEMPOREL

Pour l'identification précoce d'agrégats de cas de légionellose, la méthode de balayage spatiotemporel de Kulldorff (13), implémentée dans le logiciel SaTScan (14), est retenue. Elle est d'ailleurs une méthode courante utilisée pour l'analyse quotidienne des données des cas de maladies infectieuses en temps quasi réel, notamment à Montréal (4) et aux États-Unis (6, 11). Une analyse de type prospectif est utilisée pour détecter les agrégats actifs ou en émergence (ceux qui surviennent dans la période la plus récente). Ainsi, une action en temps utile peut être réalisée.

Pour la COVID-19, cette méthode est largement utilisée (1, 2, 5, 7, 10). Le logiciel SaTScan, étant gratuit et accessible, a fortement contribué à son utilisation.

ADAPTATION D'UN OUTIL DÉVELOPPÉ AU DÉBUT DE LA PANDÉMIE DE COVID-19, POUR LA LÉGIONELLOSE

En juin 2020, l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) a développé un outil pour automatiser la détection quotidienne des agrégats spatiotemporels des cas de COVID-19 pour l'ensemble du Québec (15). Cet outil intègre les données des cas de COVID-19 ainsi que le logiciel SaTScan dans un programme SAS.

Un tel outil n'a pas encore été développé et testé à l'échelle provinciale pour les cas de légionellose. Toutefois, cette étude peut permettre d'en jeter les bases. L'utilité et la faisabilité de l'application de la méthode de balayage spatiotemporel pour la détection d'agrégats de cas de légionellose ont été évaluées selon différents modèles statistiques¹ et approches² dans le contexte d'application du logiciel SaTScan. Cette étude porte sur la détection rétrospective, en utilisant les données historiques, des agrégats de cas de légionellose ou de pneumonies potentiellement liés aux ITRE au Québec. Cela a permis d'identifier les paramètres les plus pertinents et les plus utiles pour les analyses prospectives. Cette étude cherche particulièrement à vérifier si cette méthode permet d'identifier les agrégats de cas de légionellose autour des ITRE et les caractéristiques de ces agrégats (p. ex. grandeur, nombre de cas et durée) et des dépassements aux ITRE (p. ex. concentrations en légionelles). Elle vérifiait aussi s'il était possible d'utiliser les cas de pneumonies enregistrés dans le Système d'information pour la gestion des urgences (SIGDU) afin de détecter de manière précoce les agrégats de légionellose, cette maladie se manifestant par une pneumonie, souvent acquise en communauté.

Ultimement, le projet souhaite fournir aux DSPublique un outil supplémentaire afin d'identifier les situations pouvant nécessiter une investigation épidémiologique plus approfondie et, au besoin, l'application de mesures de protection de la santé de la population.

À la lumière des résultats obtenus avec ces analyses rétrospectives, l'équipe envisage de tester en mode prospectif les modèles et les approches de détection des agrégats jugés plus performants et de développer un outil à utiliser dans le cadre d'un projet pilote avec quelques DSPublique. Advenant des résultats concluants, il est envisagé de peaufiner l'outil soutenant l'utilisation de la méthode, qui serait

¹ Les modèles statistiques Poisson et par permutation ont été évalués.

² Les approches focalisée (autour des ITRE) et générale (sans égard à la source de contamination potentielle) ont été évaluées.

alors disponible à l'ensemble des DSPublique. Une autre retombée de l'étude est que l'investigation des agrégats et des ITRE pourra également être adaptée en fonction des résultats obtenus sur les paramètres d'investigation à privilégier.

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

L'étude a comparé les résultats des agrégats obtenus selon différents modèles (Poisson, permutation) et approches (focalisée sur les ITRE et générale, qui n'est pas centrée sur une source potentielle) en estimant la performance de chaque modèle et chaque approche selon leur sensibilité et leur valeur prédictive positive (VPP).

La sensibilité mesure ici la proportion des éclosions de légionellose déclarées par les DSPublique qui sont détectées comme des agrégats de légionellose avec la méthode de balayage spatiotemporel.

La valeur prédictive positive est une mesure de la proportion des agrégats détectés avec la méthode qui correspond à des éclosions de légionellose déclarées par les DSPublique.

Dans l'analyse de la performance, les agrégats de légionellose détectés avec la méthode ont été comparés aux éclosions de légionellose déclarées dans les DSPublique. Les agrégats de légionellose détectés devraient minimalement identifier les éclosions majeures déclarées.

Des deux modèles de probabilité testés, celui de Poisson donne des résultats plus intéressants que celui de la permutation. Le modèle de Poisson calcule le nombre attendu d'agrégats de façon proportionnelle à la population, ce qui peut lui conférer un avantage.

Deux approches montrent des résultats intéressants : l'approche focalisée sur les ITRE dépassant le seuil de 100 000 UFC/L³ *Legionella pneumophila* (Lp) en utilisant le modèle de Poisson et l'approche générale, avec le modèle de Poisson également. Pour l'évaluation de l'utilisation des données du SIGDU, l'analyse de performance a été effectuée en comparant les agrégats de pneumonie détectés avec la méthode (SaTScan) aux agrégats de légionellose détectés avec la même méthode. La sensibilité et la valeur prédictive positive obtenues étaient faibles. À la lumière des essais réalisés à ce jour, il n'est donc pas recommandé de considérer les agrégats de pneumonie comme de potentielles éclosions de légionellose.

Les résultats de cette étude reposent sur des analyses rétrospectives et doivent être complétés par des analyses en mode prospectif pour fins de vigie/surveillance. Les analyses rétrospectives ont permis d'identifier le modèle et les approches à privilégier pour la détection d'agrégats spatiotemporels en mode prospectif : modèle de Poisson selon une approche généralisée et, par la suite, selon une approche focalisée autour des ITRE. Par ailleurs, les données de légionellose MADO⁴ sont à privilégier par rapport à celles sur les pneumonies pour les analyses prospectives.

³ Unité formant une colonie par litre d'eau.

⁴ Maladies à déclaration obligatoire.

COMPRENDRE LA STATISTIQUE DE BALAYAGE SPATIOTEMPOREL DE SATSCAN

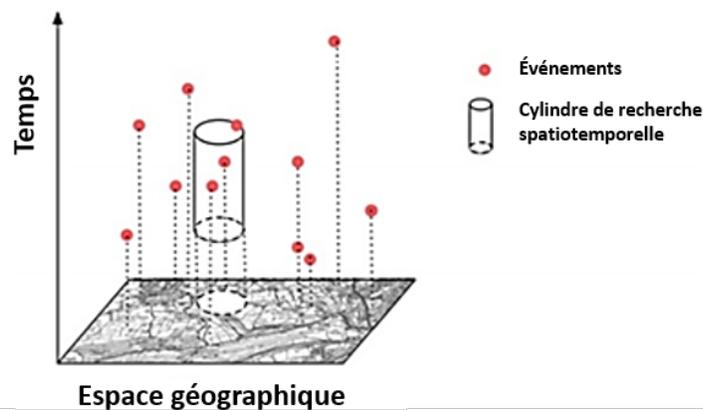
La méthode de détection d'agrégats utilisée est celle de Kulldorff basée sur la statistique de balayage spatiotemporel (13) et implémentée dans le logiciel SaTScan (13). La statistique de balayage spatiotemporel consiste à calculer les regroupements de cas d'une maladie ou de tout autre événement, significativement plus élevés que ceux attendus sur un territoire. Dans le contexte actuel, elle détecte des agrégats de cas de légionellose. Elle permet de détecter la présence, le moment et l'emplacement géographique des agrégats. Elle peut être utilisée dans le cadre d'une analyse de type rétrospectif ou prospectif.

L'analyse rétrospective est utilisée pour établir les agrégats de cas à partir d'une série de données passées.

Une analyse de type prospectif permet de détecter les agrégats de cas actifs ou en émergence (temps réel).

Avec cette méthode, des fenêtres mobiles de forme spécifique se déplacent sur le territoire (figure 1). Comme il est d'intérêt de détecter les agrégats dans l'espace et dans le temps simultanément, l'analyse spatiotemporelle est choisie. La forme de la fenêtre mobile est cylindrique.

Figure 1 Exemple de fenêtre cylindrique pour la détection d'un agrégat spatiotemporel sur un territoire⁵



⁵ Adapté de : Malleon, N. et M. A. Andresen (décembre 2015). *Spatio-temporal crime hotspots and the ambient population*. Crime Science, vol. 4, n° 1, p. 10.

La base du cylindre correspond à l'étendue spatiale de l'agrégat et sa hauteur à la durée. Le cylindre est positionné sur une coordonnée géographique. Par exemple, pour une analyse utilisant l'aire de diffusion (AD)⁶ comme unité géographique de base, tous les cas se trouvant dans une même aire de diffusion recevront la même coordonnée géographique, soit le centroïde de l'aire de diffusion. Les cylindres sont donc positionnés sur les centroïdes des aires de diffusion (ADs). Les ITRE ont aussi une coordonnée géographique. Le cylindre s'élargit de manière progressive, en taille et en durée, jusqu'aux valeurs maximales fixées par la personne qui l'utilise. Par la suite, la fenêtre se déplace sur une autre coordonnée géographique (AD ou ITRE) et ainsi de suite. Pour l'approche focalisée, ces coordonnées correspondent aux coordonnées des ITRE. Pour la méthode générale, selon le modèle Poisson, ces coordonnées sont celles des centroïdes des ADs.

Une grande quantité (milliers à millions) de cylindres, avec des tailles, des durées et des positions différentes, est obtenue. Chaque cylindre est un candidat possible d'agrégat. Une statistique de ratio de vraisemblance est calculée pour chaque cylindre, en comparant le nombre de cas observés et attendus de légionellose à l'intérieur et à l'extérieur du cylindre. L'hypothèse nulle de cette statistique est que le risque à l'intérieur du cylindre n'est pas plus élevé que celui à l'extérieur. Dans le modèle statistique de Poisson en particulier, le risque attendu est calculé de façon à prendre en compte la variation géographique de la taille de la population. Les agrégats avec des ratios de vraisemblance les plus grands sont identifiés et retenus, et leur signification statistique (c.-à-d. leur valeur-p) est estimée.

SATSCAN, UNE BOÎTE NOIRE À OUVRIR

L'intégration de la méthode statistique de balayage spatiotemporel au logiciel SaTScan a favorisé son utilisation. SaTScan ne requiert de l'utilisateur ou de l'utilisatrice que la création de certains fichiers d'entrée (p. ex. fichier géographique des cas, des centroïdes des ADs et de leur population et de la localisation des ITRE). Les résultats de l'analyse peuvent être visionnés sur une carte géographique, par exemple Google Maps ou d'autres formes utilisables dans un logiciel SIG (p. ex. shapefile).

Le défi pour la personne qui utilise SaTScan est de sélectionner les paramètres « optimaux » pour l'analyse. Un des objectifs de cette étude était de proposer des paramètres pour cette analyse à partir de la littérature et de l'expérimentation. Plusieurs tests dans SaTScan ont été réalisés avec différentes valeurs de paramètres. Par la suite, une étude de la performance de la méthode a été effectuée en comparant les agrégats de légionellose obtenus et les localisations des éclosions de légionellose réellement survenues et déclarées par les DSPublique.

Pour chaque test effectué, divers fichiers sont produits. On y retrouve entre autres un fichier (format *.txt) contenant un ensemble d'informations caractérisant chaque agrégat de légionellose. Voici un exemple de données fournies d'une analyse d'agrégats (tableau 1 p. 6)⁷

⁶ AD : « petite unité géographique relativement stable formée d'un ou de plusieurs îlots de diffusion avoisinants. Il s'agit de la plus petite région géographique normalisée pour laquelle toutes les données du recensement sont diffusées ». <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/92-195-x/2011001/geo/da-ad/def-fra.htm>

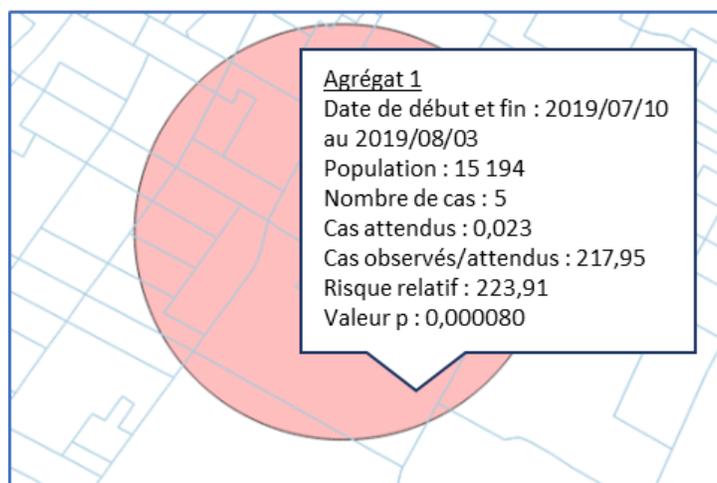
⁷ Pour des raisons de confidentialité, nous n'inscrivons pas les identifiants d'aires de diffusion incluses dans l'agrégat ni les coordonnées du centre de l'agrégat.

Tableau 1 Exemple des caractéristiques d'un agrégat inclus dans le fichier produit par SaTScan

TYPE D'ANALYSE	Analyse spatiotemporelle rétrospective Recherche d'agrégats avec des taux élevés (fenêtre ayant une incidence plus élevée) Utilisation du modèle de Poisson discret
RÉSUMÉ DES DONNÉES (ensemble du territoire)	
- Période d'étude	Du 2019/01/01 au 2019/12/31
- Nombre d'emplacements	13 458 (centroïdes d'aire de diffusion)
- Population	8 483 066
- Nombre total de cas	187
- Cas annuels/100 000	2,2
AGRÉGATS DÉTECTÉS <i>Pour chaque agrégat</i>	
- Identifiants des aires de diffusion comprises dans l'agrégat	24xxxxxx...
- Coordonnées géographiques du centre de l'agrégat et son rayon	Latitude, longitude/0,89 km
- Dates de début et fin de l'agrégat	Du 2019/07/10 au 2019/08/03
- Population	15 194
- Nombre de cas observés	5
- Cas attendus	0,023
- Cas annuels/100 000	480,8
- Cas observés/cas attendus	217,95
- Risque relatif	223,91
- Logarithme du rapport de vraisemblance	22,011 165
- Valeur-p	0,000 080

Dans la carte produite (format *.html), en cliquant sur l'agrégat, une infobulle apparaît et présente certaines informations rattachées à celui-ci (figure 2).

Figure 2 Exemple de l'affichage sur une carte d'un agrégat de cas de légionellose identifié par SaTScan et les limites des aires de diffusion



Dans cet exemple, l'agrégat est positionné avec un cercle de dimensions correspondantes (au rayon) sur une carte. Dans l'encadré accompagnant l'agrégat, on peut y lire qu'il est composé de cinq cas de légionellose, qu'il a débuté le 10 juillet 2019 et s'est poursuivi jusqu'au 3 août de la même année. Il s'agit d'un agrégat statistiquement significatif (selon un seuil de valeur-p de 0,05) dont le rapport observé/attendu est de 218.

UTILISER SATSCAN POUR PRENDRE DES DÉCISIONS ET RÉPONDRE À DES BESOINS DE SANTÉ PUBLIQUE

SaTScan est utilisé par divers organismes de santé publique. Par exemple, le département de santé et de l'hygiène mentale de la ville de New York recourt à SaTScan dans le cadre de la surveillance en routine de plusieurs maladies infectieuses, dont la légionellose. Des analyses prospectives sont menées quotidiennement pour détecter rapidement les points chauds émergents. Pour la COVID-19, leur système de détection précoce permet d'identifier en temps quasi réel si la transmission globale augmente, diminue ou demeure stable. Il localise les endroits avec une plus grande transmission (8). La détection d'agrégats à l'aide de SaTScan a contribué, entre autres, à une sensibilisation et à une éducation ciblée géographiquement pour prévenir la transmission de la COVID-19 (8). Un vaste éventail d'applications et d'études en santé publique utilisent SaTScan⁸.

L'INSPQ a également développé un outil, intégrant SaTScan, pour l'automatisation de la détection des agrégats spatiotemporels de COVID-19 à l'échelle du Québec. Des DSPublique, dont celle de la Montérégie, ont utilisé ces résultats pour intervenir de manière ciblée (p. ex. localisation des lieux prioritaires de dépistage ou de sensibilisation). Des demandes spécifiques ont été acheminées à l'INSPQ pour adapter l'outil, de manière à limiter l'analyse au seul territoire d'une DSPublique.

Des outils intégrant la détection d'agrégats à l'aide de SaTScan sont utiles en complément d'autres outils d'investigation et de gestion de la légionellose. Dans une situation donnée, les résultats des agrégats détectés doivent être interprétés à la lumière des autres données disponibles (p. ex. épidémiologiques, microbiologiques ou environnementales), et ce, en appliquant le jugement professionnel dans la prise de décision.

⁸ Voir *SaTScan™ User Guide for version 10.1* pour une liste des applications selon divers champs d'étude impliquant SaTScan. <https://www.satscan.org/references.html>

SUITES DU PROJET

TESTS EN PROSPECTIF ET PROJET PILOTE

Fort du succès du développement d'un outil automatisé, intégrant SaTScan, pour la détection d'agrégats spatiotemporels de la COVID-19 au Québec et des résultats prometteurs de la détection des agrégats de légionellose en mode rétrospectif, il est pertinent d'explorer l'utilisation de SaTScan pour détecter les agrégats de légionellose de manière prospective.

Il est en effet utile de tester en mode prospectif les modèles et les approches de détection des agrégats jugés les plus performants en mode rétrospectif. L'équipe de l'INSPQ a entrepris la réalisation de tels tests en utilisant les données passées (années 2012 et 2021) des cas de légionellose. En fait, les données et les agrégats sont analysés et produits quotidiennement pour ces deux années. Le but est d'illustrer l'évolution des agrégats d'une journée à l'autre. Une analyse de performance de la méthode utilisée de manière prospective en comparaison avec une utilisation en rétrospective est prévue.

À la suite de ces travaux, un projet pilote devrait être tenu dans certaines DSPublique. Pour ce faire, un outil sera conçu de manière à automatiser, sur une base quotidienne, l'extraction des données, les traitements (p. ex. géolocalisation des cas de légionellose), les analyses (programme SAS intégrant SaTScan) et la présentation des agrégats (plateforme, fichiers Excel). À la lumière de cette initiative, il sera possible d'identifier les forces et les faiblesses de l'outil ainsi que les améliorations souhaitées pour une utilisation efficiente. S'il est démontré que la méthode est performante pour identifier les éclosions de légionellose, l'outil pourrait être étendu à l'ensemble des régions du Québec. Une formation sur l'utilisation de l'outil pourrait alors suivre.

DÉVELOPPEMENT POUR D'AUTRES MALADIES

L'outil pourrait également être adapté afin d'inclure d'autres maladies pour lesquelles l'identification d'agrégats, liés à des sources environnementales ou non, serait utile.

RESSOURCES SUPPLÉMENTAIRES

- [*Étude de l'utilité et de la faisabilité de l'application de méthodes de détection d'agrégats spatiotemporels de légionellose et proposition de paramètres d'investigation — Première partie : revue rapide de la littérature scientifique et analyse de données québécoises*](#)
- [*Étude de l'utilité et de la faisabilité de l'application de méthodes de détection d'agrégats spatiotemporels de légionellose et propositions de paramètres d'investigation — Deuxième partie : application de méthode de détection d'agrégats spatiotemporels de légionellose ou de pneumonies autour des installations de tours de refroidissement à l'eau au Québec*](#)
- Site Internet de [StaTScan](#)
- [*SaTScan™ User Guide for version 10.1 \(en anglais\)*](#)
- [*Évaluation d'un signalement d'agrégats de maladies dont une origine environnementale est suspectée*](#)
- INSPQ, 2021. Cartographie des cas de COVID-19 accessible via l'onglet « Vigie » du portail de l'[Infocentre de santé publique](#). Guide d'utilisateur (accessible seulement au personnel du réseau de la santé et des services sociaux).
- [*Detection of COVID-19 Case Clusters in Québec, May–October 2020*](#)
- Analyse et détection des agrégats spatio-temporels des cas de COVID-19 au Québec. Rapport méthodologique (accessible seulement au personnel du réseau de la santé et des services sociaux).

AIDE-MÉMOIRE : ÉTAPES DE LA MÉTHODOLOGIE ET PRINCIPAUX RÉSULTATS

Méthodologie

PHASE 1. REVUE DE LITTÉRATURE ET ANALYSE DES DONNÉES QUÉBÉCOISES (RAPPORT 1)

Revue de littérature :

Revue de la littérature quant aux principales méthodes de détection d'agrégats de légionellose utilisées ainsi que des paramètres de vigilance et d'intervention pour l'identification d'agrégats de légionellose et lors de dépassement des seuils des ITRE. Ces informations sont utiles quant aux paramètres à retenir pour la détection et l'investigation des agrégats de cas de légionellose en lien avec les ITRE (distance, durée, etc.).

Analyse des données québécoises :

Analyse des données québécoises comme l'incidence de la légionellose et les dépassements de seuil aux ITRE. Un portrait des paramètres spécifiques au Québec à utiliser pour la détection et l'investigation des agrégats de cas de légionellose en lien avec les ITRE (distance, durée, etc.) est dressé.

PHASE 2. APPLICATION DE LA MÉTHODE IDENTIFIÉE À LA PHASE 1, SOIT LA STATISTIQUE DE BALAYAGE SPATIOTEMPOREL (SATSCAN), AUX CAS DE LÉGIONELLOSE ET DE PNEUMONIES (RAPPORT 2)

La méthode identifiée à la phase 1, soit le balayage spatiotemporel de Kulldorff (SaTScan), est testée et évaluée.

Une analyse rétrospective a été réalisée, soit en utilisant des données passées, en vue de valider les meilleurs paramètres pour l'analyse prospective (détection des agrégats actifs ou en émergence). Divers tests ont été effectués selon différents modèles, approches et paramètres. Une analyse de performance a été réalisée.

Principaux résultats

PHASE 1.

- Observations issues de la littérature et des données québécoises à l'égard des paramètres pour la détection et l'investigation des agrégats de cas de légionellose en lien avec des ITRE :
 - Dans la littérature, 90 % des éclosions ont duré moins de trois mois.
 - 50 à 75 % des cas semblent avoir été exposés à moins de 3 km de la source – que ce soit à domicile ou durant leurs déplacements.
 - Dans 85 % des éclosions rapportées dans la littérature, des concentrations en L_p d'au moins 100 000 UFC/L ont été mesurées dans l'ITRE liée à un moment ou à un autre.

- Au Québec, l'incidence de la légionellose augmente entre les mois de juin à octobre. L'incidence est particulièrement plus élevée durant les mois chauds et humides.
- Le rôle des ITRE dans la saisonnalité de la légionellose n'est pas connu, mais durant l'été au Québec, plus d'ITRE sont en fonction et dépassent les seuils de 100 000 UFC/L ou de 1 000 000 UFC/L *Lp*.
- Au Québec, 94 % des cas de légionellose concernent des personnes âgées de 40 ans et plus.
- Aux États-Unis, la littérature rapporte que 96 % des cas de légionellose déclarés sont hospitalisés.
- Paramètres d'investigation d'agrégats pouvant être utilisés pour la détection et l'investigation des agrégats en lien avec des ITRE :
 - Délai maximal de trois mois entre deux cas isolés dans un agrégat lié à une ITRE.
 - Distance maximale entre les cas d'un agrégat et l'ITRE potentiellement reliée : 3 km.
 - Distance maximale entre deux cas dans un agrégat lié à une ITRE : 6 km.
 - Seuil de dépassement d'une ITRE pouvant être liée à un agrégat : 100 000 UFC/L *Lp*.

PHASE 2.

- Les résultats sont non concluants concernant l'utilisation des données de pneumonies (SIGDU) pour détecter des agrégats de légionellose. Les constats suivants concernent seulement les cas de légionellose.
- L'application de la méthode pour la détection d'agrégats de cas observés de légionellose au Québec pour une période passée a permis de cibler les modèles statistiques, les approches et les paramètres les plus appropriés et pouvant éventuellement se transposer dans un système de vigie.
 - Le modèle statistique de Poisson a été retenu.
 - Les approches focalisée sur les ITRE et générale offrent des résultats intéressants. La première permet d'analyser les agrégats autour des ITRE et la seconde permet de décrire un agrégat de cas sans considération de sources particulières.
- La sensibilité de l'approche générale se situe à 88,2 % (VPP : 22,5%) et celle de l'approche focalisée (seuil aux ITRE de 100 000 UFC/L *Lp*) est de 70,6 % (VPP : 20,4%). La faible VPP est liée au nombre relativement élevé d'agrégats détectés et au faible nombre d'éclosions rapportées. En ne retenant que les agrégats dont le seuil de signification statistique est inférieur à 0,25, la VPP augmente, mais la sensibilité diminue.

RÉFÉRENCES

1. Amin R, Hall T, Church J, Schlierf, D, Kulldorff M. Geographical surveillance of COVID-19: Diagnosed cases and death in the United States. medRxiv. 2020. doi.org/10.1101/2020.05.22.20110155.
2. Andrade LA, Soares Gomes D, de Oliveira Góes MA, Feitosa de Souza MS, Cabral Pizzi Teixeira D, Nunes Ribeiro CJ, *et al.* Surveillance of the First Cases of COVID-19 in Sergipe Using a Prospective Spatiotemporal Analysis: The Spatial Dispersion and Its Public Health Implications. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 2020;53:e20200287. doi.org/10.1590/0037-8682-0287-2020.
3. Buckeridge DL, Burkom H, Campbell M, Hogan WR, Moore AW. Algorithms for rapid outbreak detection: a research synthesis. *Journal of Biomedical Informatics*. 2005;38:99–11
4. Cadieux G, Brodeur J, Lamothe F, Lalancette C, Pilon PA, Kaiser D, *et al.* Écllosion communautaire et nosocomiale de *Legionella pneumophila* à Montréal, Québec, 2019. *Relevé des maladies transmissibles au Canada*. 2020;46(78):246-254. doi.org/10.14745/ccdr.v46i78a01f
5. Desjardins MR, Hohl A, Delmelle EM. Rapid surveillance of COVID-19 in the United States using a prospective space-time scan statistic: Detecting and evaluating emerging clusters. *Applied Geography (Sevenoaks, England)*. 2020;118:102202. doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102202
6. Greene SK, Peterson ER, Kapell D, Fine AD, Kulldorff M. Daily reportable disease spatiotemporal cluster detection, New York City, New York, USA, 2014–2015. *Emerging Infectious Diseases*. 2016;22(10):1808–1812. doi.org/10.3201/eid2210.160097
7. Greene SK, Peterson ER, Balan D, Jones L, Culp GM, Fine AD, *et al.* Detecting Emerging COVID-19 Community Outbreaks at High Spatiotemporal Resolution — New York City, June–July 2020. medRxiv. 2020. doi.org/10.1101/2020.07.18.20156901.
8. Greene SK, Peterson ER, Balan D, *et al.* Detecting COVID-19 Clusters at High Spatiotemporal Resolution, New York City, New York, USA, June–July 2020. *CDC. Emerging Infectious Diseases*. 2020;27(5).
9. Hamilton KA, Prussin AJ, Ahmed W, Haas CN. Outbreaks of Legionnaires' disease and Pontiac fever 2006–2017. *Current Environmental Health Reports*. 2018;5(2):263–271. doi.org/10.1007/s40572-018-0201-4
10. Hohl A, Delmelle EM, Desjardins MR, Lan Y. Daily Surveillance of COVID-19 Using the Prospective Space-Time Scan Statistic in the United States. *Spatial and Spatio-Temporal Epidemiology*. 2020;34:100354. doi.org/10.1016/j.sste.2020.100354.
11. Hughes G, Gorton R. An evaluation of SaTScan for the prospective detection of space-time *Campylobacter* clusters in the North East of England. *Epidemiology & Infection*. 2013;141(11):2354–2364. doi:10.1017/S0950268812003135
12. Huot C, Boivin MC, Lo E, Parenteau N, Zaïm C, Lebel G. Étude de l'utilité et de la faisabilité de l'application de méthodes de détection d'agrégats spatiotemporels de légionellose et propositions de paramètres d'investigation — Deuxième partie : application de méthodes de détection d'agrégats spatiotemporels de légionellose ou de pneumonies autour des installations de tours de refroidissement à l'eau au Québec [En ligne]. Canada (Québec) : Institut national de santé publique du Québec; 2023. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/3357>

13. Kulldorff M. A spatial scan statistic. *Communications in Statistics: Theory and Methods*. 1997;(26):1481-1496.
14. Kulldorff M. SaTScan™ User Guide for version 10.1 [En ligne]. USA : SaTScan; 2022. Disponible : https://www.satscan.org/cgi-bin/satscan/register.pl/SaTScan_Users_Guide.pdf?todo=process_userguide_download
15. Lebel G, Fortin É, Lo E, Boivin MC, Tandonnet M, Gravel N. Detection of COVID-19 Case Clusters in Québec, May–October 2020. *Canadian Journal of Public Health*. 2021;112(5):807-17. doi.org/10.17269/s41997-021-00560-1
16. Lebel G, Boivin MC, Dubé M. Évaluation d'un signalement d'agrégats de maladies dont une origine environnementale est suspectée [En ligne]. Canada (Québec) : Institut national de santé publique du Québec; 2018. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/2357>
17. Malleson N, Andresen MA. Spatio-temporal crime hotspots and the ambient population. *Crime Science*. 2015;4(1);10.
18. Ministère de la Santé et des Services sociaux. Guide d'intervention – La légionellose [En ligne]. Canada (Québec) : ministère de la Santé et des Services sociaux; 2015. Disponible : <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-000776/>
19. Règlement modifiant le Code de sécurité intégrant des dispositions relatives à l'entretien d'une installation de tour de refroidissement à l'eau, publié dans la Gazette officielle du Québec le 28 mai 2014, et est entré en vigueur le 12 juillet 2014, Code de sécurité (chapitre B-1.1, r. 3)
20. Robert P, Huot C, Boivin MC, Lo E, Lebel G. Étude de l'utilité et de la faisabilité de l'application de méthodes de détection d'agrégats spatiotemporels de légionellose et proposition de paramètres d'investigation — Première partie : revue rapide de la littérature scientifique et analyse de données québécoises [En ligne]. Canada (Québec) : Institut national de santé publique du Québec; 2023. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/3357>
21. Verma A, Schwartzman K, Behr MA, Zwerling A, Allard R, Rochefort CM, *et al.* Accuracy of Prospective Space–Time Surveillance in Detecting Tuberculosis Transmission. *Spatial and Spatio-Temporal Epidemiology*. 2014;8:47-54. doi.org/10.1016/j.sste.2014.01.003

Légionellose : méthodes de détection d'agrégats spatiotemporels

AUTRICES ET AUTEUR

Caroline Huot, médecin spécialiste en santé publique et médecine préventive
Germain Label, conseiller scientifique
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

Marie-Claude Boivin, conseillère scientifique
Ernest Lo, conseiller scientifique spécialisé
Bureau d'information et d'études en santé des populations

Geneviève Grenier, conseillère scientifique
Direction des affaires publiques, communications et transfert des connaissances

RÉVISEURS (DES DEUX RAPPORTS DE RECHERCHE)

Fabien Gagnon, médecin spécialiste en santé publique et médecine préventive
Direction de santé publique du Centre intégré de santé et de services sociaux de Laval

Jean-François Duchesne, conseiller en santé environnementale
Benoît Lalonde, agent de planification, de programmation et de recherche
Direction de santé publique du Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

Benoît Lévesque, médecin spécialiste en santé publique et médecine préventive
Félix Lamothe, conseiller scientifique
Stéphane Perron, médecin spécialiste
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

MISE EN PAGE

Aurélie Franco, agente administrative
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

Les autrices et auteur ainsi que les membres du comité scientifique et les réviseurs ont dûment rempli leurs déclarations d'intérêts et aucune situation à risque de conflits d'intérêts réels, apparents ou potentiels n'a été relevée.

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

Dépôt légal – 3^e trimestre 2023
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN : 978-2-550-95191-9 (PDF)

© Gouvernement du Québec (2023)

N° de publication : 3357 – Synthèse