

# Mesures de prévention et de contrôle des entérobactéries productrices de carbapénémases : épidémiologie et caractéristiques cliniques

SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES  
COMITÉ SUR LES INFECTIONS NOSOCOMIALES DU QUÉBEC

ÉTAT DES CONNAISSANCES

NOVEMBRE 2024

## SOMMAIRE

Messages clés	2
Introduction	3
Méthodologie	4
Épidémiologie des EPC	5
Caractéristiques cliniques des EPC	7

## AVANT-PROPOS

L'Institut national de santé publique du Québec est le centre d'expertise et de référence en matière de santé publique au Québec. Sa mission est de soutenir le ministre de la Santé et des Services sociaux dans sa mission de santé publique. L'Institut a également comme mission, dans la mesure déterminée par le mandat que lui confie le ministre, de soutenir Santé Québec, la Régie régionale de la santé et des services sociaux du Nunavik, le Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie James et les établissements, dans l'exercice de leur mission de santé publique.

La collection *État des connaissances* rassemble sous une même bannière une variété de productions scientifiques qui synthétisent et communiquent ce que la science nous dit sur une question donnée à l'aide de méthodes rigoureuses de recension et d'analyse des écrits scientifiques et autres informations pertinentes.

La présente synthèse des connaissances se veut une référence de base dans le but d'aider les équipes de prévention et de contrôle des infections (PCI) nosocomiales à connaître l'épidémiologie et les caractéristiques de base des entérobactéries productrices de carbapénémases (EPC).

Il a été élaboré à l'initiative du Comité sur les infections nosocomiales du Québec (CINQ) et s'inscrit en complément des autres documents portant sur les mesures de prévention et de contrôle des bacilles à Gram négatif multirésistants (BGNMR) et des EPC dans les milieux de soins.

## MESSAGES CLÉS

- L'émergence et la dissémination des entérobactéries productrices de carbapénémases (EPC) surviennent à l'échelle mondiale. En 2024, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) classait les entérobactéries résistantes aux carbapénèmes en priorité critique, ce qui en fait une problématique de santé publique importante.
- Au Québec, les EPC se retrouvent maintenant dans la majorité des régions socio-sanitaires de la province. En 2024, 96,6 % des installations de soins participant à la surveillance avaient eu au moins un cas de colonisation nosocomiale, ce qui représente une augmentation de 47,1 % du nombre d'installations depuis le début du programme de surveillance (SPIN, 2024).
- Les sites de colonisation des EPC sont principalement le rectum et les selles. Toutefois, d'autres sites de colonisation et d'infection sont possibles.
- Plusieurs facteurs augmentent le risque de colonisation à EPC chez un usager, dont le contact direct ou indirect avec un usager porteur d'EPC, le transfert d'une unité de soins ou d'une installation endémique pour les EPC ainsi qu'une hospitalisation antérieure dans la dernière année.
- Dans les études répertoriées, il est mentionné que la durée de colonisation des EPC varie de quelques mois à quelques années. Environ 50% des usagers connus porteurs d'EPC seraient négatifs six mois après leur premier résultat positif.

## INTRODUCTION

L'émergence des entérobactéries productrices de carbapénémases (EPC) a été citée à la fois par les Centers for Disease Control and Prevention (CDC) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) comme étant une menace sérieuse à la santé publique considérant leur profil de résistance et leur dissémination rapide au sein des populations affectées (CDC, 2009). C'est pourquoi le Comité sur les infections nosocomiales du Québec (CINQ) publiait en 2010 des recommandations pour la prévention et le contrôle de la transmission des EPC dans les milieux de soins de courte durée afin de préparer les hôpitaux à faire face à cette nouvelle préoccupation.

La situation épidémiologique actuelle des EPC au Québec est préoccupante et de plus en plus de milieux de soins sont aux prises avec cet enjeu. Dans ce contexte épidémiologique, il était devenu essentiel d'ajuster et de bonifier les recommandations de prévention et contrôle des infections (PCI) pour les EPC.

Ce document présente l'épidémiologie et les caractéristiques cliniques des EPC. Il fait partie d'un [ensemble de documents](#) portant sur les mesures de prévention et de contrôle des bacilles à Gram négatif multirésistants (BGNMR) et des EPC dans les milieux de soins.

Les informations contenues dans ce document sont basées sur les données les plus récentes retrouvées dans la littérature scientifique ainsi que des recommandations de groupes d'experts de plusieurs pays. Elles pourront être révisées au besoin selon l'évolution de l'épidémiologie et des connaissances.

## MÉTHODOLOGIE

La présente synthèse des connaissances fait état d'une revue ciblée des recommandations d'organisations de santé publique nationales et internationales ainsi que de divers comités d'experts. De plus, une revue de la littérature scientifique a permis de colliger des informations sur les sites de colonisation des EPC, les facteurs de risque d'une colonisation et d'une infection à EPC ainsi que la durée de colonisation. Une attention particulière a été accordée à la qualité des articles et des études consultés.

En date du 25 octobre 2023, les bases de données Embase (OVID) et CINAHL Complete (EBSCO) ont été interrogées. Les mots-clés « carbapenemase producing enterobacteriaceae », « colonisation », « infection », « decolonisation » et « infection control » ont été utilisés. La recherche a été restreinte aux articles publiés depuis 2019, étant donné la présence de lignes directrices publiées en 2018. Seuls les articles en français et en anglais ont été considérés.

Devant le nombre important d'études détectées, une lecture a été faite jusqu'à saturation de l'information. Les articles retenus pour la lecture étaient les articles de revues ainsi que les études primaires pertinentes aux questions de recherche. Au total, 38 articles ont été retenus pour le présent document.

Le contenu final du document découle d'un consensus des experts du CINQ, qui a permis de retenir les informations jugées pertinentes pour mieux outiller les équipes de PCI à l'œuvre dans les milieux de soins du Québec. La présence d'une révision par les pairs avant publication constitue l'un des principaux piliers développés par l'INSPQ pour assurer la qualité de ses productions.

Étant donné que les connaissances sur ce sujet évoluent constamment, les membres du CINQ assureront un suivi de l'évolution des informations disponibles et pourront ainsi mettre à jour ce document si des changements importants sont identifiés.

## ÉPIDÉMIOLOGIE DES EPC

### Épidémiologie mondiale

Depuis l'identification des premières EPC, l'émergence de ces bactéries et leur dissémination surviennent à l'échelle mondiale, de sorte qu'elles constituent une problématique de santé publique importante. En 2024, l'OMS classait les entérobactéries résistantes aux carbapénèmes en priorité critique, soit le plus haut niveau (WHO, 2024). Lorsqu'elles causent une infection, le traitement de ces bactéries est complexe dû aux niveaux élevés de résistances aux antibiotiques, menant à un haut taux de mortalité (WHO, 2017).

Les entérobactéries peuvent présenter différentes résistances aux antibiotiques, selon la bactérie en question et selon le mode d'action de l'antibiotique. Ces bactéries cumulent souvent plusieurs mécanismes pour devenir résistantes à plusieurs groupes d'antibiotiques, comme les  $\beta$ -lactamines, les quinolones et les aminosides (Bennett, 2008). La production de  $\beta$ -lactamases, dont font partie les carbapénémases, est le principal mécanisme de résistance des entérobactéries. Les principaux gènes de carbapénémases sont les *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase (KPC), le Verona Integron métallobeta-lactamase (VIM), le Métallo  $\beta$ -lactamase active sur l'imipénème (IMP), le New Delhi métallobeta-lactamase (NDM), et l'oxacillinase-48 (OXA-48) (Logan & Weinstein, 2017).

Pour en connaître davantage sur les mécanismes de résistance aux antibiotiques et sur la détection en laboratoire, référer au document : [Bacilles à Gram négatif multirésistants : définitions et analyses de laboratoire, INSPQ \(2024\)](#).

### Les carbapénémases de type KPC

Ce type de carbapénémases est le plus important d'un point de vue clinique et épidémiologique. La première souche de *Klebsiella pneumoniae* productrice de l'enzyme KPC fut isolée en Caroline du Nord aux États-Unis en 1996. Dès le début des années 2000, sa transmission s'est surtout faite dans les grands hôpitaux de l'état de New York qui ont rapporté des éclosions. Par la suite, cette même souche de *Klebsiella pneumoniae* productrice de KPC fut introduite en Israël en 2005 en provenance des États-Unis. Elle est rapidement devenue endémique en Israël avec une acquisition presque exclusivement nosocomiale (Schwaber & Carmeli, 2014). Sa dissémination se fait principalement par la survenue d'éclosions de souches clonales dans les établissements de soins. Plusieurs autres pays, et ce, sur tous les continents, ont rapporté des foyers endémiques de KPC ou ont également fait état d'éclosions.

### Les enzymes métallobeta-lactamases : VIM, IMP et NDM

Les enzymes de type VIM, initialement décrites dès 1997 au sein de souches de *Pseudomonas* spp. en Italie, ont par la suite été transférées aux entérobactéries. Des entérobactéries porteuses de ces enzymes ont surtout été rapportées au pourtour du bassin méditerranéen, tel qu'en Italie, en Espagne et en Grèce, où des éclosions ont été observées, notamment parmi les usagers hospitalisés aux unités de soins intensifs. Depuis des cas sporadiques ont été rapportés partout dans le monde. Les souches productrices de l'enzyme IMP ont été initialement décrites en Asie et demeurent surtout prévalentes dans cette région du monde notamment en Chine, à Taiwan et au Japon. Des cas sporadiques furent

notamment rapportés jusqu'à présent en Australie, en Amérique du Sud et aux États-Unis (Friedman *et al.*, 2017). Les premiers rapports de cas d'EPC de type NDM ont été publiés à la fin de 2009 après que cette souche de bactéries fut identifiée chez un voyageur suédois de retour d'Inde (Yong *et al.*, 2009).

Depuis, les données épidémiologiques confirment que le principal réservoir d'EPC de type NDM se retrouve parmi les populations de plusieurs pays du sous-continent indien (Inde, Pakistan, Sri Lanka et Bangladesh) (Friedman *et al.*, 2017). D'autres études épidémiologiques publiées par Walsh et collègues ont permis d'établir que des EPC se retrouvaient dans les eaux de ruissellement ainsi que dans l'eau potable de certains quartiers de New Delhi, en plus d'établir la présence du gène NDM dans plusieurs genres et espèces d'entérobactéries et de diverses autres espèces bactériennes (Walsh *et al.*, 2011). Les enzymes de type NDM se sont rapidement disséminées à travers le monde grâce, entre autres, aux mouvements accélérés de la population et au tourisme médical, comme l'ont rapporté certains auteurs, mais aussi grâce à une transmissibilité facilitée du plasmide portant le gène d'une bactérie à l'autre (Savard *et al.*, 2013).

### **Les oxacillinases (OXA-48 et autres OXA)**

La première souche de *Klebsiella pneumoniae* productrice d'OXA-48 a été isolée en Turquie en 2003. Depuis, les bactéries productrices d'oxacillinases, notamment OXA-48, ont très largement émergé dans tous les pays du pourtour méditerranéen et en Afrique. Plus récemment, des souches produisant une oxacillinase similaire (OXA-48 like) ont été isolées en Inde ou chez des usagers d'origine indienne. Ces souches sont présentes dans plusieurs pays d'Asie. Des cas sporadiques ont également été détectés au Royaume-Uni, en Norvège, aux Pays-Bas, en France, en Nouvelle-Zélande ainsi qu'au Nigéria et en Afrique du Sud.

## **Épidémiologie au Canada**

Selon les données du Programme canadien de surveillance des infections nosocomiales (PCSIN), une augmentation importante du nombre de colonisations d'EPC a été observée de 2014 à 2018 (surveillance volontaire des EPC), ce nombre ayant presque quintuplé durant cette période (PCSIN, 2020). Au Canada, parmi les gènes de résistance les plus souvent retrouvés chez les souches d'EPC, le gène KPC occupe le 1<sup>er</sup> rang, suivi des gènes NDM et OXA-48 au 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> rang en termes de fréquence (PCSIN, 2020). Toutefois, dans les provinces de l'Ouest canadien, le gène NDM est prédominant (PCSIN, 2020).

## **Épidémiologie au Québec**

La surveillance des EPC au Québec s'inscrit dans le cadre du programme de surveillance provinciale SPIN-BGNPC qui a débuté en avril 2014 avec une participation volontaire des centres hospitaliers de soins généraux et spécialisés (CHSGS). Depuis le 1<sup>er</sup> avril 2017, ce programme de surveillance est devenu obligatoire pour les CHSGS. Selon les données les plus récentes de ce programme, 99 infections et 1259 colonisations ont été déclarées par les 88 installations participantes au cours de l'année 2023-2024 (SPIN, 2024).

Au Québec, l'épidémiologie des EPC est typique d'une transmission reliée au milieu de soins (SPIN, 2024). Une grande proportion des infections (54,5 %) et des colonisations (85,5 %) sont reliées à une hospitalisation actuelle ou antérieure dans un milieu de soins, illustrant la transmission nosocomiale au Québec. D'ailleurs, les EPC se retrouvent maintenant dans la majorité des régions socio-sanitaires de la province. En 2024, 96,6 % des installations de soins participant à la surveillance avaient eu au moins un cas de colonisation nosocomiale. Cela représente une augmentation de 47,1 % du nombre d'installations depuis le début du programme de surveillance (SPIN, 2024).

Au cours des cinq dernières années, les taux d'incidence des infections nosocomiales à EPC et le taux d'acquisition des colonisations nosocomiales ont augmenté, suivant une courbe exponentielle. Selon SPIN (2024), le test statistique de tendance démontre que le taux d'acquisition augmente en moyenne de 31,0 % chaque année. En 2023-2024, les entérobactéries les plus souvent identifiées au Québec étaient des *Escherichia coli* (25,1 %), des *Enterobacter cloacae* (22,0 %), des *Citrobacter freundii* (20,8 %) et des *Klebsiella pneumoniae* (14,1 %) (SPIN, 2024). En ce qui concerne les principaux gènes de résistance, les plus souvent isolés au Québec étaient le KPC (60,1 %), le NDM (21,9 %) et l'OXA-48 (13,2 %) (SPIN, 2024).

## CARACTÉRISTIQUES CLINIQUES DES EPC

<p><b>Réservoir</b></p>	<p>Les usagers porteurs d'EPC sont le principal réservoir pour la transmission des EPC (Savard et Perl, 2014) et ce, principalement au niveau de la flore intestinale (Bar-Yoseph <i>et al.</i>, 2016).</p> <p>Toutefois, il est reconnu que l'environnement des milieux hospitaliers, notamment les drains de lavabo, peut représenter un réservoir important et ainsi contribuer à la transmission nosocomiale. Pour en savoir davantage, référer au document : <a href="#">Mesures de prévention et de contrôle des entérobactéries productrices de carbapénémases : gestion des environnements aqueux des milieux de soins, INSPQ (2024)</a>.</p>
<p><b>Modes de transmission</b></p>	<p>Transmission par contact direct de personne à personne par le biais :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'un usager infecté ou colonisé.</li> </ul> <p>Transmission par contact indirect par le biais :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'un travailleur de la santé (mains contaminées);</li> <li>• De l'environnement contaminé;</li> <li>• De matériel de soins contaminé;</li> <li>• D'équipements contaminés et partagés.</li> </ul> <p>Le risque de transmission est accru en présence de diarrhée, d'incontinence, de dispositif invasif ou de plaie avec écoulement.</p>
<p><b>Sites de colonisation</b></p>	<p>La détection d'un EPC dans un site de dépistage (habituellement non stérile) et en l'absence de symptômes d'infection représente une colonisation. Selon la littérature scientifique, les sites de colonisation des EPC les plus fréquemment détectés sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rectum;</li> <li>• Selles.</li> </ul>

	<p>Les EPC peuvent également être retrouvés à d'autres sites de colonisation, tels que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gorge;</li> <li>• Aïnes;</li> <li>• Narines.</li> </ul>
<p><b>Sites d'infection</b></p>	<p>Les EPC peuvent être la cause de multiples infections et être retrouvées dans divers sites d'infection. Selon SPIN (2024), les infections à EPC les plus fréquemment détectés, au Québec, sont:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infections urinaires (48,5 %);</li> <li>• Infections pulmonaires (16,2 %);</li> <li>• Bactériémies secondaires (16,2 %);</li> <li>• Bactériémies primaires avec ou sans cathéter (8,1 %);</li> <li>• Infections de la peau et des tissus mous (8,1 %);</li> <li>• Infections abdominales (7,1 %);</li> <li>• Infections des os et articulations (6,1 %);</li> <li>• Infections de site opératoire (5,1 %).</li> </ul>
<p><b>Facteurs de risque</b></p>	<p><b>Colonisation :</b></p> <p>Il existe plusieurs facteurs qui augmentent le risque de colonisation à EPC d'un usager, tels que (non classés par ordre d'importance) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contact direct ou indirect avec un usager porteur d'EPC (ex. : partage de chambre ou partage de travailleurs de la santé);</li> <li>• Transfert d'une unité ou d'une installation endémique pour les EPC;</li> <li>• Hospitalisation antérieure dans la dernière année;</li> <li>• Séjour antérieur ou actuel dans une unité de soins intensifs (USI);</li> <li>• Durée de séjour hospitalier de plus de trois jours;</li> <li>• Voyage à l'international, particulièrement avec soins de santé (hospitalisation, tourisme médical, etc.);</li> <li>• Prise d'antibiotique dans les six derniers mois;</li> <li>• Hébergement dans une installation de soins de longue durée;</li> <li>• Procédure invasive ou chirurgie dans les trois derniers mois;</li> <li>• Immunosuppression ou greffe d'organe solide;</li> <li>• Dialyse;</li> <li>• Présence de plaies;</li> <li>• Ventilation mécanique;</li> <li>• Présence de dispositifs médicaux invasifs (ex. : dispositif d'accès central, cathéter urinaire, drains, tube gastrique);</li> <li>• Clientèle âgée ou prématurée;</li> <li>• Porteur d'une autre bactérie multirésistante (BMR) (ex. : <i>Staphylococcus aureus</i> résistant à la méthicilline (SARM), <i>Enterococcus</i> résistant à la vancomycine (ERV)).</li> </ul> <p><b>Infection :</b></p> <p>Les facteurs de risques pour une infection à EPC sont similaires aux facteurs de risque pour une colonisation. À ceux énumérés précédemment s'ajoute le fait d'être connu porteur d'EPC comme facteur de risque pour une infection à EPC.</p>

<p><b>Durée de colonisation</b></p>	<p>Dans les études répertoriées, il est mentionné que la durée de colonisation varie de quelques mois à quelques années. Selon une revue systématique, environ 50 % des usagers connus porteurs d'EPC seraient négatifs six mois après leur premier résultat positif (Vink <i>et al.</i>, 2020).</p> <p>D'après Zimmerman <i>et al.</i> (2013), 78% des porteurs d'EPC sont encore positifs au suivi de trois mois et 39% au suivi d'un an. Dans leur revue systématique et méta-analyse, Bar-Yoseph <i>et al.</i> (2016) obtiennent des résultats similaires avec 35% de porteurs à EPC encore positifs un an après leur premier résultat.</p> <p>Par ailleurs, une étude rétrospective s'étant déroulée de 2006 à 2019 mentionne qu'en débutant un processus de retrait des précautions additionnelles à partir de trois mois après le résultat positif, une grande majorité d'usagers connus porteurs réussissaient leur processus de retrait. Suivant le retrait des précautions additionnelles, les usagers connus porteurs d'EPC étaient dépistés lors de chaque admission subséquente. Sur cette période, seulement 7,9 % (134/1694) des usagers connus porteurs d'EPC antérieurement ont eu une récurrence de leur statut de porteur. Cette récurrence a eu lieu en moyenne 250 jours après le retrait des précautions additionnelles (Dickstein <i>et al.</i>, 2021).</p> <p>Malgré les possibilités d'échecs à ce processus, les bénéfices pour l'utilisateur d'une tentative de retirer les précautions additionnelles dépassent vraisemblablement les inconvénients. Il est important de considérer l'impact négatif significatif de l'isolement chez l'utilisateur porteur d'EPC.</p> <p>Toutefois, bien qu'il soit dans l'intérêt de l'utilisateur d'avoir un retrait de précautions additionnelles, un retrait prématuré pourrait entraîner une transmission nosocomiale (Solter <i>et al.</i>, 2018). Il importe donc d'évaluer les facteurs de risques d'une durée de colonisation prolongée chez l'utilisateur avant de procéder à la levée des mesures de prévention et contrôle des infections (Solter <i>et al.</i>, 2018). Les facteurs influençant la durée de colonisation sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La présence d'une infection à EPC plutôt qu'une colonisation à EPC;</li> <li>• Des hospitalisations répétées;</li> <li>• Une admission à l'unité de soins intensifs;</li> <li>• Le statut fonctionnel (fonctionnement d'une personne dans sa vie quotidienne) de l'utilisateur.</li> </ul> <p>Lors d'un processus de retrait des précautions additionnelles chez un porteur d'EPC, il pourrait être indiqué d'ajouter une analyse par PCR. Selon Schechner <i>et al.</i> (2009), le prélèvement analysé par PCR a une sensibilité accrue de 15 % par rapport à la culture. D'ailleurs, en Israël, le processus de retrait des précautions additionnelles comprend un total de trois prélèvements rectaux négatifs, soit deux cultures et une analyse par PCR (Dickstein <i>et al.</i>, 2021; Solter <i>et al.</i>, 2018).</p> <p>La plupart des études sur la durée de colonisation concernent les gènes KPC ou NDM. Seulement une étude répertoriée aborde la durée de colonisation pour le gène OXA-48 (Henoun Loukili <i>et al.</i>, 2023). L'extrapolation aux autres gènes d'EPC est donc à prendre avec discernement (Solter <i>et al.</i>, 2018).</p>
-------------------------------------	---

	<p>Pour en connaître davantage sur les recommandations concernant le processus de retrait des précautions additionnelles chez les porteurs d'EPC, référer au document <a href="#"><u>Mesures de prévention et de contrôle des entérobactéries productrices de carbapénémases : gestion d'un cas unique et gestion d'écllosion pour les centres hospitaliers de soins généraux et spécialisés, INSPQ (2024)</u></a>.</p>
--	---

## RÉFÉRENCES

- Aires-de-Sousa, M., Lopes, E., Gonçalves, M. L., Pereira, A. L., Machado E Costa, A. *et al.* (2020). Intestinal carriage of extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae at admission in a Portuguese hospital. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 39(4), 783-790. <https://doi.org/10.1007/s10096-019-03798-3>
- Alemayehu, E., Fiseha, T., Gedefie, A., Alemayehu Tesfaye, N., Ebrahim, H. *et al.* (2023). Prevalence of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae from human clinical samples in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. *BMC Infectious Diseases*, 23(1), 277. <https://doi.org/10.1186/s12879-023-08237-5>
- Bar Ilan, M. et Kjerulf, A. (2023). Who should be screened for carbapenemase-producing Enterobacteriales and when? A systematic review. *Journal of Hospital Infection*, 142, 74-87. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2023.09.018>
- Bar-Yoseph, H., Hussein, K., Braun, E. et Paul, M. (2016). Natural history and decolonization strategies for ESBL/carbapenem-resistant Enterobacteriaceae carriage: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 71(10), 2729-2739. <https://doi.org/10.1093/jac/dkw221>
- Bennett, P. M. (2008). Plasmid encoded antibiotic resistance: Acquisition and transfer of antibiotic resistance genes in bacteria. *British Journal of Pharmacology*, 153(S1). <https://doi.org/10.1038/sj.bjp.0707607>
- Bopp, T. C., Marchesi, M., Zihlmann, R., Sax, H. et Wolfensberger, A. (2023). Identifying patients at high risk for multidrug-resistant organisms after hospitalization abroad. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 44(8), 1281-1288. <https://doi.org/10.1017/ice.2022.256>
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2009). Guidance for control of infections with carbapenem-resistant or carbapenemase-producing Enterobacteriaceae in acute care facilities. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 58(10), 256-260.
- Chen, H.-Y., Jean, S.-S., Lee, Y.-L., Lu, M.-C., Ko, W.-C. *et al.* (2021). Carbapenem-Resistant Enterobacteriales in Long-Term Care Facilities: A Global and Narrative Review. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 11, 601968. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.601968>
- Colot, J., Fouquet, C., Ducrocq, F., Chevalier, S., Le Provost *et al.* (2022). Prevention and control of highly antibiotic-resistant bacteria in a Pacific territory: Feedback from New Caledonia between 2004 and 2020. *Infectious Diseases Now*, 52(1), 7-12. <https://doi.org/10.1016/j.idnow.2021.08.005>
- Comité de surveillance provinciale des infections nosocomiales (SPIN). (2024). *Infections à bacilles à Gram négatif producteurs de carbapénémases au Québec 2023-2024: Rapport de surveillance*. Institut national de santé publique du Québec.
- Dickstein, Y., Solter, E., Schwartz, D., Nutman, A., Harevrich, I. *et al.* (2021). The Israeli national policy for discontinuation of isolation of carbapenem-resistant Enterobacteriales carriers by carbapenemase type: A retrospective cohort study. *Clinical Microbiology and Infection*, 27(10), 1518.e1-1518.e3. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2021.05.045>
- Friedman, N. D., Carmeli, Y., Walton, A. L. et Schwaber, M. J. (2017). Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae: A Strategic Roadmap for Infection Control. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 38(5), 580-594. <https://doi.org/10.1017/ice.2017.42>
- Garnacho-Montero, J. et Amaya-Villar, R. (2022). The problem of multi-resistance in gram-negative bacilli in intensive care units: Treatment and prevention strategies. *Medicina Intensiva (English Edition)*, 46(6), 326-335. <https://doi.org/10.1016/j.medine.2022.04.006>

Henoun Loukili, N., Loquet, A., Perrin, A., Gaillot, O., Bruandet, A. *et al.* (2023). Time to intestinal clearance of carbapenemase-producing Enterobacterales in hospital patients: A longitudinal retrospective observational cohort study. *Journal of Hospital Infection*, 135, 4-10.

<https://doi.org/10.1016/j.jhin.2023.01.022>

Howard-Jones, A. R., Sandaradura, I., Robinson, R., Orde, S. R., Iredell, J. *et al.* (2022). Multidrug-resistant OXA-48/CTX-M-15 *Klebsiella pneumoniae* cluster in a COVID-19 intensive care unit: Salient lessons for infection prevention and control during the COVID-19 pandemic. *Journal of Hospital Infection*, 126, 64-69. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2022.05.001>

Hu, Y., Matsui, Y. et W. Riley, L. (2020). Risk factors for fecal carriage of drug-resistant *Escherichia coli*: A systematic review and meta-analysis. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 9(1), 31.

<https://doi.org/10.1186/s13756-020-0691-3>

Hu, Y., Yang, Y., Feng, Y., Fang, Q., Wang, C. *et al.* (2023). Prevalence and clonal diversity of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* causing neonatal infections: A systematic review of 128 articles across 30 countries. *PLOS Medicine*, 20(6), e1004233.

<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004233>

Kassem, A., Raed, A., Michael, T., Sagi, O., Shimoni, O. *et al.* (2020). Risk factors and outcomes of patients colonized with carbapenemase-producing and non-carbapenemase-producing carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae*. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 41(10), 1154-1161.

<https://doi.org/10.1017/ice.2020.266>

Kim, H.-J., Hyun, J.-H., Jeong, H.-S. et Lee, Y.-K. (2023). Epidemiology and Risk Factors of Carbapenemase-Producing *Enterobacteriaceae* Acquisition and Colonization at a Korean Hospital over 1 Year. *Antibiotics*, 12(4), 759.

<https://doi.org/10.3390/antibiotics12040759>

Kim, K.-R., Lee, J.-Y., Park, H.-Y., Kwak, S.-H., Lim, Y.-J. *et al.* (2015). Clearance Rate of Carbapenemase-Producing *Enterobacteriaceae* Carriage Among Hospitalized Patients. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 36(11), 1361-1362.

<https://doi.org/10.1017/ice.2015.169>

Kumar, C. P. G., Bhatnagar, T., Sathya Narayanan, G., Swathi, S. S., Sindhuja, V *et al.* (2023). High-level Colonization With Antibiotic-Resistant *Enterobacterales* Among Individuals in a Semi-Urban Setting in South India: An Antibiotic Resistance in Communities and Hospitals (ARCH) Study. *Clinical Infectious Diseases*, 77(Supplement\_1), S111-S117.

<https://doi.org/10.1093/cid/ciad220>

Ljubović, A. D., Granov, Đ., Husić, E., Gačanović, D., Halković, J. *et al.* (2023). Prevalence of extended-spectrum  $\beta$ -lactamase and carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* in clinical samples. *Saudi Medical Journal*, 44(8), 801-807.

<https://doi.org/10.15537/smj.2023.44.8.20230237>

Lo, S., Lolom, I., Goldstein, V., Petitjean, M., Rondinaud, E. *et al.* (2022). Simultaneous Hospital Outbreaks of New Delhi Metallo- $\beta$ -Lactamase-Producing *Enterobacterales* Unraveled Using Whole-Genome Sequencing. *Microbiology Spectrum*, 10(2), e02287-21. <https://doi.org/10.1128/spectrum.02287-21>

Logan, L. K. et Weinstein, R. A. (2017). The Epidemiology of Carbapenem-Resistant *Enterobacteriaceae*: The Impact and Evolution of a Global Menace. *The Journal of Infectious Diseases*, 215(suppl\_1), S28-S36.

<https://doi.org/10.1093/infdis/jiw282>

Mekonnen, Y., Solomon, S., Gebreyohannis, A., Teklu, D., Ayenew, Z. *et al.* (2023). Fecal Carriage of Carbapenem Resistant *Enterobacterales* and Associated Factors Among Admitted Patients in Saint Paul's Hospital Millennium Medical College, Addis Ababa, Ethiopia. *Infection and Drug Resistance*, Volume 16, 6345-6355.

<https://doi.org/10.2147/IDR.S418066>

- Mijac, V., Brkic, S., Milic, M., Siljic, M., Cirkovic, V. *et al.* (2023). Intestinal Colonization of Preterm Neonates with Carbapenem Resistant Enterobacteria at Hospital Discharge. *Antibiotics*, 12(2), 284. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12020284>
- O'Connell, N. H., Gasior, S., Slevin, B., Power, L., Barrett, S. *et al.* (2022). Microbial epidemiology and clinical risk factors of carbapenemase-producing Enterobacterales amongst Irish patients from first detection in 2009 until 2020. *Infection Prevention in Practice*, 4(3), 100230. <https://doi.org/10.1016/j.infpip.2022.100230>
- Orman, A., Celik, Y., Evik, G., Ersöz, G., Kuyucu, N. *et al.* (2023). Should Perirectal Swab Culture Be Performed in Cases Admitted to the Neonatal Intensive Care Unit? Lessons Learned from the Neonatal Intensive Care Unit. *Children*, 10(2), 187. <https://doi.org/10.3390/children10020187>
- Peres, D., Figueiredo, P., Andrade, P., Rocha-Pereira, N., Carvalho, C. *et al.* (2022). Outbreak of KPC-producing Klebsiella pneumoniae at a Portuguese university hospital: Epidemiological characterization and containment measures. *Porto Biomedical Journal*, 7(6), e186. <https://doi.org/10.1097/j.pbj.0000000000000186>
- Programme canadien de surveillance des infections nosocomiales (PCSIN). (2020). Les infections associées aux soins de santé et la résistance aux antimicrobiens dans les hôpitaux canadiens de soins de courte durée, 2014 à 2018. *Relevé des maladies transmissibles au Canada*, 111-126. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v46i05a01f>
- Qin, X., Wu, S., Hao, M., Zhu, J., Ding, B. *et al.* (2020). The Colonization of Carbapenem-Resistant Klebsiella pneumoniae: Epidemiology, Resistance Mechanisms, and Risk Factors in Patients Admitted to Intensive Care Units in China. *The Journal of Infectious Diseases*, 221(Supplement\_2), S206-S214. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiz622>
- Ravikant, Kumari, P., Kumar, M., Roy, P. *et Jeya*, M. (2022). Detection of Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae by Real-Time PCR and Assessment of Hospitalization Related Risk Factors Associated with their Fecal Carriage: A Case-control Study. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 16(2), 1111-1121. <https://doi.org/10.22207/JPAM.16.2.37>
- Ruppé, E., Armand-Lefèvre, L., Estellat, C., El-Mniai, A., Boussadia, Y. *et al.* (2014). Acquisition of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae by healthy travellers to India, France, February 2012 to March 2013. *Eurosurveillance*, 19(14). <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES2014.19.14.20768>
- Santos-Marques, C., Ferreira, H. *et Gonçalves Pereira*, S. (2022). Infection prevention and control strategies against carbapenem resistant Enterobacteriaceae – a systematic review. *Journal of Infection Prevention*, 23(4), 167-185. <https://doi.org/10.1177/17571774211066762>
- Savard, P., Carroll, K. C., Wilson, L. E. *et Perl*, T. M. (2013). The Challenges of Carbapenemase-Producing Enterobacteriaceae and Infection Prevention: Protecting Patients in the Chaos. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 34(7), 730-739. <https://doi.org/10.1086/671003>
- Savard, P. *et Perl*, T. M. (2014). Combating the spread of carbapenemases in Enterobacteriaceae: A battle that infection prevention should not lose. *Clinical Microbiology and Infection*, 20(9), 854-861. <https://doi.org/10.1111/1469-0691.12748>
- Schechner, V., Straus-Robinson, K., Schwartz, D., Pfeffer, I., Tarabeia, J. *et al.* (2009). Evaluation of PCR-Based Testing for Surveillance of KPC-Producing Carbapenem-Resistant Members of the Enterobacteriaceae Family. *Journal of Clinical Microbiology*, 47(10), 3261-3265. <https://doi.org/10.1128/JCM.02368-08>

Schwaber, M. J. et Carmeli, Y. (2014). An Ongoing National Intervention to Contain the Spread of Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae. *Clinical Infectious Diseases*, 58(5), 697-703.

<https://doi.org/10.1093/cid/cit795>

Solter, E., Adler, A., Rubinovitch, B., Temkin, E., Schwartz, D. *et al.* (2018). Israeli National Policy for Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae Screening, Carrier Isolation and Discontinuation of Isolation. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 39(1), 85-89. <https://doi.org/10.1017/ice.2017.211>

Soneda, K., Uda, K., Araki, K., Murakoshi, T., Yuza, Y. *et al.* (2023). Clinical characteristics and treatment of IMP-type carbapenemase-producing Enterobacteriaceae bacteremia: Case series and literature review. *Journal of Infection and Chemotherapy*, 29(1), 26-32.

<https://doi.org/10.1016/j.jiac.2022.09.003>

Tălăpan, D. et Rafila, A. (2022). Five-Year Survey of Asymptomatic Colonization with Multidrug-Resistant Organisms in a Romanian Tertiary Care Hospital. *Infection and Drug Resistance*, 15, 2959-2967.

<https://doi.org/10.2147/IDR.S360048>

Timler, M., Timler, W., Bednarz, A., Zakonnik, Ł., Kozłowski, R. *et al.* (2023). Identification and Preliminary Hierarchisation of Selected Risk Factors for Carbapenemase-Producing Enterobacteriaceae (CPE) Colonisation: A Prospective Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 1960.

<https://doi.org/10.3390/ijerph20031960>

Tsioutis, C., Eichel, V. M. et Mutters, N. T. (2021). Transmission of *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase (KPC)-producing *Klebsiella pneumoniae*: The role of infection control. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 76(Supplement\_1), i4-i11. <https://doi.org/10.1093/jac/dkaa492>

Verdugo-Paiva, F., Otaiza, F., Roson-Rodríguez, P., Rojas-Gomez, A. M., Galas, M. *et al.* (2022). Effects of screening strategies to detect carbapenem-resistant gram-negative bacteria: A systematic review.

*American Journal of Infection Control*, 50(12), 1381-1388. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2022.02.018>

Vink, J. P., Otter, J. A. et Edgeworth, J. D. (2020). Carbapenemase-producing Enterobacteriaceae – once positive always positive? *Current Opinion in Gastroenterology*, 36(1), 9-16.

<https://doi.org/10.1097/MOG.0000000000000596>

Vlad, N.-D., Voidăzan, S., Căpâlnă, A., Cernat, R.-C., Carp, S.-D. *et al.* (2023). Associated factors for bacterial colonization in patients admitted to the intensive care unit of the Clinical Hospital of Infectious Diseases. *Germs*, 13(1), 10-19.

<https://doi.org/10.18683/germs.2023.1362>

Walsh, T. R., Weeks, J., Livermore, D. M. et Toleman, M. A. (2011). Dissemination of NDM-1 positive bacteria in the New Delhi environment and its implications for human health: An environmental point prevalence study. *The Lancet Infectious Diseases*, 11(5), 355-362.

[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(11\)70059-7](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(11)70059-7)

Wang, J., Lv, Y., Yang, W., Zhao, P. et Yin, C. (2022). Epidemiology and clinical characteristics of infection/colonization due to carbapenemase-producing Enterobacteriales in neonatal patients. *BMC Microbiology*, 22(1), 177.

<https://doi.org/10.1186/s12866-022-02585-z>

Wielders, C. C. H., Schouls, L. M., Woudt, S. H. S., Notermans, D. W., Hendrickx, A. P. A. *et al.* (2022). Epidemiology of carbapenem-resistant and carbapenemase-producing Enterobacteriales in the Netherlands 2017–2019. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 11(1), 57.

<https://doi.org/10.1186/s13756-022-01097-9>

Wilson, J. E., Sanderson, W., Westgate, P. M., Winter, K. et Forster, D. (2023). Risk factors of carbapenemase-producing Enterobacterales acquisition among adult intensive care unit patients at a Kentucky Academic Medical Center. *Infection Prevention in Practice*, 5(4), 100310.

<https://doi.org/10.1016/j.infpip.2023.100310>

World Health Organization (WHO). (2017). *Guidelines for the prevention and control of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae, Acinetobacter baumannii and Pseudomonas aeruginosa in health care facilities*. World Health Organization.

<https://iris.who.int/handle/10665/259462>

World Health Organization (WHO). (2024). *WHO Bacterial Priority Pathogens List 2024 Bacterial Pathogens of Public Health Importance, to Guide Research, Development, and Strategies to Prevent and Control Antimicrobial Resistance*. World Health Organization.

<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/376776/9789240093461-eng.pdf?sequence=1>

Yong, D., Toleman, M. A., Giske, C. G., Cho, H. S., Sundman, K. *et al.* (2009). Characterization of a New Metallo- $\beta$ -Lactamase Gene, *bla*<sub>NDM-1</sub>, and a Novel Erythromycin Esterase Gene Carried on a Unique Genetic Structure in *Klebsiella pneumoniae* Sequence Type 14 from India. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 53(12), 5046-5054.

<https://doi.org/10.1128/AAC.00774-09>

Yuan, W., Xu, J., Guo, L., Chen, Y., Gu, J. *et al.* (2022). Clinical Risk Factors and Microbiological and Intestinal Characteristics of Carbapenemase-Producing *Enterobacteriaceae* Colonization and Subsequent Infection. *Microbiology Spectrum*, 10(6), e01906-21. <https://doi.org/10.1128/spectrum.01906-21>

<https://doi.org/10.1128/spectrum.01906-21>

Zimmerman, F. S., Assous, M. V., Bdolah-Abram, T., Lachish, T., Yinnon, A. M. *et al.* (2013). Duration of carriage of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae following hospital discharge. *American Journal of Infection Control*, 41(3), 190-194.

<https://doi.org/10.1016/j.ajic.2012.09.020>

## COMITÉ SUR LES INFECTIONS NOSOCOMIALES DU QUÉBEC

### MEMBRES ACTIFS

Nathalie Bégin  
Centre intégré de santé et de services sociaux de la  
Montréal-Centre

Karine Boissonneault  
Natasha Desmarteau  
Centre intégré universitaire de santé et de services  
sociaux de la Capitale-Nationale

Stéphane Caron  
Direction de la santé environnementale, au travail et de la  
toxicologie  
Institut national de santé publique du Québec

Kevin Dufour  
Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux  
Saguenay-Lac-Saint-Jean

Marie-Claude Roy, présidente  
Roseline Thibeault  
Pascale Trépanier  
Centre hospitalier universitaire de Québec – Université Laval

Judith Fafard  
Laboratoire de santé publique du Québec  
Institut national de santé publique du Québec

Jean-François Laplante  
Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux  
du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal  
Régie régionale de la santé et des services sociaux du  
Nunavik

Danielle Moisan  
Centre intégré de santé et de services sociaux du Bas-Saint-  
Laurent

Bianka Paquet-Bolduc  
Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de  
Québec

Sara Pominville  
Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux  
de l'Estrie - Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke

Chantal Richard, secrétaire du CINQ  
Jasmin Villeneuve  
Direction des risques biologiques  
Institut national de santé publique du Québec

Patrice Savard  
Centre hospitalier de l'Université de Montréal

### MEMBRES D'OFFICE

Patricia Hudson  
Isabelle Laperrière  
Direction des risques biologiques  
Institut national de santé publique du Québec

### MEMBRES DE LIAISON

Zeke McMurray  
Direction de la prévention et du contrôle des infections  
pour les milieux de vie, hébergement et réadaptation (DPCI)  
Ministère de la Santé et des Services sociaux

Silvana Perna  
Direction de la prévention et du contrôle des maladies  
infectieuses (DPCMI)  
Ministère de la Santé et des Services sociaux

### INVITÉS PERMANENTS

Maude Bigras  
Marielle Bolduc  
Annick Boulais  
Fanny Desjardins  
Valérie Labbé  
Natasha Parisien  
Direction des risques biologiques  
Institut national de santé publique du Québec

Bruno Dubreuil  
Centre intégré de santé et services sociaux de Laval

---

# Mesures de prévention et de contrôle des entérobactéries productrices de carbapénémases épidémiologie et caractéristiques cliniques

---

## AUTEURS

Comité des infections nosocomiales du Québec  
Valérie Labbé, conseillère en soins infirmiers  
Direction des risques biologiques

## SOUS LA COORDINATION DE

Isabelle Laperrière, cheffe d'unité scientifique  
Direction des risques biologiques

## COLLABORATION

Chantal Richard, conseillère en soins infirmiers  
Direction des risques biologiques  
Jasmin Villeneuve, médecin-conseil  
Direction des risques biologiques  
Karl Forest-Bérard, conseiller scientifique  
Secrétariat général

## RÉVISION

Fanny Beaulieu, infirmière clinicienne spécialisée en PCI  
Centre hospitalier universitaire de Québec – Université Laval  
Marie-Pierre Plante, adjointe à la DGA-PSPGS - Volet PCI  
Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie  
Noémie Savard, médecin-conseil  
Direction des risques biologiques

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

## MISE EN PAGE

Marie-Amélie Bras, agente administrative  
Direction des risques biologiques

*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 écrivant un courriel à : [droits.dauteur.inspq@inspq.qc.ca](mailto:droits.dauteur.inspq@inspq.qc.ca).*

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

Dépôt légal – 1<sup>er</sup> trimestre 2025  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
ISBN : 978-2-550-00086-5 (PDF)

© Gouvernement du Québec (2025)

N° de publication : 3598