



Indicateur du risque de contamination de l'eau par les coliformes

Rapport sur les indicateurs agroenvironnementaux

La durabilité environnementale de l'agriculture canadienne

Année de recensement 2021



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

Canada

Indicateur du risque de contamination de l'eau par les coliformes

Rapport sur les indicateurs agroenvironnementaux, Année de recensement 2021

Statut : Couverture nationale, 1981-2021

Auteurs: D. Lapen, S. Hamalainen, D.K. Reid, T. Martin, T. Rounce, T. Jamieson

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire, 2025

Version électronique disponible à publications.gc.ca

AAFC no. 13352F

No. de catalogue A59-131/2026F-PDF

ISBN 978-0-660-98510-7

Also published in English under the title, Indicator of The Risk of Water Contamination by Coliforms

Consultez les [Indicateurs agroenvironnementaux sur agriculture.canada.ca](https://indicateurs.agroenvironnementaux.sur.agriculture.canada.ca) pour obtenir des renseignements sur cet indicateur et d'autres indicateurs agroenvironnementaux.

Pour de plus amples renseignements, consultez le www.agriculture.canada.ca ou composez sans frais le 1-855-773-0241.

Table des matières

Résumé.....	1
L'enjeu et son importance.....	1
L'indicateur	3
Limites.....	4
Résultats et interprétation.....	4
Options d'intervention	12
Références	14

Liste des figures

Figure 1: Cheptel canadien par année, par type de bétail.....	2
Figure 2 : Nombre de fermes d'élevage par année	3
Figure 3 : Pourcentage des terres agricoles dans les différentes catégories de risque de contamination par les coliformes, de 1981 à 2021	5
Figure 4 : Moyenne annuelle quotidienne de la catégorie de charge de coliformes dans le sol, 2021.....	7
Figure 5 : Risque de contamination de l'eau par les coliformes dans les sols-paysages du Canada selon les pratiques de gestion de 2021.....	8
Figure 6 : Changement du risque de contamination de l'eau par les coliformes de 1981 à 2021.....	10
Figure 7 : Comparaison des indices nationaux de charge de coliformes dans le sol (charge-) et de risque pour l'eau (risque-) fondés sur les données météorologiques annuelles (-M) par rapport aux données climatiques normalisées de 1981 à 2021 (-N).....	11
Figure 8 : Population moyenne quotidienne de coliformes dans les pâturages, 2021 ..	11
Figure 9 : Population moyenne quotidienne de coliformes dans les terres agricoles, 2021	12

Liste des tableaux

Tableau 1a : Proportion de terres agricoles dans diverses catégories de risque de charge de coliformes dans le sol, de 1981 à 2021	5
Tableau 1b : Proportion de terres agricoles dans diverses catégories de risque de coliformes dans l'eau, 1981 à 2021	8

Résumé

Le fumier animal est une source importante et précieuse d'engrais. Toutefois, il peut aussi être une source potentielle d'agents pathogènes (par exemple, les virus, les bactéries et les protozoaires). L'utilisation inappropriée du fumier comme engrais ou la gestion inadéquate des animaux au pâturage accroissent le risque de contamination de l'eau par des agents pathogènes. Les concentrations de coliformes thermotolérants sont souvent utilisées comme indicateur de contamination fécale de l'eau.

L'indicateur du risque de contamination de l'eau par les coliformes (IRCE-coliformes) a été développé afin d'évaluer le risque de contamination de l'eau de surface par les microorganismes entériques d'origine agricole. L'indicateur IRCE-coliformes comporte deux grands volets : l'un quantifie la source des matières fécales et les bactéries coliformes qu'elle propage, tandis que l'autre décrit les processus de transport et la connectivité entre les terres agricoles et les plans d'eau.

Le risque de contamination par les agents pathogènes contenus dans le fumier varie grandement d'une région à l'autre du Canada. Dans l'Est et l'Ouest du Canada, la plus grande source de coliformes thermotolérants est habituellement associée à des pratiques d'élevage de bétail à densité élevée d'animaux, bien que le moment des indicateurs fécaux dans l'eau et leur nombre varient selon les conditions climatiques et physiographiques. Dans les Prairies, le ruissellement provenant des pâturages pendant la période de dégel printanier est à l'origine de près de 90 % du risque de contamination de l'eau. Dans l'est du Canada, le ruissellement se produit pendant une plus grande partie de l'année, et une plus grande proportion des bactéries provient de l'épandage du fumier issu des systèmes d'élevage en claustration. Cela augmente le risque annuel de contamination de l'eau dans l'est du Canada, par rapport aux charges à la source. Le risque au cours d'une année est très sensible aux conditions météorologiques ayant lieu pendant les périodes d'épandage et de pâturage.

Dans l'ensemble, en 2021, on a fait état de quelques régions où les charges de coliformes étaient élevées ou très élevées en Colombie-Britannique, en Alberta, au Manitoba et en Nouvelle-Écosse. Les plans d'eau présentaient un risque très élevé ou élevé dans ces provinces, ainsi qu'en Ontario et au Québec. La plupart des régions agricoles du Canada présentaient des risques très faibles à modérés.

L'enjeu et son importance

Les coliformes thermotolérants se trouvent partout dans les matières fécales animales, et leur présence dans les plans d'eau est surveillée comme une indication de contamination de l'eau par des matières fécales. Parmi les conséquences de la contamination de l'eau par les coliformes, il y a les coûts de traitement de l'eau plus élevés, la perte de jouissance des eaux à vocation récréative, les contraintes à l'expansion de l'industrie de l'élevage ainsi que les effets potentiels sur la santé humaine. Dans les bassins hydrographiques mixtes, les sources de contamination des eaux de surface, souvent nombreuses, comprennent les eaux usées municipales, les fuites des fosses septiques, les animaux sauvages et les activités d'élevage.

Le fumier de bétail est couramment utilisé en agriculture comme source précieuse de nutriments pour la croissance des cultures, mais son entreposage et son transport sont relativement coûteux. Les bactéries constituent un élément important de tous les types de fumier, mais la composition microbienne du fumier varie considérablement selon le type d'animal d'élevage (par exemple, volaille, porc et bovin), l'entreposage, le traitement et la santé du troupeau. L'utilisation du fumier comme source d'engrais peut poser des risques pour la santé environnementale et humaine si les agents pathogènes

présents dans le fumier contaminent les eaux de surface ou l'eau souterraine peu profonde situées à proximité. Le risque de contamination de l'eau de surface par les coliformes est probablement à son maximum dans les régions qui produisent relativement plus de fumier et où les réseaux de drainage sont denses et très sensibles au ruissellement, à l'écoulement préférentiel et à l'érosion du sol. Le risque de contamination des eaux souterraines est accru dans les zones où les eaux souterraines sont peu profondes ou les sols très minces se trouvent au-dessus des zones de fracture du substrat rocheux.

Depuis 1981, le nombre de têtes de bétail au Canada a généralement augmenté au fil du temps (figure 1). Le nombre de bovins et de porcs a atteint un sommet en 2005, puis a diminué considérablement jusqu'en 2010, après quoi le nombre de porcs s'est rétabli, tandis que le nombre de bovins a continué de diminuer. Le nombre de volailles a atteint un plateau entre 2001 et 2011, puis a continué de croître jusqu'en 2021. Il est également important de constater que la production de bétail s'est intensifiée de façon notable dans un plus petit nombre de fermes plus grandes, étant donné que le nombre de fermes d'élevage a diminué d'un tiers de ce qu'il était en 1981 (figure 2). Cette concentration d'animaux dans un moins grand nombre de fermes s'est poursuivie entre 2005 et 2021, malgré la volatilité des tendances globales à la croissance.

La gestion du fumier dans la production agricole est d'une importance cruciale pour la protection de l'environnement et de la qualité de l'eau et pour assurer la durabilité de l'agroécosystème. Sans elle, les précieuses ressources en eaux de surface et souterraines peuvent être menacées, ce qui nuit à la production agricole, à la salubrité des aliments et à la santé humaine. Une connaissance des terres et des eaux agricoles à risque, et une compréhension des pratiques d'utilisation des terres qui peuvent atténuer les répercussions potentiellement négatives, aidera à faire en sorte que le Canada continue de jouer un rôle important dans la réduction du risque de contamination de l'eau par les coliformes et dans le maintien de paysages agricoles durables.

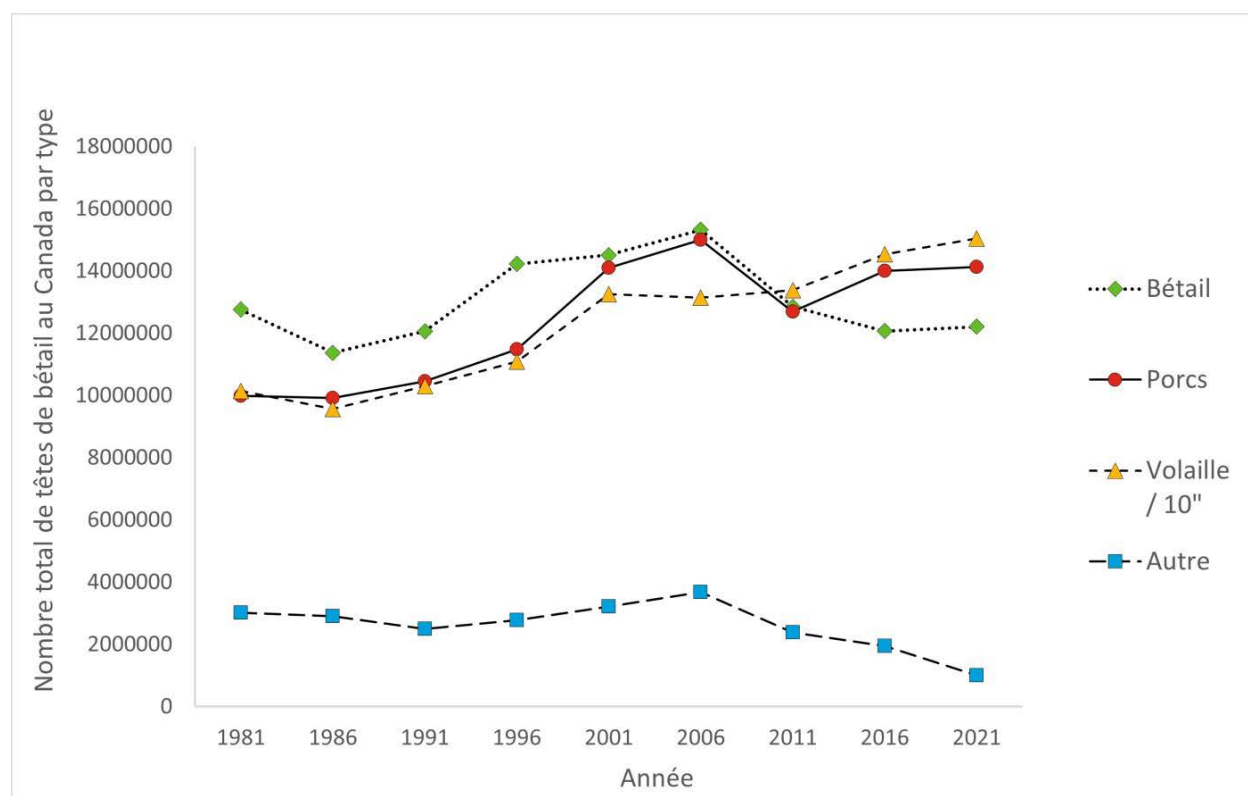


Figure 1: Cheptel canadien par année, par type de bétail

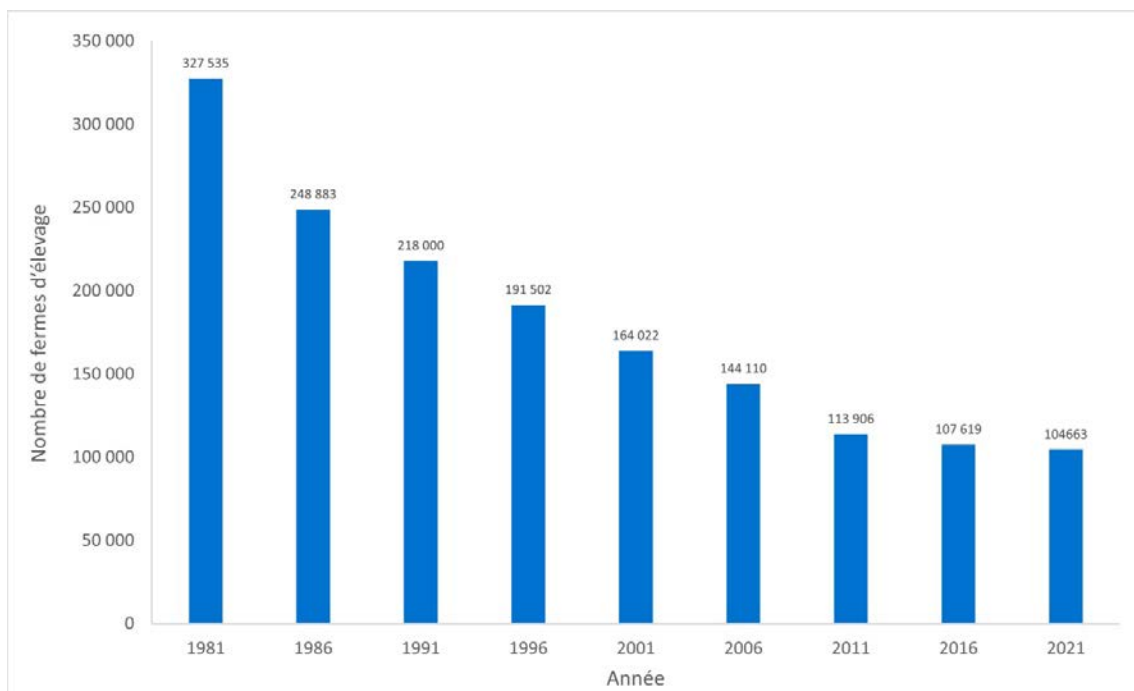


Figure 2 : Nombre de fermes d'élevage par année

L'indicateur

Le modèle IRCE-coliformes évalue le risque relatif que des matières fécales provenant de sources agricoles contaminent les plans d'eau de surface, en utilisant des coliformes thermotolérants comme marqueur. Il évalue aussi l'évolution de ce risque dans le temps. C'est un outil qui permet de déterminer les modifications à apporter aux pratiques agricoles afin de réduire le risque. Cette version de l'indicateur s'appuie sur les travaux antérieurs décrits dans van Bochove *et al.* (2010a), avec des modifications apportées par Keith Reid et Kim Schneider.

Le risque de contamination de l'eau par les coliformes est déterminé en estimant à la fois le nombre potentiel de coliformes thermotolérants d'origine agricole (source des coliformes) et la probabilité de leur déplacement vers les eaux de surface (transport). Les calculs sont fondés sur la taille quotidienne des populations de coliformes vivants, et le risque est indiqué par l'une des cinq catégories suivantes : très faible, faible, modéré, élevé et très élevé. Les catégories de risque sont des classements arbitraires qui ont été sélectionnés pour permettre la cartographie des tendances spatiales et temporelles.

La source de coliformes tient compte des fumiers de quatre types de bétail : les bovins, les porcs, la volaille et les autres animaux d'élevage. Les populations quotidiennes moyennes de coliformes provenant des animaux élevés en pâturage ou en claustration sont estimées à l'aide des coefficients de production de fumier, des coefficients de coliformes fécaux (American Society of Agricultural Engineers [ASAE], 2003) et du taux quotidien de décomposition (Himathongkham *et al.*, 1999). Les coliformes contenus dans le fumier des animaux en pâturage étaient considérés comme transportables le jour même où ils étaient produits, tandis que ceux provenant du fumier des animaux en claustration étaient présumés transportables seulement au moment de l'épandage du fumier dans les champs. On a supposé quatre périodes d'épandage de deux semaines par année pour chaque province en fonction du premier et du dernier jour de gel au sol et des dates d'ensemencement et de récolte habituelles.

La composante transport a été adaptée du modèle IRCE-phosphore (van Bochove *et al.*, 2010b), qui a été considérablement révisé par Keith Reid et Kim Schneider (Reid *et al.*, 2022). Comme les coliformes ont tendance à être filtrés par le sol, on suppose que

le transport se fait par écoulement en surface ou évacuation rapide via drainage agricole. La topographie, la texture du sol, les précipitations quotidiennes, le risque d'érosion du sol et la densité spatiale des plans d'eau de surface sont tous pris en compte dans le modèle de transport. Le risque annuel de transport des coliformes est calculé comme le risque quotidien cumulatif.

Les données météorologiques quotidiennes modélisées (échelle de réseau à 5 degrés) de <https://power.larc.nasa.gov> ont été utilisées avec la DNDC pour modéliser l'hydrologie du sol. Pour éliminer le caractère ambigu des effets de la variabilité météorologique annuelle de ceux du changement de pratique, le modèle a été exécuté à la fois à l'aide des données météorologiques réelles pour chaque année, et un fichier résumé des conditions météorologiques basé sur la moyenne mensuelle des températures et des précipitations ainsi que sur la répartition prévue de l'intensité des précipitations au cours de chaque mois.

Limites

L'indicateur ne tient pas compte de la contamination par les coliformes provenant des rejets d'eaux usées municipales, des fuites de fosses septiques et des animaux sauvages. Aussi, on suppose que les animaux au pâturage n'avaient pas d'accès direct aux eaux de surface. Les périodes d'épandage du fumier étaient connues à l'échelle des provinces et des écodistricts et appliquées uniformément aux polygones à l'échelle des données.

Les valeurs de l'IRCE-coliformes prennent en compte la population active de coliformes présents dans les terres agricoles au moment du ruissellement succédant aux précipitations. Les jours où il y aura du ruissellement sont aléatoires dans l'espace et dans le temps, car le phénomène est déclenché par des conditions climatiques particulières qui varient d'un endroit et d'une année à l'autre. Il reste encore du travail à faire pour éliminer davantage le caractère ambigu de ces effets.

Bien que les calculs du modèle soient fondés sur la taille quotidienne des populations de coliformes vivants, les hypothèses, les incertitudes et les inconnues de modélisation donnent des estimations des risques qui ne peuvent pas être interprétées de façon quantitative directe. Le degré de risque est indiqué à l'aide de cinq catégories quelque peu arbitraires qui permettent l'exploration des tendances spatiales et temporelles, mais les mentions très faible, faible, modéré, élevé et très élevé peuvent ne pas être bien corrélées avec les niveaux de risque réels. D'autres travaux seraient nécessaires pour établir un lien entre ces estimations des risques et les données réelles de surveillance des eaux de surface, mais une grande incertitude subsistera en raison des difficultés associées à la levée des ambiguïtés relatives aux sources agricoles et non agricoles.

Résultats et interprétation

Le risque élevé associé à la charge de coliformes correspond généralement aux régions où l'élevage animal est intensif et, par conséquent, aux volumes élevés de fumier de bétail par région. En 2021, seulement 3,6 % des terres agricoles canadiennes présentaient un risque élevé ou très élevé de charge de coliformes dans le sol (figure 3, tableau 1a). Ces zones à risque ont été observées en Alberta et en Colombie-Britannique, et dans une moindre mesure au Manitoba et en Nouvelle-Écosse (figure 4).

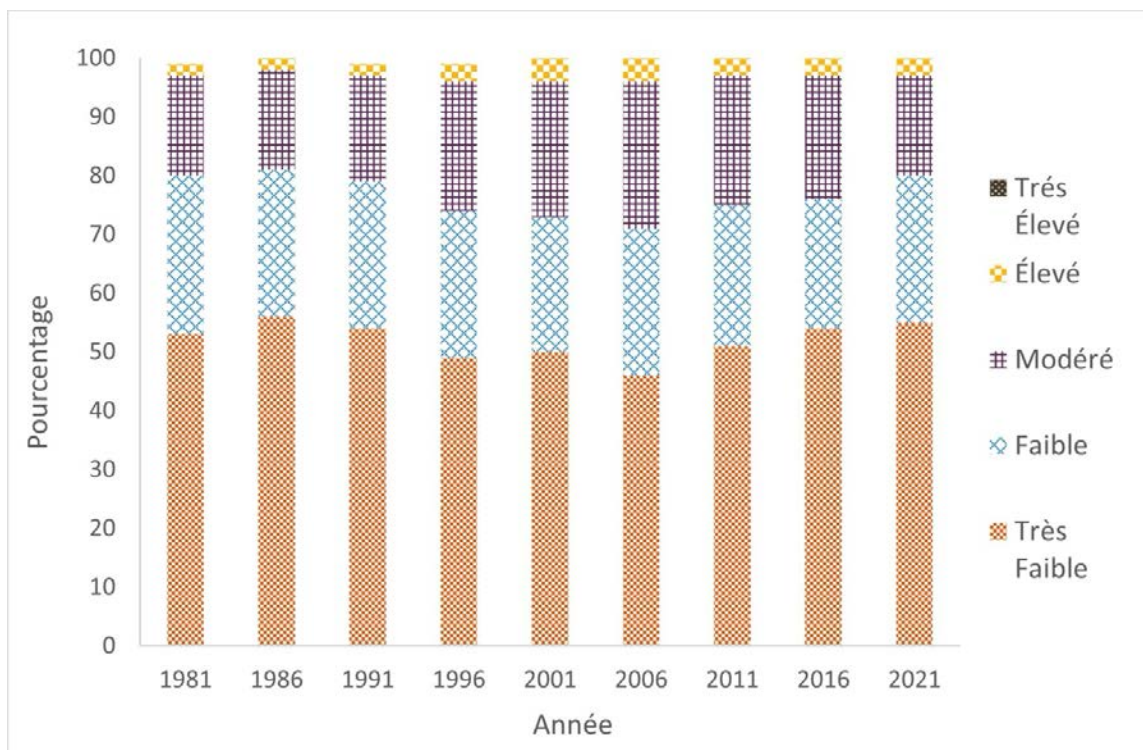


Figure 3 : Pourcentage des terres agricoles dans les différentes catégories de risque de contamination par les coliformes, de 1981 à 2021

Tableau 1a : Proportion de terres agricoles dans diverses catégories de risque de charge de coliformes dans le sol, de 1981 à 2021

Très bas									
PROVINCE	1981	1986	1991	1996	2001	2006	2011	2016	2021
Alb.	37,86	44,2	37,98	30,22	26,11	23,50	30,46	29,66	38,78
C.-B.	26,45	30,87	15,78	2,08	1,33	1,12	10,41	10,16	24,21
Man.	45,73	50,57	54,80	33,79	24,49	18,51	30,32	44,75	55,70
N.-B.	98,73	87,71	86,31	91,82	92,08	94,75	95,21	96,51	95,07
T.-N.-L.	86,90	92,43	97,57	97,59	95,30	68,13	80,80	88,22	75,04
N.-É.	1,06	1,48	1,05	2,41	3,63	1,32	8,40	11,82	26,60
Ont.	50,57	58,36	61,37	54,91	66,01	66,20	75,09	75,78	73,91
Î.-P.-É	47,95	42,57	31,44	42,20	53,32	50,61	75,26	72,55	68,82
Qc	64,52	63,94	59,54	43,59	48,21	42,23	51,83	65,10	66,52
Sask.	94,47	97,13	95,79	88,79	90,15	74,36	84,16	89,03	87,38
Can.	64,68	68,99	66,67	57,71	57,23	48,72	57,61	61,75	65,17

Bas									
PROVINCE	1981	1986	1991	1996	2001	2006	2011	2016	2021
Alb.	35,80	36,86	34,68	32,90	28,78	29,44	32,93	34,47	33,98
C.-B.	20,10	20,27	26,71	38,07	24,91	12,00	36,86	27,38	27,3
Man.	52,28	44,90	44,76	58,17	67,51	50,89	57,45	47,81	37,4
N.-B.	1,27	12,29	13,69	8,18	7,92	5,25	4,79	3,49	4,15
T.-N.-L.	13,1	7,57	2,43	2,41	4,70	31,87	19,20	11,78	4,80
N.-É.	34,58	25,26	17,89	15,96	31,17	30,07	50,96	53,34	31,01
Ont.	47,31	40,91	38,03	41,71	32,83	32,67	23,39	22,19	24,06
Î.-P.-É	52,05	57,43	68,56	57,80	46,68	49,39	24,74	27,45	31,05
Qc	35,23	34,99	38,88	53,51	49,91	49,76	45,26	33,39	29,80
Sask.	5,52	2,87	4,15	11,02	9,50	24,45	14,94	10,41	11,66
Can.	25,53	23,23	23,05	27,86	25,70	30,32	27,54	24,29	23,62

Moyen									
PROVINCE	1981	1986	1991	1996	2001	2006	2011	2016	2021
Alb.	19,40	25,45	18,78	21,05	24,15	24,42	26,74	27,18	18,68
C.-B.	19,48	20,53	27,25	24,76	38,00	50,98	38,13	40,66	19,16
Man.	1,89	4,48	0,45	8,01	7,99	29,83	9,96	6,95	4,72
N.-B.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78
T.-N.-L.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,28
N.-É.	60,41	62,32	67,07	57,15	59,66	60,94	38,62	30,45	32,86
Ont.	2,12	0,72	0,61	3,38	1,16	1,14	1,53	2,01	1,80
Î.-P.-É	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Qc	0,24	1,07	1,54	2,91	1,88	7,99	2,89	1,49	2,94
Sask.	0,01	0,00	0,06	0,19	0,35	1,17	0,89	0,55	0,73
Can.	6,93	6,05	6,90	8,63	9,72	12,97	11,14	10,70	7,51

Élevé									
PROVINCE	1981	1986	1991	1996	2001	2006	2011	2016	2021
Alb.	6,80	3,47	8,27	14,85	18,56	20,89	8,23	7,46	6,72
C.-B.	29,32	23,81	26,70	29,93	33,68	32,92	12,98	19,37	23,62
Man.	0,10	0,04	0,00	0,03	0,01	0,77	2,25	0,49	2,16
N.-B.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T.-N.-L.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
N.-É.	3,96	10,95	13,94	24,4	5,34	7,52	2,02	4,39	8,36
Ont.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,11
Î.-P.-É	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Qc	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,58
Sask.	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,23
Can.	2,72	1,63	3,22	5,38	6,56	7,38	3,15	2,82	2,98

Très Élevé									
PROVINCE	1981	1986	1991	1996	2001	2006	2011	2016	2021
Alb.	0,13	0,00	0,28	0,98	2,39	1,75	1,65	1,24	1,84
C.-B.	4,65	4,52	3,56	5,17	2,08	2,98	1,62	2,42	5,71
Man.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
N.-B.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T.-N.-L.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,06
N.-É.	0,00	0,00	0,04	0,08	0,19	0,14	0,00	0,00	1,18
Ont.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
Î.-P.-É	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
Qc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Sask.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Can.	0,14	0,09	0,17	0,42	0,79	0,61	0,56	0,44	0,72

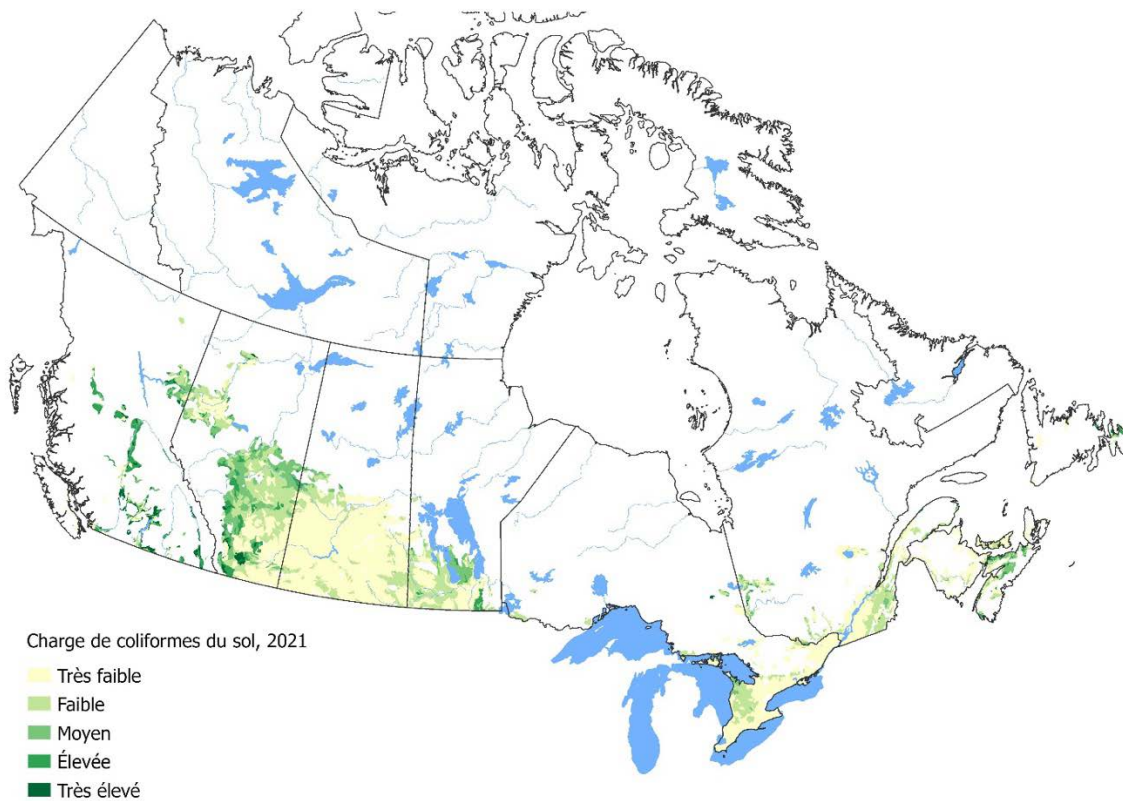


Figure 4 : Moyenne annuelle quotidienne de la catégorie de charge de coliformes dans le sol, 2021

Il s'agit principalement de la production bovine intensive en Alberta et à l'intérieur de la Colombie-Britannique, de la production laitière dans la vallée du Fraser et de la production porcine au Manitoba. La Nouvelle-Écosse obtient des cotes de risque plus élevées que les autres provinces de l'Est parce qu'elle compte relativement peu de grandes cultures, ce qui se traduit par un ratio plus élevé de bétail par rapport à la superficie des terres agricoles. Dans les provinces des Prairies, à l'extérieur des zones de production intensive de bœuf de l'Alberta et des zones de production porcine du Manitoba, les terres produisent surtout des céréales ou du bœuf de pâturage de faible intensité, de sorte que le risque de charge de coliformes dans le sol est faible à très faible.

En 2021, 3,6 % des terres agricoles canadiennes présentaient un risque élevé ou très élevé de contamination de l'eau par les coliformes (tableau 1b). Des zones à risque très élevé étaient situées en Colombie-Britannique, en Alberta, en Ontario et en Nouvelle-Écosse, et des zones à risque élevé étaient présentes dans toutes les régions sauf à l'Île-du-Prince-Édouard et en Saskatchewan (figure 5).

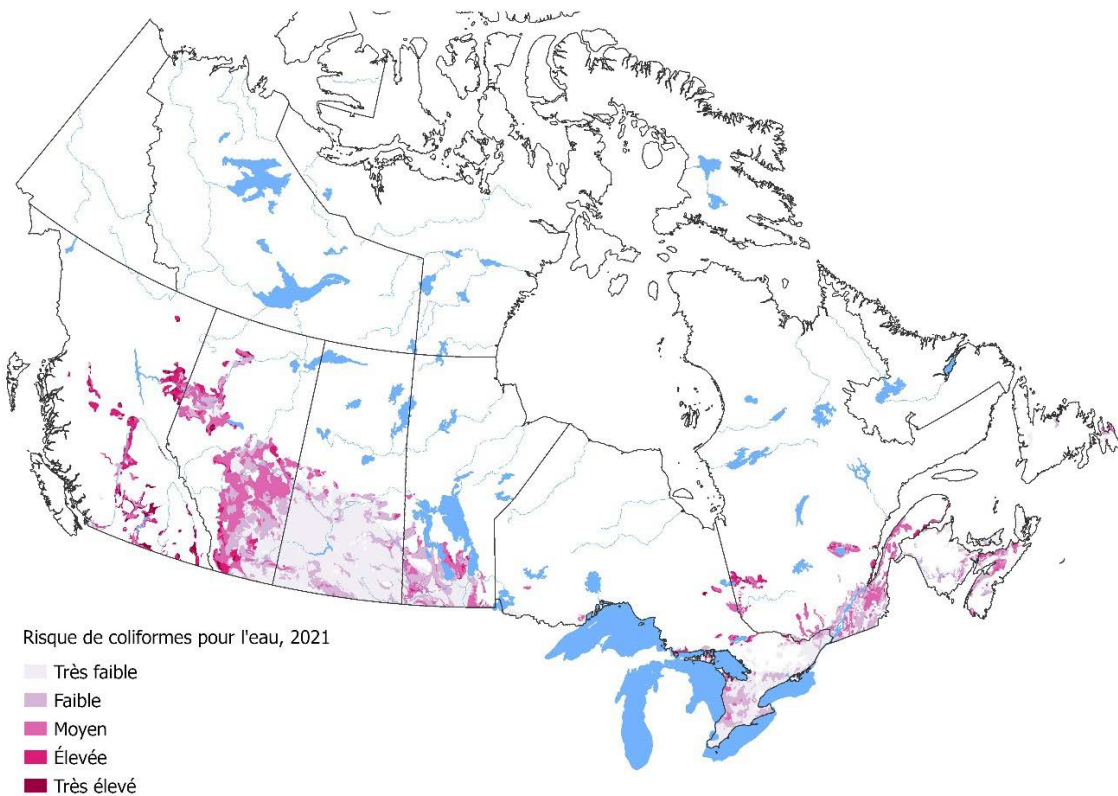


Figure 5 : Risque de contamination de l'eau par les coliformes dans les sols-paysages du Canada selon les pratiques de gestion de 2021

Tableau 1b : Proportion de terres agricoles dans diverses catégories de risque de coliformes dans l'eau, 1981 à 2021

Très bas									
PROVINCE	1981	1986	1991	1996	2001	2006	2011	2016	2021
Alb.	28,11	31,54	27,21	25,17	24,05	24,08	25,07	27,09	27,47
C.-B.	9,65	6,72	5,32	3,64	3,88	3,39	4,89	4,18	10,75
Man.	36,98	40,80	41,19	35,69	34,23	28,42	36,63	40,82	42,91
N.-B.	47,43	45,12	41,56	46,85	49,36	54,48	56,10	69,99	72,03
T.-N.-L.	43,63	44,37	43,36	56,54	41,64	44,19	41,75	47,54	71,85
N.-É.	2,34	3,04	0,95	1,32	6,40	1,15	8,19	6,93	18,75
Ont.	29,72	35,95	37,41	35,07	40,32	42,10	51,71	56,29	57,56
Î.-P.-É.	63,92	48,80	44,83	41,27	72,64	59,91	82,65	87,23	88,20
Qc	11,99	10,56	9,88	7,54	7,81	6,77	10,25	15,46	21,6
Sask.	87,53	89,93	88,74	80,04	80,83	73,93	79,70	82,58	82,43
Can.	52,88	55,97	54,41	49,24	49,68	46,08	50,56	53,85	54,59

Bas									
PROVINCE	1981	1986	1991	1996	2001	2006	2011	2016	2021
Alb.	30,89	30,24	27,85	21,42	18,55	16,98	24,31	21,66	29,84
C.-B.	12,54	16,59	14,39	7,88	7,53	9,46	12,64	15,76	15,87
Man.	46,90	42,39	43,76	39,99	34,49	33,3	32,20	34,92	39,42
N.-B.	39,41	39,78	44,09	38,17	36,10	31,85	29,64	18,87	18,69
T.-N.-L.	41,03	42,49	50,76	38,55	50,10	44,85	47,19	47,28	12,95
N.-É.	36,38	28,88	33,31	26,61	36,06	38,13	47,43	58,40	41,13
Ont.	56,85	54,67	53,99	55,51	50,05	48,45	41,87	36,34	34,07
Î.-P.-É.	36,08	51,20	55,17	58,73	27,36	40,09	17,35	12,77	11,67
Qc	43,84	41,46	40,42	37,77	38,97	37,32	36,98	37,19	37,50
Sask.	11,54	9,48	10,61	18,10	17,18	23,17	18,05	15,89	15,53
Can.	27,28	25,23	24,83	25,43	23,06	24,89	24,37	22,40	25,10

Moyen									
PROVINCE	1981	1986	1991	1996	2001	2006	2011	2016	2021
Alb.	36,84	36,05	41,27	46,83	49,22	52,01	45,36	45,59	37,16
C.-B.	41,87	42,40	38,27	39,98	36,88	33,46	43,91	33,48	25,27
Man.	15,96	16,69	14,93	23,07	30,85	37,26	30,75	24,13	17,14
N.-B.	13,16	15,10	14,34	14,98	14,54	13,67	14,18	10,94	8,97
T.-N.-L.	14,15	12,38	4,73	1,23	6,36	9,73	9,97	2,6	12,37
N.-É.	58,93	65,83	62,87	68,24	54,7	58,31	42,31	32,27	37,10
Ont.	11,27	7,09	6,43	7,22	7,41	7,28	5,59	6,58	7,17
Î.-P.-É	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
Qc	39,57	42,32	43,66	47,99	46,16	48,18	45,10	42,11	34,50
Sask.	0,93	0,57	0,63	1,80	1,98	2,81	2,16	1,5	1,94
Can.	17,33	16,92	18,24	21,69	23,05	25,06	22,07	20,69	17,14

Élevé									
PROVINCE	1981	1986	1991	1996	2001	2006	2011	2016	2021
Alb.	4,16	2,17	3,67	6,49	7,72	6,23	5,25	5,39	5,11
C.-B.	31,21	29,64	35,86	41,23	44,76	45,68	33,13	40,47	39,06
Man.	0,16	0,12	0,12	0,35	0,43	0,94	0,43	0,14	0,54
N.-B.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,20	0,30
T.-N.-L.	0,83	0,76	1,15	3,68	1,89	1,23	1,09	2,16	0,00
N.-É.	2,35	2,25	2,7	3,82	2,84	2,41	2,07	2,40	3,02
Ont.	2,15	2,29	2,17	2,07	2,22	2,18	0,83	0,79	1,03
Î.-P.-É	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Qc	4,19	5,20	5,56	6,13	6,56	7,23	7,10	4,79	5,60
Sask.	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01	0,07	0,08	0,04	0,10
Can.	2,38	1,76	2,36	3,42	3,90	3,55	2,86	2,84	2,82

Très Élevé									
PROVINCE	1981	1986	1991	1996	2001	2006	2011	2016	2021
Alb.	0,01	0,00	0,00	0,09	0,46	0,71	0,01	0,27	0,43
C.-B.	4,72	4,64	6,15	7,27	6,94	8	5,42	6,11	9,06
Man.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00
N.-B.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T.-N.-L.	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	2,83
N.-É.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ont.	0,00	0,00	0,01	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Î.-P.-É	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Qc	0,42	0,46	0,48	0,57	0,51	0,49	0,58	0,44	0,79
Sask.	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Can.	0,13	0,12	0,15	0,22	0,31	0,42	0,15	0,23	0,36

Le risque accru de ruissellement en raison du terrain à l'intérieur de la Colombie-Britannique, les taux de précipitations plus élevés dans l'est du Canada et le drainage agricole en Ontario, au Québec et au Manitoba sont les facteurs prédominants qui transforment le risque de charge de coliformes dans le sol en risque de contamination de l'eau.

La variation du risque IRCE-coliformes entre 1981 et 2021 était attribuable aux changements dans la population de bétail et à la redistribution du bétail vers des régions de production concentrée. Pour la majeure partie de la région agricole, le risque de coliformes dans l'eau n'a pas beaucoup changé en 35 ans. Des régions éparpillées dans tout le Canada, y compris une grande partie de l'Ontario, ont connu une légère diminution du risque en raison de la réduction de la production de bovins et de porcs.

À d'autres endroits, en particulier dans l'Ouest canadien, on a observé une augmentation du risque pour l'eau en raison de la concentration accrue de la production animale. Cela est particulièrement évident dans certaines régions de l'Alberta et de la Colombie-Britannique (figure 6).

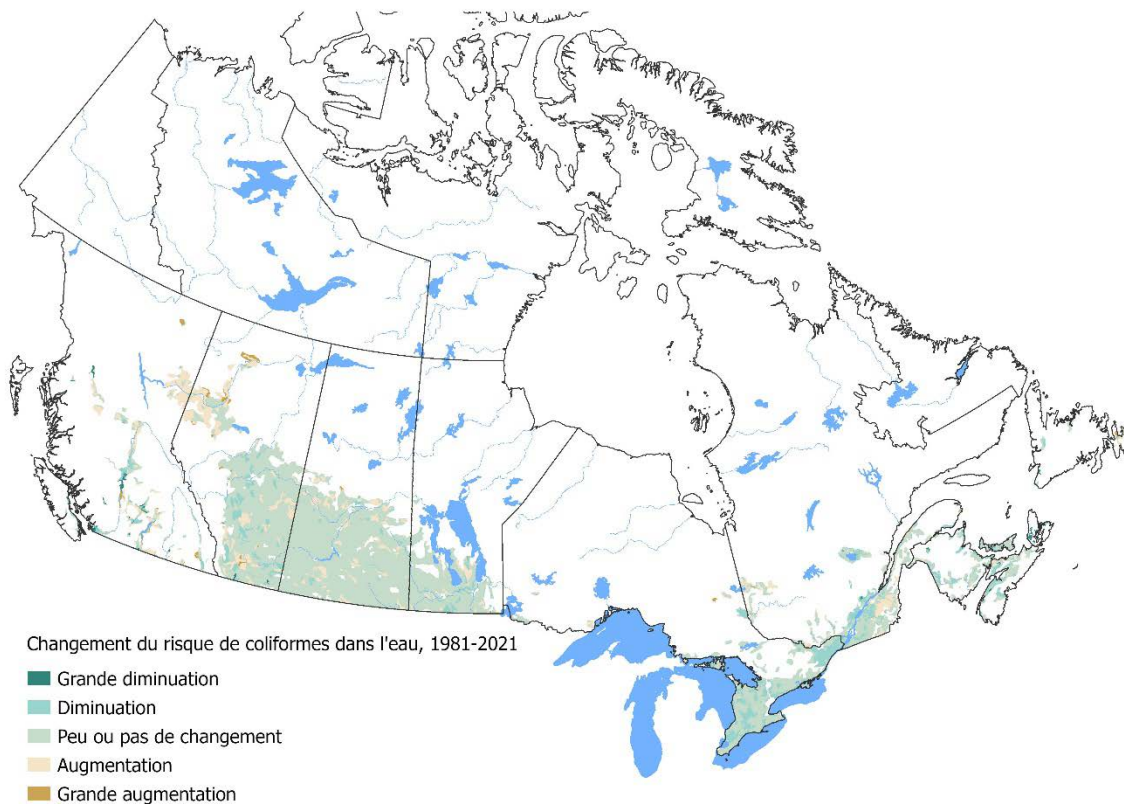


Figure 6 : Changement du risque de contamination de l'eau par les coliformes de 1981 à 2021.

Les conditions météorologiques ont des répercussions importantes sur le risque de contamination de l'eau par les coliformes au cours d'une année donnée. Le temps plus froid augmente la mortalité des coliformes, ce qui réduit le risque de charge dans le sol. Le risque de coliformes dans l'eau dépend fortement de l'intensité des précipitations et du moment où elles se produisent par rapport aux épandages de fumier. Cette variabilité induite par les conditions météorologiques a été largement éliminée du modèle par l'utilisation de données climatiques normalisées de 1981 à 2021. Une comparaison à l'échelle nationale des indices de la charge de coliformes dans le sol et du risque pour l'eau au fil du temps, obtenus à partir des exécutions du modèle fondées sur les données météorologiques annuelles par rapport aux exécutions fondées sur les données climatiques normalisées, montre une variabilité annuelle nettement plus grande des estimations du risque lorsque la variabilité météorologique annuelle est incluse dans le modèle (figure 7). Étant donné que la normalisation des événements de pluie réduit l'intensité des tempêtes, les valeurs de l'indice de risque pour l'eau sont généralement réduites lorsque des données normalisées sont utilisées, comparativement à l'image plus réaliste du risque annuel pour l'eau tenant compte de la variabilité de l'intensité des tempêtes. Toutefois, cela ne réduit pas l'utilité des résultats aux fins des indicateurs, puisque ce sont les tendances qui importent plutôt que l'ampleur.

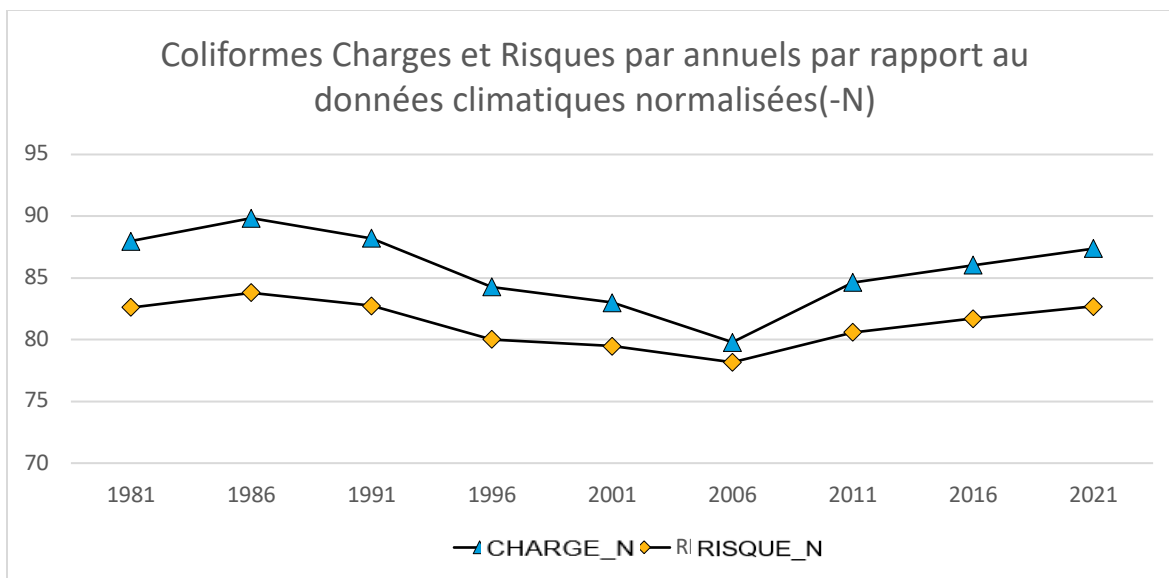


Figure 7 : Comparaison des indices nationaux de charge de coliformes dans le sol (charge-) et de risque pour l'eau (risque-) fondés sur les données météorologiques annuelles (-M) par rapport aux données climatiques normalisées de 1981 à 2021 (-N).

La charge de coliformes dans les pâturages varie tout au long de l'année en fonction du moment où le bétail est en pâturage. Dans les provinces de l'Ouest, certains animaux restent à l'extérieur pendant l'hiver, ce qui maintient la concentration de coliformes disponible pour le transport à un ordre de grandeur plus élevé (figure 8) que dans l'Est. Le ruissellement printanier de la fonte des neiges dans les Prairies est souvent le seul ruissellement de l'année, et ce ruissellement des pâturages représente près de 90 % du risque que des coliformes pénètrent dans les plans d'eau.

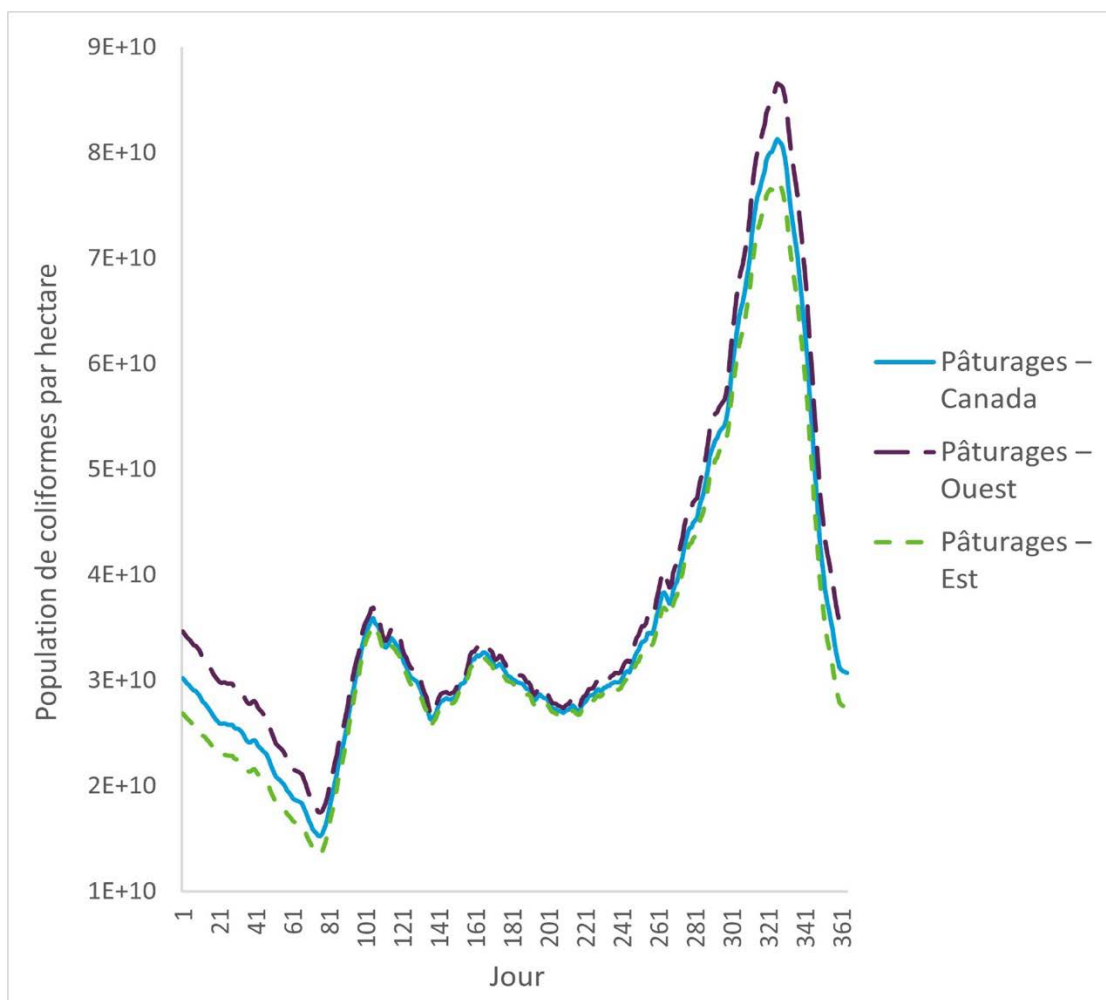


Figure 8 : Population moyenne quotidienne de coliformes dans les pâturages, 2021

Partout au Canada, la plupart des bovins laitiers, des porcs et de la volaille sont confinés toute l'année, et dans l'est du Canada, la plupart des bovins de boucherie sont également confinés en hiver. Le fumier est entreposé en vue d'un épandage pendant les saisons plus chaudes. Le fumier est épandu à quatre périodes principales entre le dégel du printemps et le gel de l'automne (figure 9). Dans l'Ouest, la saison de croissance étant plus courte, l'épandage du fumier est limité à moins de jours, tandis que dans l'Est, la saison d'épandage peut commencer plus tôt au printemps et se poursuivre plus tard à l'automne. La répartition dans le temps des périodes d'épandage ainsi que les conditions météorologiques durant ou après ces périodes ont une incidence cruciale sur le niveau de risque de coliformes.

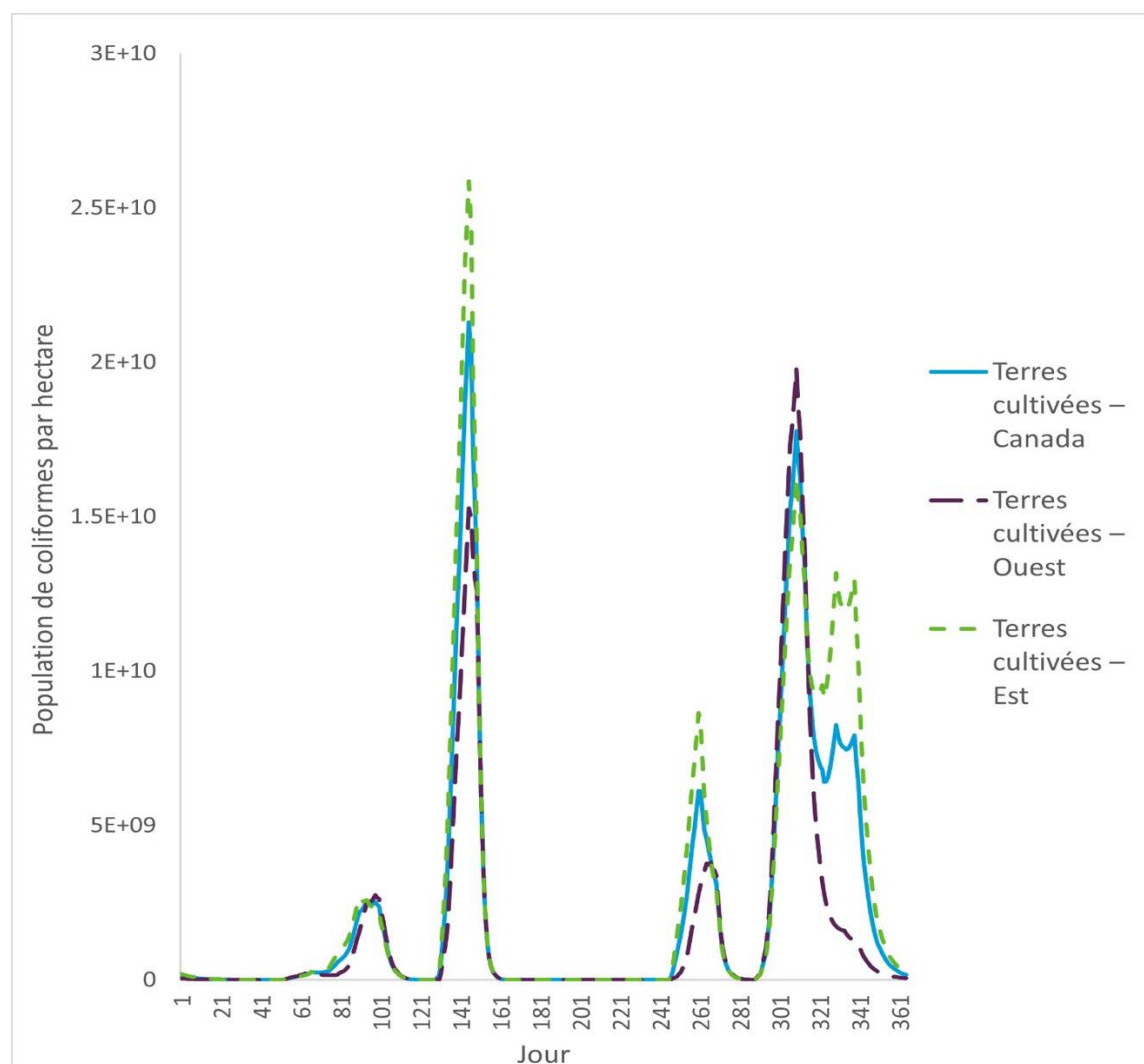


Figure 9 : Population moyenne quotidienne de coliformes dans les terres agricoles, 2021

Options d'intervention

À l'échelle nationale, le fumier excrété par les animaux au pâturage constituait la plus importante source agricole de coliformes thermorésistants susceptibles d'être transportés jusqu'aux eaux de surface. L'accès direct des animaux aux eaux de surface, dont le modèle d'indicateur ne tient pas compte pour le moment, présente un risque important de contamination de l'eau par les coliformes. Clôturer les plans d'eau de surface réduira considérablement ce risque.

En ce qui concerne l'épandage de fumier, toute pratique qui incorpore le fumier dans le sol immédiatement ou peu de temps après l'épandage réduira substantiellement le risque de transport des coliformes jusqu'aux cours d'eau par écoulement en surface et peut également réduire les pertes dues à l'écoulement par drainage agricole en raison de la perturbation des canaux du sol pendant le processus d'incorporation. Aussi, les

mesures visant à atténuer l'érosion par l'eau des sols qui reçoivent du fumier réduiront le transport jusqu'aux eaux de surface adjacentes. Les pratiques qui limitent le volume de fumier par animal et les pratiques de manipulation du fumier qui stabilisent les déchets (par exemple le compostage) réduiront la quantité de coliformes produits par les animaux d'élevage et, par conséquent, les risques de contamination de l'eau par les coliformes issus de l'élevage.

L'industrie agricole s'oriente vers l'intensification des activités de production animale, tant en ce qui concerne la taille des fermes individuelles que leur proximité dans les régions. Dans ces conditions, lorsque le territoire avoisinant est trop petit pour accepter les déchets de façon durable, il est encore plus important d'élaborer des stratégies visant à réduire la charge microbienne du fumier. Par exemple, la hausse des coûts de l'énergie et des nutriments inorganiques (N et P) pourrait stimuler l'adoption de techniques avancées de gestion du fumier telles que les digesteurs de biogaz et le fractionnement des boues liquides qui stabilisent le fumier et capturent les éléments nutritifs.

Un certain nombre de pratiques peuvent atténuer le transport de microorganismes vers les eaux adjacentes. Il s'agit notamment d'utiliser des clôtures pour empêcher les animaux de pâturer d'accéder aux cours d'eau et de décourager l'accès par l'abreuvement hors site. Les risques liés au transport du fumier épandu peuvent être gérés en établissant des distances de recul appropriées pour l'épandage par rapport aux plans d'eau ou aux cours d'eau, en établissant des zones tampons autour des cours d'eau et en tenant compte de la pente, de l'humidité antérieure du sol et des conditions climatiques au moment de l'application.

Le recours à l'IRCE-coliformes permet de repérer les régions à risque élevé de contamination de l'eau par les matières fécales. Une analyse détaillée des composantes de l'IRCE-coliformes et des activités agricoles dans les régions à risque élevé peut révéler les caractéristiques régionales qui expliquent ce degré de risque. Selon leur récurrence, on pourrait tenir compte de ces caractéristiques pour établir les priorités de recherche ou d'intervention, avec des politiques ciblant les pratiques de gestion bénéfiques (PGB), afin d'atténuer le risque. La plupart des PGB sont coûteuses en ce qui concerne la main-d'œuvre, la perte de terres cultivées ou les dépenses agricoles. Les priorités de recherche devraient comprendre la recherche de façons de rendre les PGB plus acceptables et plus recevables à la ferme. Par exemple, la mise en œuvre de zones tampons avec des espèces de plantes récoltables comme le panic érigé, les arbustes et les arbres devraient être évalués. Enfin, les priorités de recherche devraient viser à développer des composants sources spécifiques pour d'autres agents pathogènes d'origine hydrique qui présentent une menace pour la santé humaine et celle de l'écosystème.

Références

- American Society of Agricultural Engineers (2003). *Manure production and characteristics*. ASAE D384.1 FEB03
- Himathongkham, S., Gahari, S., Riemann, H., & Cliver, D. (1999). Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* in cow manure and cow manure slurry. *Fems Microbiology Letters* 178 251-257.
- Reid, K., Schneider, K., El Khoury, A. (2022). Risk of Water Contamination by Phosphorus (IROWC-P)
- van Bochove, E., Topp, E., Thériault, G., Denault, J.-T., Dechmi, F., Rousseau, A. N. and Allaire, S. E. (2010a). Risk of Water Contamination by Coliforms. Pages 94 - 100 in W. Eilers, R. MacKay, L. Graham, A. Lefebvre, eds. Environmental Sustainability of Canadian Agriculture, Agri-Environmental Indicator Report Series, Report #3. Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Canada.
- van Bochove, E., Thériault, G., Denault, J.-T., Dechmi, F., Rousseau, A. N. and Allaire, S. E. (2010b). Risk of Water Contamination by Phosphorus (IROWC-P). Pages 87 - 93 in W. Eilers, R. MacKay, L. Graham, A. Lefebvre, eds. Environmental Sustainability of Canadian Agriculture, Agri-Environmental Indicator Report Series, Report #3. Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Canada.