



# Description thématique des facteurs liés aux entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu chez l'humain

Jamie Goltz<sup>1,2\*</sup>, Carl Uhland<sup>2</sup>, Sydney Pearce<sup>1</sup>, Colleen Murphy<sup>2</sup>, Carolee Carson<sup>2</sup>, Jane Parmley<sup>1</sup>

## Résumé

**Contexte :** Les entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu (BLSE) sont associées à de graves infections résistantes aux antimicrobiens chez les Canadiens. Les humains sont exposés aux entérobactéries productrices de BLSE par de nombreuses voies interconnectées. Pour mieux protéger les Canadiens, il est important de comprendre quelles sont les sources et les activités qui contribuent le plus à l'exposition aux BLSE et aux voies d'infection au Canada.

**Objectif :** Cette étude de la portée avait pour but de décrire de manière thématique les facteurs potentiellement associés à la colonisation, au portage et/ou à l'infection par des entérobactéries productrices de BLSE chez les humains provenant de pays ayant un indice de développement humain très élevé et de décrire les caractéristiques de l'étude.

**Méthodes :** Quatre bases de données (PubMed, CAB Direct, Web of Science, EBSCOhost) ont été consultées pour retrouver les études potentiellement pertinentes. Les articles ont été sélectionnés pour inclusion et les facteurs ont été identifiés, regroupés thématiquement et décrits.

**Résultats :** L'étude a permis d'identifier 381 articles pertinents. Les facteurs ont été regroupés en 13 thèmes : utilisation d'antimicrobiens, animaux, comorbidités et symptômes, communauté, données démographiques, alimentation et consommation de substances, soins de santé, ménage, profession, colonisation/portage/infection antérieure par une BLSE, soins en résidence, voyages et autres. Les thèmes les plus fréquents sont les données démographiques, les soins de santé, l'utilisation d'antibiotiques, les comorbidités et les symptômes. La plupart des articles ont rapporté des facteurs en milieu hospitalier (86 %) et ont évalué des facteurs pour les infections par des entérobactéries productrices de BLSE (52 %).

**Conclusion :** Cette étude de la portée a fourni des informations précieuses sur les thèmes factoriels qui ont été bien décrits (e.g., les soins de santé) et ceux qui ont été explorés moins fréquemment (e.g., l'alimentation ou le contact avec les animaux). Les thèmes établis couvrent les contextes humains, animaux et environnementaux, ce qui confirme la nécessité d'une diversité de points de vue et d'une approche multisectorielle pour atténuer l'exposition à la résistance aux antimicrobiens.

**Citation proposée :** Goltz J, Uhland C, Pearce S, Murphy C, Carson CA, Parmley EJ. Description thématique des facteurs liés aux entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu chez l'humain. *Relevé des maladies transmissibles au Canada* 2024;50(6):232–44. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v50i06a04f>

**Mots-clés :** BLSE, entérobactéries, facteurs de risque, humains, synthèse des connaissances

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



## Affiliations

<sup>1</sup> Département de médecine des populations Collège vétérinaire de l'Ontario, Université de Guelph, Guelph, ON

<sup>2</sup> Centre des maladies infectieuses d'origine alimentaire, Direction générale des programmes des maladies infectieuses et de vaccination, Agence de la santé publique du Canada, Guelph, ON

## \*Correspondance :

[jamie.goltz@phac-aspc.gc.ca](mailto:jamie.goltz@phac-aspc.gc.ca)



## Introduction

La résistance aux antimicrobiens (RAM) est une menace réelle et croissante pour la santé publique (1). Les infections causées par des bactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu (BLSE) constituent une préoccupation importante, car les bêta-lactamines sont couramment utilisées pour traiter diverses infections, et certaines classes, telles que les céphalosporines de troisième génération et les monobactames, sont considérées par l'Organisation mondiale de la Santé comme d'une importance critique pour la médecine humaine (2,3). En outre, les infections par des bactéries productrices de BLSE sont associées à une probabilité accrue de maladie grave et de mortalité et peuvent conduire à des échecs thérapeutiques, ce qui peut entraîner une augmentation de la durée du séjour à l'hôpital et des coûts hospitaliers (4,5).

En 2018, il a été rapporté qu'environ une infection bactérienne sur quatre au Canada était résistante aux antibiotiques de première intention, ce qui a entraîné directement environ 14 000 décès (5). En outre, il a été signalé que la RAM entraînait des conséquences socio-économiques négatives, notamment une augmentation des coûts des soins de santé, une perte de productivité, une augmentation des inégalités et une diminution de la confiance envers le gouvernement et les organismes de santé publique (5,6). Par conséquent, les conséquences de la RAM sont considérables et ont des implications étendues pour les humains, les animaux et la société.

Les principaux producteurs de BLSE sont les entérobactéries, notamment *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae*, et ces bactéries sont de plus en plus souvent décelées au Canada et dans le monde (7–9). Les entérobactéries productrices de BLSE sont largement répandues dans les populations (9–11), y compris le portage ou la colonisation chez les personnes saines et celles qui souffrent d'infections graves (e.g., les voies urinaires, la circulation sanguine, la pneumonie) (5,12,13).

Des entérobactéries productrices de BLSE ont également été détectées chez les animaux de compagnie, le bétail, la faune, l'eau, le sol, les légumes, la viande et les fruits de mer, qui peuvent tous constituer des sources d'exposition pour l'humain (11,14,15). En raison de la diversité des voies d'exposition, il est nécessaire d'adopter une approche « Un monde, une santé » qui tienne compte des interconnexions entre les humains, les animaux et leurs environnements communs pour couvrir toute l'étendue de cette menace croissante pour la santé publique (16,17).

Des revues systématiques antérieures ont étudié les facteurs associés à la colonisation et aux infections par des entérobactéries productrices de BLSE (13,18–27); cependant, les revues systématiques ont un champ d'application intentionnellement étroit, fournissant des connaissances sur des questions de recherche précises. Ce projet visait à décrire

l'étendue des facteurs précédemment signalés comme étant associés aux entérobactéries productrices de BLSE au Canada ou dans des pays similaires. Ces informations pourraient être utilisées pour alimenter divers projets parallèles au sein de l'Agence de la santé publique du Canada, tels que le projet de modèle d'évaluation intégrée de la résistance aux antimicrobiens (iAM.AMR) (15,28), et aider à mieux comprendre l'exposition des Canadiens aux bactéries résistantes aux antimicrobiens. Par conséquent, les objectifs de cette étude de la portée étaient 1) de décrire de manière thématique les facteurs potentiellement associés à la colonisation, au portage et/ou à l'infection par des entérobactéries productrices de BLSE chez les humains provenant de pays ayant un indice de développement humain très élevé, et 2) de décrire les caractéristiques de l'étude.

## Méthodes

Les méthodes sont décrites brièvement ci-dessous. Pour une description complète de la méthodologie, voir Goltz *et al.* (29).

### Enregistrement du protocole

Un [protocole a priori de cette étude de la portée](#) est disponible en ligne (en anglais seulement). Cette étude a suivi le cadre méthodologique décrit par Arksey et O'Malley (30) et les lignes directrices de l'extension Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) for Scoping Reviews (31).

### Stratégie de recherche

Les termes de recherche et les bases de données consultées sont décrits dans le protocole. Quatre bases de données (PubMed, CAB Direct, Web of Science et EBSCOhost) ont été consultées par l'intermédiaire de la bibliothèque McLaughlin de l'Université de Guelph afin d'extraire les articles potentiellement pertinents. Le critère de recherche pour cette étude a été adapté de Murphy *et al.* (32), avec la consultation des coauteurs, ainsi que d'un bibliothécaire de l'Université de Guelph. Toutes les bases de données ont été filtrées pour n'inclure que les articles publiés en anglais. La recherche initiale a été achevée en août 2020 et mise à jour en août 2021.

Les résultats des recherches ont été téléchargés dans EndNote X9.3.3 (Clarivate Analytics, Philadelphie, États-Unis), dédoublés, puis téléchargés dans DistillerSR (Evidence Partners, Ottawa, Canada), pour déduplication supplémentaire, vérification de l'admissibilité et extraction des données.

### Critères d'admissibilité

Pour répondre aux critères d'inclusion, les articles devaient être des recherches primaires, provenir de pays similaires au Canada avec un indice de développement humain très élevé (33), être rédigés en anglais et contenir des associations quantifiables



entre des facteurs et la colonisation, le portage et/ou l'infection par des entérobactéries productrices de BLSE chez l'humain. Aucun article n'a été exclu en raison de l'année de publication, des caractéristiques de la population étudiée (e.g., âge, sexe ou état de santé) ou du contexte de l'étude (e.g., ménage ou hôpital). Ces critères d'inclusion ont été sélectionnés en raison du caractère canadien de cet article, et visaient donc à cibler des articles portant sur des populations canadiennes ou similaires. En outre, seuls les articles en anglais ont été retenus en raison des ressources linguistiques disponibles. Les revues systématiques et les méta-analyses pertinentes ont été exclues, mais leurs listes de référence ont été utilisées pour identifier des articles supplémentaires qui n'avaient pas été pris en compte dans la recherche.

### Sélection d'articles

L'outil DistillerAI a été utilisé pour sélectionner les titres/résumés. L'outil DistillerAI a été formé par deux évaluateurs à partir de 226 articles. Après la formation, tous les titres/résumés ont été examinés par l'outil DistillerAI et par un évaluateur humain. Les conflits entre les titres et les résumés ont été résolus par un troisième évaluateur humain. Les articles inclus sur la base du titre/résumé ont fait l'objet d'un examen du texte intégral par deux évaluateurs et les conflits ont été résolus par une discussion entre les deux évaluateurs.

### Données répertoriées

Après l'examen du texte intégral, les données pertinentes ont été répertoriées à l'aide de DistillerSR par un seul évaluateur. Les données extraites comprenaient : l'année de publication, la conception de l'étude, la région du pays (basée sur les régions de l'Organisation mondiale de la Santé) (34), la méthode de collecte des données (primaire, e.g., questionnaire ou entretien; secondaire, e.g., base de données ou dossiers médicaux), le contexte de l'échantillon (e.g., hôpital), l'épisode épidémique, l'âge des participants, les micro-organismes évalués, le type de colonisation, de portage ou d'infection évalués et les thèmes des facteurs (n = 13). Un facteur a été défini comme une observation mesurée (e.g., l'utilisation de la pénicilline) qui a été étudiée pour sa relation avec les entérobactéries productrices de BLSE (32,35). Les facteurs individuels ont été regroupés en 13 thèmes créés par un processus itératif inspiré de travaux antérieurs (15). Les thèmes étaient les suivants : 1) utilisation d'antimicrobiens (antibactériens, antiviraux, antifongiques), 2) animaux (contact avec les animaux), 3) comorbidités et symptômes (conditions ou symptômes), 4) communauté (facteurs intervenant dans la communauté), 5) données démographiques, 6) alimentation et consommation, 7) soins de santé (facteurs intervenant en milieu hospitalier ou liés à la réception de soins de santé), 8) ménage (facteurs intervenant au domicile), 9) profession (facteurs liés à l'emploi), 10) colonisation/portage/infection antérieure à BLSE, 11) soins résidentiels (facteurs intervenant en milieu hospitalier ou liés à la réception de soins de santé), 12) voyages (facteurs liés aux voyages internationaux) et 13) d'autres facteurs (facteurs qui n'entraient pas dans un thème défini précédemment). Si un

facteur appartenait à plus d'un thème (e.g., le patient a pris des antibiotiques pendant ses vacances), il a été enregistré dans tous les thèmes pertinents (e.g., l'utilisation d'antimicrobiens et les voyages).

## Résultats

### Sélection et inclusion des études

Après déduplication, 10 584 enregistrements admissibles ont été déterminés. Après sélection (résumé/titre, texte intégral), 366 articles ont été retenus. La sélection a également permis de cibler 17 revues systématiques et/ou méta-analyses et 15 articles supplémentaires ont été ciblés grâce à l'examen de leurs listes de référence. Par conséquent, 381 articles publiés entre 1991 et le 5 août 2021 ont été inclus dans cette analyse (**figure 1**).

Dans les 381 articles inclus, les facteurs ont été regroupés en 13 thèmes : soins de santé (n = 325 articles), utilisation d'antimicrobiens (n = 325), données démographiques (n = 319), comorbidités et symptômes (n = 307), soins en résidence (n = 76), voyages (n = 76), colonisation/portage/infection antérieure par une BLSE (n = 44), alimentation et consommation (n = 44), ménage (n = 29), profession (n = 29), animaux (n = 25), communauté (n = 11) et autres (n = 146) (des détails supplémentaires peuvent être obtenus sur demande). Chaque thème couvrait un large éventail de facteurs de risque associés aux entérobactéries productrices de BLSE (**tableau 1**).

### Caractéristiques de l'étude

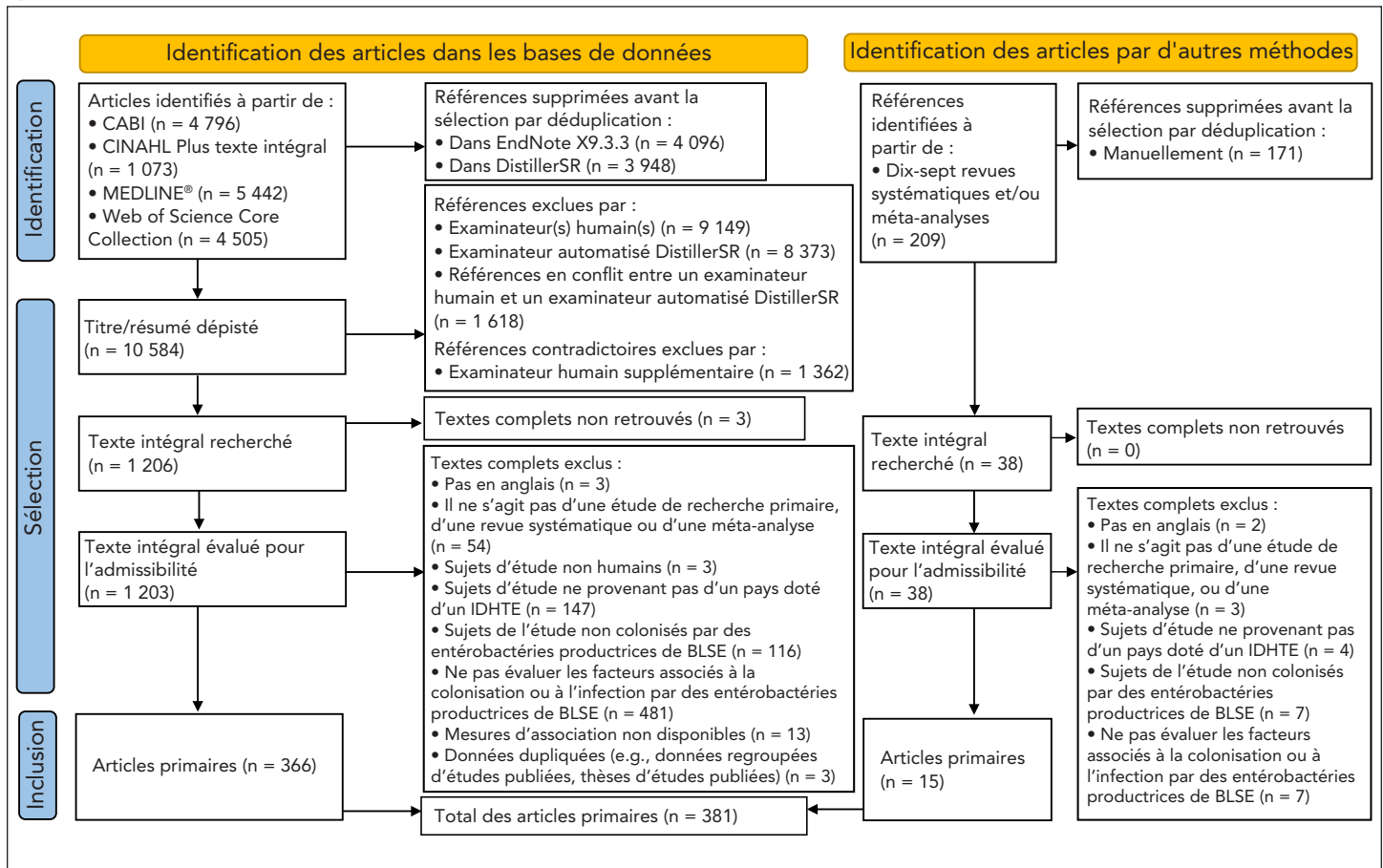
Une description sommaire des articles est présentée dans le **tableau 2**. Sur les 381 articles retenus, 378 étaient des études d'observation et trois des études expérimentales. La plupart des études (n = 235) ont été menées dans des pays de la région européenne, dont six études multinationales (**tableau 2**). Sept études ont été menées au Canada.

Plus de la moitié (56 %) de tous les articles ont fourni des données pour des groupes d'âge précis, les plus courants étant les adultes/jeunes adultes (33 %). Dix-huit articles (5 %) ont signalé des facteurs dans le cadre d'une épidémie d'entérobactéries productrices de BLSE (tous en milieu hospitalier). Pour la plupart des études (53 %), les données proviennent de sources secondaires (bases de données, dossiers médicaux, etc.), 20 % de sources primaires (questionnaires, entretiens, etc.) et 7 % de sources primaires et secondaires. Pour 20 % des études, la manière dont les données ont été obtenues n'était pas claire (**tableau 2**).

Les articles rapportaient souvent des facteurs pour les entérobactéries (40 %), mais beaucoup faisaient état de micro-organismes précis, notamment *E. coli* (20 %), *K. pneumoniae* (11 %), *Enterobacter cloacae* (1 %), *Klebsiella* spp. (1 %), *Proteus mirabilis* (1 %) et *Providencia stuartii* (1 %). D'autres articles



Figure 1 : Diagramme de flux de la recherche d'interface, du processus de sélection et des articles inclus pour cibler les articles rapportant des facteurs de risque pour les entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu chez l'humain<sup>a</sup>



Abréviations : BLSE, bêta-lactamase à spectre étendu; IDHTE, indice de développement humain très élevé

<sup>a</sup> Adapté des thèmes du diagramme de flux PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (36)

cherchaient à rapporter différentes combinaisons d'espèces d'entérobactéries (e.g., *Klebsiella* spp. et *E. coli*) (tableau 2).

La plupart des articles ont été réalisés en milieu hospitalier (86 %), suivi par les établissements de santé non hospitaliers (7 %), les collectivités (6 %) et les établissements de soins résidentiels (4 %). Onze de ces articles ont été échantillonnés dans plusieurs de ces différents contextes d'échantillonnage (tableau 2). Dans l'ensemble, le plus grand nombre d'articles ciblé pour chaque thème factoriel était ceux qui avaient réalisé leur étude en milieu hospitalier, à l'exception du thème communautaire (figure 2).

Les articles rapportaient des facteurs pour 1) l'infection (52 %), 2) la colonisation/le portage (33 %), et 3) la colonisation/le portage/l'infection (13 %) (tableau 3). Des facteurs potentiellement associés aux infections à entérobactéries productrices de BLSE ont été signalés dans plus de la moitié des articles (52 %) (principalement des infections du sang ou des infections des voies urinaires). Un plus grand nombre d'articles

ont établi des facteurs d'infection que de colonisation ou de portage (figure 3), en particulier pour les thèmes de l'utilisation d'antimicrobiens, de la démographie, des comorbidités/symptômes et des soins de santé. La colonisation/le portage a fait l'objet d'un signalement dans le tiers des articles (33 %), la plupart étant axés sur le portage gastro-intestinal. Les thèmes relatifs aux animaux, à la communauté, à l'alimentation et à la consommation, au ménage, à l'occupation et aux voyages ont été plus fréquemment mentionnés pour la colonisation/le portage (figure 3). Pour huit articles (2 %), il n'était pas clair si l'étude faisait état d'une colonisation/d'un portage ou d'une infection.

De nombreux groupes de comparaison ont été signalés (tableau 4). La culture d'une entérobactérie positive aux BLSE était la plus fréquente, comparée à une culture d'une entérobactérie négative aux BLSE (n = 171). Vingt articles ont fait état de deux groupes de comparaison (e.g., des études cas-témoins).



**Tableau 1 : Description des facteurs représentés par les thèmes des facteurs de colonisation, de portage et/ou d'infection par des entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu rapportés par les articles inclus dans cette revue**

Thème de facteurs	Catégories de facteurs	Exemples de facteurs
Utilisation d'antimicrobiens	Utilisation d'antibiotiques, d'antiparasitaires, d'antiviraux et d'antifongiques	Utilisation de la pénicilline Utilisation de l'amoxicilline-clavulanate Utilisation de fluconazole
	Statut des antimicrobiens	La mère reçoit des antibiotiques avant l'accouchement Admis sous antibiotiques Traitement antibiotique empirique inadéquat
Animal	Contact avec les animaux	Propriétaire de chat Vivre avec des chiens Contact avec les animaux de ferme
	Mode de vie des animaux	L'animal reçoit des antibiotiques BLSE chez les porcs L'animal de compagnie mange de la viande crue
Communauté	Activités communautaires	Baignade publique en eau douce ou en eau de mer Jouer dans une équipe sportive Fréquentation des services
Comorbidités et symptômes	Antécédents médicaux	SIDA Cancer Diabète
	Résultats de comorbidité	Indice de comorbidité de Charlson Score de maladie chronique en USI Résultat d'évaluation séquentielle de la défaillance d'un organe
	Symptômes	Tension artérielle Fièvre Choc septique
Données démographiques	Informations démographiques	Âge Ethnicité Langue parlée
Soins de santé	Cadre de soins de santé	Admis à domicile Admission aux urgences USI antérieure
	Risques liés au milieu de la santé	Occupant antérieur d'une chambre positif aux BLSE Durée du séjour à l'hôpital Désinfectant pour les mains dans la chambre du patient
	Procédures ou traitements	Chimiothérapie Chirurgie Utilisation de supprimeurs d'acide
Ménage	Membres du ménage	Un membre de la famille est porteur (mère, père, sœur) Enfants de moins de 12 ans dans le ménage Le membre du ménage a pris des antibiotiques

**Tableau 1 : Description des facteurs représentés par les thèmes des facteurs de colonisation, de portage et/ou d'infection par des entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu rapportés par les articles inclus dans cette revue (suite)**

Thème de facteurs	Catégories de facteurs	Exemples de facteurs
Ménage (suite)	Risques liés au milieu du ménage	Utilisation partagée des serviettes Distance par rapport à l'élevage de poulets de chair le plus proche
Soins résidentiels	Séjour en institution	Maison de retraite Séjour dans un établissement de soins de longue durée
	Risques liés aux établissements de soins en résidence	Utilisation d'une salle de bain commune Formation du personnel à l'hygiène des mains Existence d'une liste préférentielle d'antibiotiques
Alimentation et consommation	Type de nourriture et d'eau	Consommation de poulet Consommation de fruits de mer Eau en bouteille
	Source de nourriture et d'eau	Achetés au marché/à la boutique Propre produit/agriculteur local Approvisionnement central en eau
	Manipulation des aliments et de l'eau	Biberons stérilisés Lavage régulier/irrégulier des mains avant la préparation des aliments Utilisation du torchon plus d'un jour
	Consommation de substances	Alcool Tabagisme Drogues illicites
Colonisation, portage ou infection antérieure par une BLSE	Organisme antérieur producteur de BLSE	Colonisation antérieure par des BLSE Infection antérieure par une BLSE
Emploi	Type de profession	Vétérinaire Agriculteur Soignant
	Risques liés à l'exercice d'une profession	Nombre moyen d'heures de travail dans l'exploitation porcine par semaine Contact avec les excréments du patient Aide au soin des plaies du patient
Voyage	Risques liés aux voyages	Visites dans d'autres pays Soins de santé à l'étranger Type d'hébergement (e.g., camping, maison, hôtel, chez les habitants)
Autre	Lieu d'acquisition ou d'apparition	Acquisition communautaire Acquis avant l'admission Apparition nosocomiale
	Période d'acquisition	Saison Année de l'échantillon
	Détails sur les bactéries	Gènes résistants Informations sur les polymicrobes

Abréviations : BLSE, bêta-lactamase à spectre étendu; USI, unité de soins intensifs



Tableau 2 : Caractéristiques des articles inclus

Caractéristiques de l'étude	Nombre d'articles	
	n	%
Observation	378	99
Expérimentation	3	1
<b>Région du pays</b>		
Région européenne <sup>a</sup>	235	62
Région du Pacifique occidental	78	20
Région des Amériques	60	16
Région de la Méditerranée orientale	8	2
<b>Groupe d'âge</b>		
Adultes/jeunes adultes	125	33
Enfants	40	11
Nouveau-nés/nourrissons	19	5
Plusieurs groupes d'âge définis (e.g., enfants et adultes)	15	4
Personnes âgées	14	4
Non défini	168	44
<b>Lieu où les échantillons ont été obtenus<sup>b</sup></b>		
Hôpital	328	86
Soins de santé non hospitaliers	27	7
Communauté	22	6
Établissements de soins en résidence	16	4
<b>Écllosion</b>		
Non	363	95
Oui	18	5
<b>Méthode de collecte des données factorielles</b>		
Données secondaires (e.g., bases de données, dossiers médicaux)	201	53
Données primaires (e.g., questionnaire, entretien)	76	20
Méthodes de collecte de données multiples (données primaires et secondaires)	27	7
Incertain	77	20
<b>Micro-organismes évalués</b>		
Enterobacteriaceae <sup>c</sup>	154	40
<i>Escherichia coli</i>	78	20
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	42	11
<i>Enterobacter cloacae</i>	4	1
<i>Klebsiella</i> spp.	2	1
<i>Proteus mirabilis</i>	2	1
<i>Providencia stuartii</i>	1	1
Autre <sup>d</sup>	98	26

Abréviation : BLSE, bêta-lactamase à spectre étendu

<sup>a</sup> Six articles multinationaux dans la région européenne<sup>b</sup> Onze articles échantillonnés dans plusieurs de ces différents contextes d'échantillonnage<sup>c</sup> Études évaluant les entérobactériacées, les entérobactérales ou les entérobactéries<sup>d</sup> Différentes combinaisons d'espèces bactériennes non décrites de manière générale comme des entérobactéries (e.g., *K. pneumoniae* et *E. coli*, isolats bactériens/cultures bactériennes, bactéries Gram négatifs)

Tableau 3 : Description des résultats concernant les entérobactéries productrices de bêta-lactamase à spectre étendu rapportés dans les articles inclus

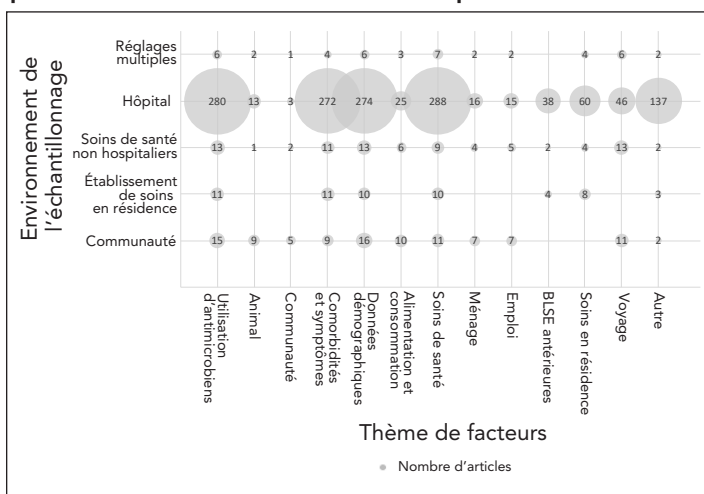
Colonisation/portage et/ou détails de l'infection	Nombre d'articles <sup>a</sup>	
	n	%
<b>Infection</b>	<b>198</b>	<b>52</b>
Bactériémie/infection du sang	75	20
Infection des voies urinaires	52	14
Cultures non spécifiques (e.g., surveillance générale ou enregistrements de bases de données)	49	13
Pyélonéphrite aiguë	5	1
Prostatite bactérienne aiguë	2	1
Bactériémie/infection du sang et infection des voies urinaires	1	1
Bactériémie/infection du sang, infection des voies urinaires et infection associée à un cathéter	1	1
Péritonite bactérienne spontanée	1	1
Infection des voies urinaires associée à un cathéter	1	1
Cystite compliquée	1	1
Infection du pied	1	1
Infections des voies génitales	1	1
Péritonite	1	1
Pneumonie	1	1
Septicémie	1	1
Péritonite bactérienne spontanée	1	1
Infection de la plaie sternale	1	1
Infection des voies urinaires/pyélonéphrite aiguë	1	1
Infection des voies urinaires	1	1
Pneumonie acquise sous ventilation	1	1
<b>Colonisation/portage</b>	<b>125</b>	<b>33</b>
Gastro-intestinale (e.g., fécal, selles, rectal, périrectal)	110	29
Cultures non spécifiques (e.g., surveillance générale ou enregistrements de bases de données)	5	1
Gastro-intestinale et nasale	2	1
Gastro-intestinale et vaginale	2	1
Gastro-intestinale, vaginale et nasopharyngée	1	1
Gastro-intestinale, nasale et ombilic	1	1
Gastro-intestinale, nasale, oropharyngée et urinaire	1	1
Gastro-intestinale, nasale et pharyngée	1	1
Peau	1	1
Urinaire	1	1
<b>Colonisation/portage et/ou infection</b>	<b>51</b>	<b>13</b>
Colonisation/portage non spécifique et/ou infection non spécifique	38	10
Colonisation/portage urinaire et/ou infection des voies urinaires	6	1
Colonisation/portage gastro-intestinal et/ou infection non spécifique	5	1
Colonisation/portage et/ou infection respiratoire	1	1
Colonisation/portage urinaire et/ou infection des voies urinaires, cystite et pyélonéphrite	1	1
<b>Incertain</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
Isolement non spécifique	7	2
Isolement urinaire	1	1

<sup>a</sup> Quatre articles comportaient deux évaluations des résultats concernant des entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu



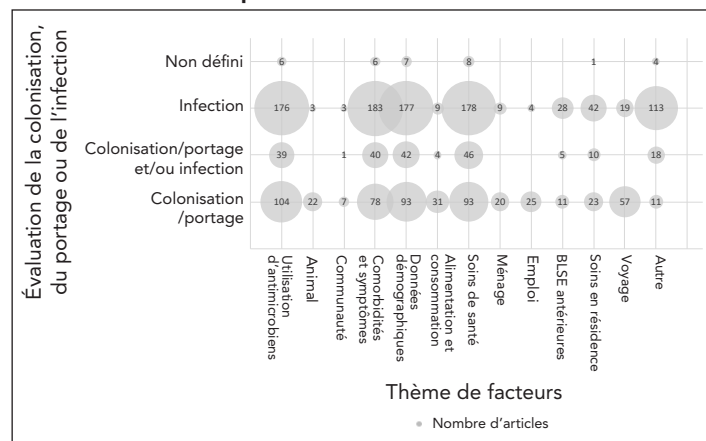


**Figure 2 : Thèmes des facteurs rapportés dans les articles par échantillon d'étude pour la colonisation/le portage et/ou l'infection par des entérobactéries<sup>a</sup> productrices de bêta-lactamases à spectre étendu**



Abréviation : BLSE, bêta-lactamase à spectre étendu  
<sup>a</sup> Le nombre d'articles correspondants est en corrélation avec la taille de la bulle

**Figure 3 : Facteurs signalés dans les articles par l'étude évaluation de la colonisation/du portage ou de l'infection pour la colonisation/le portage et/ou l'infection par des entérobactéries<sup>a</sup> productrices de bêta-lactamase à spectre étendu**



Abréviation : BLSE, bêta-lactamase à spectre étendu  
<sup>a</sup> Le nombre d'articles correspondants est en corrélation avec la taille de la bulle

**Tableau 4 : Comparaison des résultats entre les articles concernant la colonisation/le portage et/ou l'infection par des entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu dans les articles inclus**

Résultat positif (e.g., cas)	Résultat négatif (e.g., contrôles)	Nombre d'articles <sup>a</sup>	
		n	%
Culture d'entérobactéries positive aux BLSE (e.g., culture d'urine d' <i>E. coli</i> producteurs de BLSE)	BLSE négative pour la même culture d'entérobactéries explicitement définie (e.g., culture d'urine d' <i>E. coli</i> non producteur de BLSE) <sup>b</sup>	171	45
Colonisation/portage d'entérobactéries productrices de BLSE positif (e.g., échantillon fécal d' <i>E. coli</i> producteur de BLSE)	Négatif pour la même colonisation/portage d'entérobactéries productrices de BLSE explicitement définie (e.g., négatif pour un échantillon fécal d' <i>E. coli</i> producteur de BLSE) <sup>c</sup>	119	31
Infection à entérobactéries productrice de BLSE positive (e.g., IVU à <i>E. coli</i> producteur de BLSE)	Négatif pour la même infection à entérobactéries productrice de BLSE explicitement définie (e.g., négatif pour une IVU à <i>E. coli</i> producteur de BLSE) <sup>d</sup>	34	9
Colonisation, portage et/ou infection par des entérobactéries productrices de BLSE (e.g., colonisation, portage ou infection par des entérobactéries productrices de BLSE)	Négatif pour la même colonisation/portage et/ou infection par des entérobactéries productrices de BLSE explicitement définie (e.g., négatif pour la colonisation/portage ou infection par des entérobactéries productrices de BLSE) <sup>e</sup>	32	8
Culture d'entérobactéries positive aux BLSE (e.g., culture d'urine d'entérobactéries productrices de BLSE)	BLSE négative pour une combinaison d'entérobactéries et d'entérobactéries non productrices de BLSE explicitement définies dans la même culture (e.g., entérobactéries non productrices de BLSE et culture d'urine d'entérobactéries non productrices de BLSE) <sup>f</sup>	16	4
Culture d'entérobactéries positive aux BLSE (e.g., culture d'urine d' <i>E. coli</i> producteurs de BLSE)	BLSE négative pour les bactéries qui n'ont pas été explicitement définies dans la même culture (e.g., culture d'urine bactérienne non productrice de BLSE) <sup>g</sup>	7	2
Développement d'une infection à entérobactéries productrice de BLSE	Positif pour la colonisation/le portage d'entérobactéries productrices de BLSE	6	2
Entérobactéries productrices de CTX-M	Entérobactéries produisant un génotype différent (e.g., entérobactéries productrices de TEM ou de SHV)	5	1
Culture d'entérobactéries productrices de BLSE positive (e.g., hémoculture positive à <i>E. coli</i> producteur de BLSE)	Négatif aux BLSE avec une culture différente d'entérobactéries ou de bactéries non entérobactériennes explicitement définies (e.g., hémoculture positive à <i>K. pneumoniae</i> ou à des espèces de <i>Pseudomonas</i> ne produisant pas de BLSE)	5	1
Positif à la culture d'entérobactéries productrices de BLSE acquises dans un contexte spécifique (e.g., infection urinaire à <i>E. coli</i> acquise dans la communauté)	Positif pour une culture d'entérobactéries productrices de BLSE acquise dans un autre contexte spécifié (e.g., infection urinaire à <i>E. coli</i> acquise à l'hôpital)	2	1

**Tableau 4 : Comparaison des résultats entre les articles concernant la colonisation/le portage et/ou l'infection par des entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu dans les articles inclus (suite)**

Résultat positif (e.g., cas)	Résultat négatif (e.g., contrôles)	Nombre d'articles <sup>a</sup>	
		n	%
Positif pour la colonisation/le portage d'entérobactéries productrices de BLSE en combinaison avec une infection à entérobactéries productrices de BLSE	Positif pour la colonisation/le portage d'entérobactéries productrices de BLSE en association avec une infection non causée par des entérobactéries productrices de BLSE	2	1
Culture d'entérobactéries positive aux BLSE (e.g., urine avec <i>E. coli</i> producteurs de BLSE)	Entérobactéries positives aux BLSE provenant d'une culture différente (e.g. sang avec d' <i>E. coli</i> producteurs de BLSE)	1	1
Culture d'entérobactéries productrices de BLSE (e.g., hémoculture positive à <i>E. coli</i> producteur de BLSE)	La même culture avec toute autre bactérie que la souche d'entérobactéries positive aux BLSE comparée (i.e., les cultures peuvent être négatives ou positives pour toute bactérie de l'hémoculture, à l'exception d' <i>E. coli</i> productrice de BLSE)	1	1

Abbreviations : BLSE, bêta-lactamase à spectre étendu; *E. coli*, *Escherichia coli*; IVU, infection des voies urinaires

<sup>a</sup> Vingt articles ont fourni deux comparaisons

<sup>b</sup> Les groupes de contrôle n'étaient pas producteurs de BLSE, mais peuvent présenter d'autres profils de résistance-susceptibilité

<sup>c</sup> Les groupes de contrôle étaient négatifs pour la même colonisation/portage d'entérobactéries productrices de BLSE; cependant, les groupes de contrôle étaient positifs ou négatifs pour la présence d'autres cultures d'entérobactéries ou d'entérobactéries non productrices

<sup>d</sup> Les groupes de contrôle étaient négatifs pour la même infection à entérobactéries productrices de BLSE; cependant, les contrôles étaient positifs ou négatifs pour la présence d'autres cultures d'entérobactéries ou de non-entérobactéries

<sup>e</sup> Les groupes de contrôle étaient négatifs pour la même colonisation/portage et/ou infection par des entérobactéries productrices de BLSE. Toutefois, la présence d'autres cultures d'entérobactéries ou de cultures de non-entérobactéries n'a pas été explicitement signalée

<sup>f</sup> Le groupe de contrôle a explicitement déclaré des entérobactéries en combinaison avec des familles autres que les entérobactéries (e.g., *E. coli*, des espèces de *Klebsiella* et des espèces de *Pseudomonas*)

<sup>g</sup> Le groupe de contrôle n'a pas explicitement rapporté les espèces bactériennes dans l'étude; par conséquent, il n'est pas clair si le groupe de contrôle incluait uniquement des cultures d'entérobactéries ou si des cultures d'espèces autres que les entérobactéries étaient incluses

## Discussion

Dans le cadre de cette analyse, nous avons identifié 381 articles faisant état de facteurs relatifs aux entérobactéries productrices de BLSE. La plupart des articles inclus ont été publiés au cours des dix dernières années, ce qui correspond probablement à l'urgence de comprendre les taux croissants d'acquisition par l'homme d'entérobactéries productrices de BLSE et à la croissance exponentielle des publications scientifiques en général (8,37–39). Il convient de noter que la plupart des articles ont mis l'accent sur les facteurs liés à l'utilisation d'antimicrobiens, aux comorbidités/symptômes, à la démographie et aux soins de santé, et que seule une petite partie des articles ciblés ont fait état de facteurs associés au contact avec les animaux, à la communauté, à l'alimentation et à la consommation; principalement liés à la colonisation et au portage d'entérobactéries productrices de BLSE. Bien qu'il y ait eu moins d'articles sur ces thèmes, ils peuvent fournir des informations importantes, car des articles antérieurs ont suggéré que le contact avec les animaux, la consommation d'aliments et la transmission domestique ou communautaire peuvent jouer un rôle dans l'exposition aux entérobactéries productrices de BLSE (11,17,40–42). Il n'est pas certain que les facteurs individuels les plus fréquemment mentionnés dans ces articles étaient en fait plus souvent associés aux entérobactéries productrices de BLSE (i.e., qu'ils présentaient des mesures d'association plus importantes), qu'ils avaient été évalués et mentionnés plus fréquemment que d'autres, ou que les études évaluant ces facteurs bénéficiaient d'un financement plus important.

Le cadre de cette étude peut expliquer le plus grand nombre d'articles sur l'utilisation des antimicrobiens, les comorbidités/

symptômes, la démographie et les facteurs liés aux soins de santé. La plupart des articles ont été rédigés en milieu hospitalier et plus de la moitié d'entre eux ont utilisé des sources d'information secondaires (e.g., des dossiers médicaux ou des bases de données). Cette combinaison de paramètres et de sources peut avoir été choisie en raison de la relative facilité d'accès aux données. Les facteurs associés aux infections résistantes dans les hôpitaux sont des préoccupations majeures et constituent donc un domaine de recherche important. Bien que certains facteurs rapportés en milieu hospitalier puissent être liés à ceux du milieu communautaire (e.g., la prise de médicaments), les facteurs rapportés en milieu hospitalier peuvent ne pas être représentatifs des facteurs du milieu communautaire (e.g., les populations, les comorbidités, les activités variées). Les résultats des études menées en milieu hospitalier ne sont donc pas généralisables à d'autres contextes.

Cette analyse a permis d'identifier les études dont les sujets provenaient de pays ayant un indice de développement humain très élevé (33), car nous nous intéressons à des facteurs pertinents pour le contexte canadien. La plupart des études ont été menées dans la région européenne (n = 235), suivie par le Pacifique occidental (n = 78), les Amériques (n = 60) et la Méditerranée orientale (n = 8). Seules sept études ont été réalisées au Canada; cependant, un grand nombre de documents ont été recueillis et peuvent être utilisés pour comprendre les connaissances actuelles sur les facteurs associés à l'acquisition d'entérobactéries productrices de BLSE dans des populations similaires. Bien que ces pays présentent des similitudes, les différences de politiques et de pratiques peuvent limiter la généralisation des données propres au Canada.





Plusieurs articles ont fait état de facteurs similaires pour les infections à entérobactéries, indépendamment de leur statut en matière de RAM, y compris les comorbidités, les données démographiques et les soins de santé (43–45). Les facteurs associés à la colonisation ou à l'infection par des entérobactéries productrices de BLSE peuvent être liés à des caractéristiques bactériennes plutôt qu'à une distinction entre bactéries sensibles et résistantes, ce qui est important, car les interventions qui ciblent l'agent pathogène, indépendamment de la résistance, sont probablement efficaces pour réduire à la fois les souches résistantes et les souches sensibles. Cela souligne l'importance du choix du comparateur (groupe de contrôle) approprié pour la question de recherche envisagée et l'interprétation des résultats. De nombreux comparateurs de résultats différents ont été identifiés dans notre étude. Chaque combinaison de comparaisons fournit des informations différentes qui contribuent à une meilleure compréhension globale des facteurs associés aux entérobactéries productrices de BLSE.

Cet article présente l'étendue des facteurs associés aux entérobactéries productrices de BLSE rapportés dans la littérature. De nombreuses références font souvent état de facteurs démographiques (e.g., l'âge et l'appartenance ethnique) et de groupes susceptibles d'être particulièrement vulnérables. Bien que ces facteurs ne puissent être modifiés, ils peuvent être utilisés pour identifier les groupes particulièrement vulnérables pour lesquels des interventions peuvent être ciblées. D'autres articles font état de facteurs modifiables (e.g., l'alimentation, les voyages, l'utilisation d'antimicrobiens), qui peuvent être ciblés en tant qu'interventions et potentiellement mis en œuvre immédiatement (e.g., les interventions liées à l'alimentation), en notant les dépendances de faisabilité et de coût, tandis que d'autres peuvent nécessiter des solutions plus graduelles et à plusieurs volets (e.g., la réduction des comorbidités). Il est nécessaire d'adopter une approche multidisciplinaire pour aborder les stratégies réalisables de promotion de la santé et la nature complexe de la résistance aux antimicrobiens, dont les facteurs sont multiples.

Des travaux sont en cours pour mieux décrire les facteurs identifiés dans ces articles. Cela permettra de connaître le nombre de facteurs rapportés par étude et les données quantitatives rapportées pour ces facteurs (i.e., la force et la direction de l'association entre le facteur et les entérobactéries productrices de BLSE). En outre, les facteurs de cette étude seront utilisés pour alimenter des modèles dans le cadre du projet iAM.AMR (15,28) afin d'améliorer notre compréhension des voies d'exposition humaine aux entérobactéries productrices de BLSE. Ces informations permettront de déterminer les caractéristiques humaines, les comportements et les actions qui ont un impact sur la probabilité d'être colonisé ou infecté par des entérobactéries productrices de BLSE et d'identifier les facteurs à prendre en compte en priorité dans les interventions. Ces informations seront précieuses pour comprendre comment conseiller les Canadiens sur la manière de réduire leur probabilité

de contracter des bactéries résistantes et de réduire les effets négatifs sur la santé associés à l'infection.

## Limites

Les articles ont été identifiés à partir de bases de données en ligne sélectionnées, en omettant les recherches issues de la littérature grise. Cela peut avoir introduit un biais de publication, car les résultats qui n'ont pas été diffusés dans des publications évaluées par des pairs n'ont pas été examinés en vue de leur inclusion (e.g., les thèses et dissertations, les rapports gouvernementaux) et les articles avec des résultats nuls, négatifs ou non concluants sont moins susceptibles d'être publiés (46). Le biais linguistique a été pris en compte, car l'examen a été limité aux articles rédigés en anglais; cependant, l'impact de ce biais est probablement négligeable, car environ 98 % des publications scientifiques sont rédigées en anglais (47,48).

L'extraction des données par un seul examinateur a également été limitée en raison du manque de ressources. L'extraction des données de l'étude par plusieurs personnes réduit les erreurs et les biais de classification (49). Afin d'atténuer ces types d'erreurs et d'identifier les erreurs d'extraction des données, les auteurs ont participé à la fois à l'élaboration de la collecte des données et à l'analyse.

Enfin, le regroupement des facteurs par thèmes a évolué au cours de l'extraction des données. Il a été difficile de regrouper les facteurs par thèmes en raison des différences de terminologie utilisée, des populations étudiées et des définitions appliquées. La combinaison de données provenant de différentes études s'est avérée difficile en raison de l'hétérogénéité des données de l'étude (e.g., la même variable mesurée sur des échelles différentes, des données manquantes) (50). Les termes, y compris le portage et la colonisation, n'ont pas été normalisés dans les études et ont été utilisés de manière interchangeable; par conséquent, certaines données ont dû être combinées (e.g., colonisation et/ou portage) ou consignées comme « peu claires ».

## Conclusion

Cette revue a synthétisé les preuves d'une large collection d'articles rapportant les facteurs associés à la colonisation, au portage et/ou aux infections par les entérobactéries productrices de BLSE chez les humains dans les pays à indice de développement humain très élevé. Les facteurs ont été rapportés dans de nombreux contextes, groupes d'âge et organismes différents, et en utilisant différents groupes de comparaison des résultats. Cette variabilité entre les études a mis en évidence la nécessité d'une présentation transparente ou, si possible, harmonisée des méthodes afin de permettre des interprétations et des comparaisons appropriées entre les facteurs présentés. Dans l'ensemble, les études réalisées en milieu hospitalier ont prédominé et les facteurs les plus fréquemment cités sont l'utilisation d'antimicrobiens, les comorbidités/symptômes, les données démographiques et les soins de santé. Les articles



faisant état de contacts avec des animaux, de consommation/pratiques alimentaires et d'activités au sein de la communauté n'étaient pas aussi nombreux et, par conséquent, peu d'informations ont été décelées sur ces facteurs. Il est nécessaire de réaliser davantage d'études sur les facteurs associés aux entérobactéries productrices de BLSE dans la communauté, qui ont été établies comme préoccupantes (6,8).

Cette étude de la portée a synthétisé les connaissances sur les sources et les activités potentielles qui affectent le risque d'exposition humaine aux entérobactéries productrices de BLSE. Les thèmes factoriels décelés couvrent les contextes humain, animal et environnemental, et les contextes soutiennent la nécessité d'une diversité de perspectives et d'une approche multisectorielle de la résistance aux antimicrobiens. Les résultats de cet article permettront d'orienter les recommandations visant à réduire le risque de contracter des entérobactéries productrices de BLSE pour les Canadiens, ainsi que pour d'autres pays similaires, tout en tenant compte des nombreuses sources d'exposition dans divers contextes. Ces résultats permettront également d'orienter les recherches futures sur des activités et dans des contextes qui n'ont pas encore été étudiés.

### Déclaration des auteurs

J. G. — Conceptualisation, méthodologie, analyse formelle, rédaction–révision et édition  
C. U. — Analyse formelle, rédaction–révision et édition  
S. P. — Analyse formelle, révision et édition  
C. M. — Conceptualisation, méthodologie, révision et édition  
C. A. C. — Conceptualisation, méthodologie, révision et édition  
E. J. P. — Conceptualisation, méthodologie, analyse formelle, révision et édition

### Intérêts concurrents

J. G., C. U., S. P., C. M. et C. A. C. n'ont aucun conflit d'intérêts à déclarer. E. J. P. bénéficie (ou a bénéficié au cours des cinq dernières années) de subventions/contrats de recherche financés par les Instituts de recherche en santé du Canada, le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie, le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, l'Agence de la santé publique du Canada et le Programme canadien pour la sûreté et la sécurité. Elle est actuellement présidente du conseil d'administration du Centre for Coastal Health, membre du conseil d'administration du McEachran Institute et membre du Advisory Council for Research Directions : One Health et membre du groupe de travail « Un monde, une santé » de la Société royale du Canada. Avant février 2019, elle était employée par l'Agence de la santé publique du Canada.

### Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier Scott McEwen et Courtney Primeau pour leurs conseils et leur contribution à ce projet. Nous tenons également à remercier Jacqueline Kreller-Vanderkooy (bibliothécaire à l'Université de Guelph) pour ses conseils lors de l'élaboration de la chaîne de recherche et de la stratégie de recherche pour ce projet.

### Financement

Ce travail a été soutenu par les sources suivantes : le département de médecine des populations de l'Université de Guelph, l'Agence de la santé publique du Canada, les Instituts de recherche en santé du Canada, les bourses d'études supérieures du Canada (programme de maîtrise) et le complément tri-conseil du doyen de l'Université de Guelph.

### Références

1. Agence de la santé publique du Canada. Plan d'action pancanadien sur la résistance aux antimicrobiens. Ottawa, ON : ASPC; 2024. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/medicaments-et-produits-sante/plan-action-pancanadien-resistance-antimicrobiens.html>
2. Agence de la santé publique du Canada. Système canadien de surveillance de la résistance aux antimicrobiens - Mise à jour 2020. Ottawa, ON : ASPC; 2020. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/medicaments-et-produits-sante/systeme-canadien-surveillance-resistance-antimicrobiens-2020-rapport-resume.html>
3. World Health Organization. Critically Important Antimicrobials for Human Medicine: 6<sup>th</sup> revision. Geneva, CH: WHO; 2019. <https://www.who.int/publications/item/9789241515528>
4. MacKinnon MC, Sargeant JM, Pearl DL, Reid-Smith RJ, Carson CA, Parmley EJ, McEwen SA. Evaluation of the health and healthcare system burden due to antimicrobial-resistant *Escherichia coli* infections in humans: a systematic review and meta-analysis. *Antimicrob Resist Infect Control* 2020;9(1):200. DOI PubMed
5. Council of Canadian Academies. When Antibiotics Fail. Ottawa, ON: CCA; 2019. <https://cca-reports.ca/reports/the-potential-socio-economic-impacts-of-antimicrobial-resistance-in-canada/>
6. Prestinaci F, Pezzotti P, Pantosti A. Antimicrobial resistance: a global multifaceted phenomenon. *Pathog Glob Health* 2015;109(7):309–18. DOI PubMed



7. Lagacé-Wiens PR, Adam HJ, Poutanen S, Baxter MR, Denisuk AJ, Golden AR, Nichol KA, Walkty A, Karlowski JA, Mulvey MR, Golding G, Hoban DJ, Zhanel GG; Canadian Antimicrobial Resistance Alliance (CARA) and CANWARD. Trends in antimicrobial resistance over 10 years among key bacterial pathogens from Canadian hospitals: results of the CANWARD study 2007-16. *J Antimicrob Chemother* 2019;74 Suppl 4:iv22–31. [DOI PubMed](#)
8. Bezabih YM, Sabiiti W, Alamneh E, Bezabih A, Peterson GM, Bezabhe WM, Roujeinikova A. The global prevalence and trend of human intestinal carriage of ESBL-producing *Escherichia coli* in the community. *J Antimicrob Chemother* 2021;76(1):22–9. [DOI PubMed](#)
9. Doi Y, Iovleva A, Bonomo RA. The ecology of extended-spectrum  $\beta$ -lactamases (ESBLs) in the developed world. *J Travel Med* 2017;24 suppl\_1:S44–51. [DOI PubMed](#)
10. Pitout JD, Nordmann P, Laupland KB, Poirel L. Emergence of Enterobacteriaceae producing extended-spectrum beta-lactamases (ESBLs) in the community. *J Antimicrob Chemother* 2005;56(1):52–9. [DOI PubMed](#)
11. Mughini-Gras L, Dorado-García A, van Duijkeren E, van den Bunt G, Dierikx CM, Bonten MJ, Bootsma MC, Schmitt H, Hald T, Evers EG, de Koeijer A, van Pelt W, Franz E, Mevius DJ, Heederik DJ; ESBL Attribution Consortium. Attributable sources of community-acquired carriage of *Escherichia coli* containing  $\beta$ -lactam antibiotic resistance genes: a population-based modelling study. *Lancet Planet Health* 2019;3(8):e357–69. [DOI PubMed](#)
12. Pitout JD. Infections with extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing enterobacteriaceae: changing epidemiology and drug treatment choices. *Drugs* 2010;70(3):313–33. [DOI PubMed](#)
13. Karanika S, Karantanos T, Arvanitis M, Grigoras C, Mylonakis E. Fecal Colonization With Extended-spectrum Beta-lactamase-Producing Enterobacteriaceae and Risk Factors Among Healthy Individuals: A Systematic Review and Metaanalysis. *Clin Infect Dis* 2016;63(3):310–8. [DOI PubMed](#)
14. Huijbers PM, Blaak H, de Jong MC, Graat EA, Vandenbroucke-Grauls CM, de Roda Husman AM. Role of the Environment in the Transmission of Antimicrobial Resistance to Humans: A Review. *Environ Sci Technol* 2015;49(20):11993–2004. [DOI PubMed](#)
15. Primeau C. Exploring the contributions of genotypic, phenotypic, social and qualitative data sources to our understanding of antimicrobial resistance in Canada. University of Guelph, 2020. <http://hdl.handle.net/10214/17935>
16. McEwen SA, Collignon PJ. Antimicrobial Resistance: a One Health Perspective. *Microbiol Spectr* 2018;6(2). [DOI PubMed](#)
17. Schmithausen R, Schulze-Geisthoevel SV, Heinemann C, Bierbaum G, Exner M, Petersen B, Steinhoff-Wagner J. Reservoirs and Transmission Pathways of Resistant Indicator Bacteria in the Biotope Pig Stable and along the Food Chain: A Review from a One Health Perspective. *Sustainability* 2018;10(11):3967. [DOI](#)
18. Alevizakos M, Karanika S, Detsis M, Mylonakis E. Colonisation with extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing Enterobacteriaceae and risk for infection among patients with solid or haematological malignancy: a systematic review and meta-analysis. *Int J Antimicrob Agents* 2016;48(6):647–54. [DOI PubMed](#)
19. Larramendy S, Deglaire V, Dusollier P, Fournier JP, Caillon J, Beaudeau F, Moret L. Risk Factors of Extended-Spectrum Beta-Lactamases-Producing *Escherichia coli* Community Acquired Urinary Tract Infections: A Systematic Review. *Infect Drug Resist* 2020;13:3945–55. [DOI PubMed](#)
20. Butcher CR, Rubin J, Mussio K, Riley LW. Risk Factors Associated with Community-Acquired Urinary Tract Infections Caused by Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase-Producing *Escherichia coli*: a Systematic Review. *Curr Epidemiol Rep* 2019;6(5):300–9. [DOI](#)
21. Detsis M, Karanika S, Mylonakis E. ICU Acquisition Rate, Risk Factors, and Clinical Significance of Digestive Tract Colonization With Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing Enterobacteriaceae: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med* 2017;45(4):705–14. [DOI PubMed](#)
22. Flokas ME, Detsis M, Alevizakos M, Mylonakis E. Prevalence of ESBL-producing Enterobacteriaceae in paediatric urinary tract infections: A systematic review and meta-analysis. *J Infect* 2016;73(6):547–57. [DOI PubMed](#)
23. Furuya-Kanamori L, Stone J, Yakob L, Kirk M, Collignon P, Mills DJ, Lau CL. Risk factors for acquisition of multidrug-resistant Enterobacterales among international travellers: a synthesis of cumulative evidence. *J Travel Med* 2020;27(1):taz083. [DOI PubMed](#)
24. Hendrik TC, Voor In 't Holt AF, Vos MC. Clinical and Molecular Epidemiology of Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing *Klebsiella* spp.: A Systematic Review and Meta-Analyses. *PLoS One* 2015;10(10):e0140754. [DOI PubMed](#)



25. Hu YJ, Ogyu A, Cowling BJ, Fukuda K, Pang HH. Available evidence of antibiotic resistance from extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing Enterobacteriaceae in paediatric patients in 20 countries: a systematic review and meta-analysis. *Bull World Health Organ* 2019;97(7):486–501B. DOI PubMed
26. Li X, Xu X, Yang X, Luo M, Liu P, Su K, Qing Y, Chen S, Qiu J, Li Y. Risk factors for infection and/or colonisation with extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing bacteria in the neonatal intensive care unit: a meta-analysis. *Int J Antimicrob Agents* 2017;50(5):622–8. DOI PubMed
27. Wuerz TC, Kassim SS, Atkins KE. Acquisition of extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae (ESBL-PE) carriage after exposure to systemic antimicrobials during travel: systematic review and meta-analysis. *Travel Med Infect Dis* 2020;37:101823. DOI PubMed
28. Chapman B, Phillips C. The IAM.AMR Project Documentation. *iAM.AMR*; 2019. <https://docs.iam.amr.pub/en/latest/>
29. Goltz J. Investigating Factors Associated with Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing Enterobacteriaceae Colonization and/or Infection in Humans: A One Health Approach. University of Guelph; 2022. <https://atrium.lib.uoguelph.ca/server/api/core/bitstreams/1e4611d9-eb58-439d-902f-f424f29ad8e9/content>
30. Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. *Int J Soc Res Methodol Theory Pract.* 2005;8(1):19–32. DOI
31. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, Moher D, Peters MD, Horsley T, Weeks L, Hempel S, Akl EA, Chang C, McGowan J, Stewart L, Hartling L, Aldcroft A, Wilson MG, Garritty C, Lewin S, Godfrey CM, Macdonald MT, Langlois EV, Soares-Weiser K, Moriarty J, Clifford T, Tunçalp Ö, Straus SE. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): checklist and Explanation. *Ann Intern Med* 2018;169(7):467–73. DOI PubMed
32. Murphy CP, Carson C, Smith BA, Chapman B, Marrotte J, McCann M, Primeau C, Sharma P, Parmley EJ. Factors potentially linked with the occurrence of antimicrobial resistance in selected bacteria from cattle, chickens and pigs: A scoping review of publications for use in modelling of antimicrobial resistance (IAM.AMR Project). *Zoonoses Public Health* 2018;65(8):957–71. DOI PubMed
33. United Nations Development Programme. Human Development Report 2019. Beyond income, beyond averages, beyond today: Inequalities in human development in the 21<sup>st</sup> century. New York, NY: UNDP; 2019. <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2019>
34. World Health Organization. Countries, Geneva, CH: WHO; 2024. <https://www.who.int/countries>
35. Phillips C, Chapman B, Agunos A, Carson CA, Parmley EJ, Reid-Smith RJ, Smith BA, Murphy CP. A scoping review of factors potentially linked with antimicrobial-resistant bacteria from turkeys (iAM.AMR Project). *Epidemiol Infect* 2022;150:e153. DOI PubMed
36. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grimshaw JM, Hróbjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder EW, Mayo-Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Stewart LA, Thomas J, Tricco AC, Welch VA, Whiting P, Moher D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372(71):n71. DOI PubMed
37. Denisuik AJ, Karlowky JA, Adam HJ, Baxter MR, Lagacé-Wiens PR, Mulvey MR, Hoban DJ, Zhanel GG; Canadian Antimicrobial Resistance Alliance (CARA) and CANWARD. Dramatic rise in the proportion of ESBL-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* among clinical isolates identified in Canadian hospital laboratories from 2007 to 2016. *J Antimicrob Chemother* 2019;74 Suppl 4:iv64–71. DOI PubMed
38. Woerther PL, Burdet C, Chachaty E, Andremont A. Trends in human fecal carriage of extended-spectrum  $\beta$ -lactamases in the community: toward the globalization of CTX-M. *Clin Microbiol Rev* 2013;26(4):744–58. DOI PubMed
39. Bornmann L, Haunschild R, Mutz R. Growth rates of modern science: a latent piecewise growth curve approach to model publication numbers from established and new literature databases. *Humanit Soc Sci Commun* 2021;8(224). DOI
40. Riccio ME, Verschuuren T, Conzelmann N, Martak D, Meunier A, Salamanca E, Delgado M, Guther J, Peter S, Paganini J, Martischang R, Sauser J, de Kraker ME, Cherkaoui A, Fluit AC, Cooper BS, Hocquet D, Kluytmans JA, Tacconelli E, Rodriguez-Baño J, Harbarth S; MODERN WP2 study group. Household acquisition and transmission of extended-spectrum  $\beta$ -lactamase (ESBL) -producing Enterobacteriaceae after hospital discharge of ESBL-positive index patients. *Clin Microbiol Infect* 2021;27(9):1322–9. DOI PubMed



41. Haverkate MR, Platteel TN, Fluit AC, Cohen Stuart JW, Leverstein-van Hall MA, Thijsen SF, Scharringa J, Kloosterman RC, Bonten MJ, Bootsma MC. Quantifying within-household transmission of extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing bacteria. *Clin Microbiol Infect* 2017;23(1):46.e1–7. [DOI PubMed](#)
42. Toombs-Ruane LJ, Benschop J, French NP, Biggs PJ, Midwinter AC, Marshall JC, Chan M, Drinković D, Fayaz A, Baker MG, Douwes J, Roberts MG, Burgess SA. Carriage of Extended-Spectrum-Beta-Lactamase- and AmpC Beta-Lactamase-Producing *Escherichia coli* Strains from Humans and Pets in the Same Households. *Appl Environ Microbiol* 2020;86(24):e01613–20. [DOI PubMed](#)
43. Meatherall BL, Gregson D, Ross T, Pitout JD, Laupland KB. Incidence, risk factors, and outcomes of *Klebsiella pneumoniae* bacteremia. *Am J Med* 2009;122(9):866–73. [DOI PubMed](#)
44. Laupland KB, Gregson DB, Church DL, Ross T, Pitout JD. Incidence, risk factors and outcomes of *Escherichia coli* bloodstream infections in a large Canadian region. *Clin Microbiol Infect* 2008;14(11):1041–7. [DOI PubMed](#)
45. Villafuerte D, Aliberti S, Soni NJ, Faverio P, Marcos PJ, Wunderink RG, Rodriguez A, Sibila O, Sanz F, Martin-Loeches I, Menzella F, Reyes LF, Jankovic M, Spielmanns M, Restrepo MI; GLIMP Investigators. Prevalence and risk factors for Enterobacteriaceae in patients hospitalized with community-acquired pneumonia. *Respirology* 2020;25(5):543–51. [DOI PubMed](#)
46. Paez A. Gray literature: an important resource in systematic reviews. *J Evid Based Med* 2017;10(3):233–40. [DOI PubMed](#)
47. Moher D, Pham B, Lawson ML, Klassen TP. The inclusion of reports of randomised trials published in languages other than English in systematic reviews. *Health Technol Assess* 2003;7(41):1–90. [DOI PubMed](#)
48. Gordin MD. *Scientific Babel. How Science Was Done Before and After Global English*. Chicago: University of Chicago Press; 2015.
49. Higgins JP, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, Welch VA, editors. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.4*. Cochrane, 2023. [www.training.chochrane.org/handbook](http://www.training.chochrane.org/handbook)
50. Rao SR, Graubard BI, Schmid CH, Morton SC, Louis TA, Zaslavsky AM, Finkelstein DM. Meta-analysis of survey data: application to health services research. *Health Serv Outcomes Res Methodol* 2008;8:98–114. [DOI](#)