

A Geographical Profile of Manure Production in Canada

The production of livestock manure¹ has both environmental benefits and drawbacks. Although manure is a valuable fertilizer for crop production, it can also become a source of pollution if not managed properly.

This Statistics Canada publication is a collection of five annotated maps and graphs that describe the geographic distribution of manure production in Canada by river basin area. The amount of manure produced is estimated along with some of the major substances found in manure: (i) nitrogen, (ii) phosphorus, (iii) total coliform bacteria and (iv) fecal coliform bacteria.

This publication profiles manure production, but does not examine the positive or negative environmental impacts of the quantities produced. To do this, further research would be required to link the production of manure with environmental quality. Additionally, other factors that influence the effect of manure on the environment, such as soil type, climate, precipitation, topography and manure management practices, would have to be studied. Some water quality problems, for example, are a result of a number of factors, of which the quantity of manure produced may or may not be the most important.

1. For the purposes of this research, manure consists of livestock feces and urine.

Profil géographique de la production de fumier au Canada

La production de fumier d'animaux d'élevage¹ offre à la fois des avantages et des inconvénients pour l'environnement. Utile engrais dans les productions végétales, le fumier devient source de pollution en cas de gestion inappropriée.

La présente publication de Statistique Canada regroupe cinq cartes et graphiques annotés décrivant la répartition géographique de la production de fumier au Canada, selon le bassin hydrographique. Elle présente des estimations des quantités de fumier produites de même que certains de leurs principaux constituants, à savoir (i) l'azote, (ii) le phosphore, (iii) les coliformes totaux et (iv) les coliformes fécaux.

Cette étude dresse le profil de la production, mais n'examine pas les effets positifs ou négatifs qu'ont les quantités produites sur l'environnement. Il faudrait pour cela que l'on pousse la recherche de manière à établir le lien entre la production de fumier et la qualité de l'environnement. Il faudrait en outre étudier des facteurs qui influent sur l'incidence environnementale du fumier comme la nature des sols, le climat, les précipitations, la topographie et les pratiques de gestion du fumier. Ainsi, certains problèmes de qualité de l'eau sont imputables à bon nombre de facteurs, dont le principal pourrait être ou non la quantité de fumier produite.

1. Aux fins de la présente recherche, la production totale de fumier comprend les déjections solides (féces) et liquides (urine).



Table of Contents

Manure and the Environment	1
Estimated Livestock Manure Production	3
Estimated Nitrogen Production in Livestock Manure	5
Estimated Phosphorus Production in Livestock Manure	7
Estimated Total Coliform Bacteria Production in Livestock Manure	9
Estimated Fecal Coliform Bacteria Production in Livestock Manure	11
Methodology and Data Sources	13
Appendix: Reference Maps	15

Table des matières

Le fumier et l'environnement	1
Production estimée de fumier d'animaux d'élevage	3
Production estimée d'azote dans le fumier d'animaux d'élevage	5
Production estimée de phosphore dans le fumier d'animaux d'élevage	7
Production estimée de coliformes totaux dans le fumier d'animaux d'élevage	9
Production estimée de coliformes fécaux dans le fumier d'animaux d'élevage	11
Méthodes et sources des données	13
Annexe : Cartes de référence	15



Manure and the Environment

Livestock manure contains a variety of substances that can negatively affect the environment. However, it is also a valuable source of nutrients. Some crops can obtain adequate nutrients from manure and natural sources without additional commercial fertilizer input. In addition, soil erosion can be substantially reduced and the water holding capacity of the soil can be improved if organic matter from animal waste is incorporated into the soil.¹ Livestock manure is composed of a variety of substances including nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, sodium, sulphur, lead, chloride, carbon and various types of bacteria.

Nitrogen

Nitrogen is found naturally in air, water and soil. It is continually recycled through the environment by means of a number of processes such as nitrogen fixation, nitrogen assimilation, ammonification, nitrification, and denitrification. As part of this cycle, nitrogen can be chemically transformed to nitrate, nitrite, ammonia or to an organic form. These various forms of nitrogen have different impacts on the environment and their occurrence in manure is dependant on a variety of conditions including type of storage, length of storage, type of application, and temperature. The nitrate form of nitrogen is of particular concern for drinking water where it can lead to *infantile methaemoglobinaemia* or blue-baby syndrome.² Adults who consume nitrate contaminated water for many years could experience kidney or spleen problems.³

Phosphorus

Phosphorus, along with nitrogen, is one of the major nutrients needed for aquatic and terrestrial plant growth. However, when applied improperly to agricultural land, some of these nutrients can run-off into local streams, lakes and other surface water bodies. An overabundance of nutrients can cause excessive plant growth (e.g. algae) in water bodies. When these plants die, their decomposition removes dissolved oxygen from the water, thus making the habitat unsuitable for many forms of aquatic life. In terms of reducing or

1. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service, 1992, *Agricultural Waste Management Field Handbook*, Washington, DC.
2. Ministry of the Environment, Environmental Monitoring and Reporting Branch, 2000, *Drinking Water in Ontario*, Queen's Printer for Ontario, Toronto.
3. *Ibid.*

Le fumier et l'environnement

Le fumier d'animaux d'élevage contient diverses substances susceptibles de nuire à l'environnement, mais renferme également des éléments nutritifs précieux. Certaines cultures peuvent tirer assez d'éléments nutritifs du fumier et de sources naturelles sans qu'on ait besoin de recourir aux engrais commerciaux. De plus, il est possible de largement atténuer l'érosion des sols et d'en accroître la capacité de rétention d'eau si on y incorpore des matières organiques de déjections animales¹. Le fumier d'animaux d'élevage se compose de substances diverses : azote, phosphore, potassium, calcium, sodium, soufre, plomb, chlorure, carbone et différents types de bactéries.

Azote

On trouve l'azote à l'état naturel dans l'air, l'eau et le sol. Il est constamment recyclé dans l'environnement grâce à divers processus : fixation, assimilation, ammonisation, nitrification, dénitrification, etc. C'est un cycle qui transforme chimiquement l'azote en nitrate, en nitrite, en ammoniac ou en substance organique. Les effets sur l'environnement varient selon ces formes, dont la présence dans le fumier dépend d'un certain nombre de conditions : nature et durée de l'entreposage, nature des épandages, température, etc. L'azote des nitrates présente un danger tout particulier pour l'eau potable, pouvant causer la méthémoglobinémie infantile ou le syndrome de l'enfant bleu². Les adultes qui consomment de l'eau contaminée aux nitrates pendant plusieurs années s'exposent à des dérèglements du rein ou de la rate³.

Phosphore

Au même titre que l'azote, le phosphore est un des principaux éléments nutritifs favorisant la croissance des plantes aquatiques et terrestres. Cependant, dans le cas d'épandages inappropriés en sol agricole, certains de ces éléments peuvent gagner les cours d'eau, les lacs et les autres eaux locales par ruissellement. La surabondance nutritive peut causer une survégétation (des algues, par exemple) des eaux. Quand cette végétation meurt, sa décomposition prive les eaux de l'oxygène dissous, rendant l'habitat impropre à

1. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service, *Agricultural Waste Management Field Handbook*, Washington, D.C., 1992.
2. Ministère de l'Environnement, Direction de la surveillance environnementale, *Drinking Water in Ontario*, Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, Toronto, 2000.
3. *Ibid.*



preventing excessive plant growth, the control of phosphorus into water systems is often considered more effective than controlling nitrogen.¹

Bacteria

Animal manure contains countless microorganisms, including bacteria, viruses, and parasites. Since some of these microorganisms are pathogenic, direct consumption or recreational use of water containing these organisms can lead to a variety of illnesses and even death. In an effort to ensure that water is safe to drink, researchers and water managers use a variety of feces-related indicators. Two common measures of potential contamination of potable water by fecal matter are total coliform bacteria and fecal coliform bacteria.²

The sub-sub drainage basin framework

The geographic unit used to present the data in this report is the sub-sub drainage basin. River basins, drainage basins, basins, and watersheds are synonyms used to describe surface drainage catchment areas. The boundaries that delineate a basin usually follow heights of land. There are five major basins in Canada that are divided into 218 sub-basins. These sub-basins can be further divided into the 959 sub-sub-basins used as the analytical units for this study.

The use of basins for analysis is valuable since they reflect the fixed physical features of the land rather than changing political or administrative boundaries. The environmental impacts of human activities transcend political and administrative boundaries and an analysis using basins is more relevant from an environmental perspective. For example, manure produced in one part of a basin can impact other areas of the same basin, whether that area is used for agriculture, urban or other uses, due to environmental linkages. The sub-sub-basin framework is particularly important in this research because of the relationship between manure and water quality issues. The small size of the sub-sub-basin provides valuable localized information.

la vie pour bien des espèces aquatiques. Sur le plan de la réduction ou de la prévention de la survégétation, la gestion du phosphore dans les eaux est souvent jugée plus efficace que celle de l'azote¹.

Bactéries

L'engrais d'origine animale contient d'innombrables micro-organismes, notamment des bactéries, des virus et des parasites. Comme un certain nombre d'entre eux sont pathogènes, la consommation directe ou l'utilisation récréative d'eaux porteuses de tels organismes peut causer un certain nombre de maladies, voire la mort. Pour veiller sur l'innocuité de l'eau potable, les chercheurs et les gestionnaires des eaux ont recours à divers indicateurs de charge fécale. Il existe deux mesures répandues de contamination fécale de l'eau potable, à savoir les coliformes totaux et les coliformes fécaux².

Cadre d'observation par sous-sous-bassin

L'unité d'observation géographique du présent rapport est le sous-sous-bassin. Les bassins dits fluviaux, hydrographiques ou versants sont les aires de captage des eaux de surface. Les limites d'un bassin épousent habituellement le relief du sol. Au Canada, on compte cinq bassins principaux divisés en 218 sous-bassins et subdivisés en 959 sous-sous-bassins, ces derniers représentant l'unité d'analyse aux fins de la présente étude.

Le bassin est une unité d'analyse utile, car il est le reflet de la physiologie fixe du territoire plutôt que de son aménagement politique ou administratif variable. Les répercussions écologiques de l'activité humaine dépassant les limites politiques et administratives, une analyse par bassin offre donc plus d'intérêt d'un point de vue environnemental. Ainsi, en raison des liens écologiques, le fumier produit dans une partie d'un bassin peut influencer sur les autres parties, que les lieux de production soient à vocation agricole, urbaine ou autre. Le cadre d'observation par sous-sous-bassin est d'une importance toute particulière dans notre recherche, parce que la production de fumier est liée aux questions de qualité de l'eau. La faible superficie du sous-sous-bassin nous livre des renseignements d'intérêt à une échelle locale.

1. Mason, C., 1991, *Biology of Freshwater Pollution*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
2. Health Canada, 1988, "Bacteriological Quality" in *Summary of Guidelines for Canadian Drinking Water Quality, Part II*, Ottawa, <http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/ehd/catalogue/bch_pubs/dwgsup_doc/dwgsup_doc.htm>, (accessed December 4, 2000).

1. Mason, C., *Biology of Freshwater Pollution*, New York, John Wiley & Sons Inc., 1991.
2. Santé Canada, « La qualité bactériologique », *Résumé des recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, Partie II*, Ottawa, 1988, <http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/dpc_pubs/rqepdoc_appui/rqep.htm> (consulté le 25 janvier 2001).



Estimated Livestock Manure Production

In 1996, Canadian livestock produced an estimated 361 million kilograms of manure daily. This translated to over 132 billion kilograms of manure for the year. Of this total amount of livestock manure, 52% was produced by beef cattle, followed by dairy cows (19%), hogs (16%), calves (7%), poultry (3%), horses (3%), and sheep (less than 1%).

The accompanying map shows the distribution of livestock manure production by sub-sub-basin in 1996. There were five major clusters where manure production was concentrated at the highest level of over 2 000 kilograms of manure per hectare of total land. These clusters are located in central and southern Alberta, southern Manitoba, southern Ontario, southeastern Quebec and Prince Edward Island (where there were two sub-sub-basins in the top category). Beyond these clusters, there were two other sub-sub-basins in this highest category, one located in the west Fraser River area in southern British Columbia, and a sub-sub-basin near Wolfville and Kentville, Nova Scotia.

The livestock in the Maitland sub-sub-basin, located east of Lake Huron, produced the most manure at 7 610 kilograms per hectare. There were few sub-sub-basins with the highest levels of manure production. There were only four sub-sub-basins that produced over 5 000 kilograms of manure per hectare: the Maitland (Ontario), Upper Thames (Ontario), Yamaska (Quebec) and Grand (Ontario) sub-sub-basins (see figure on map). This is much higher than the average amount of manure produced in a sub-sub-basin, which was 755 kilograms per hectare. Of the 10 sub-sub-basins that produced the most manure per hectare, half were located in southwestern Ontario (see reference maps in Appendix for sub-sub-basin locations).

Production estimée de fumier d'animaux d'élevage

En 1996, le cheptel canadien a produit tous les jours, selon les estimations, 361 millions de kilogrammes de fumier. C'est plus de 132 milliards de kilogrammes annuellement. De tout le fumier des animaux d'élevage, 52 % venait des bovins de boucherie, 19 %, des vaches laitières, 16 %, des porcs, 7 %, des veaux, 3 %, de la volaille, 3 %, des chevaux et moins de 1 %, des moutons.

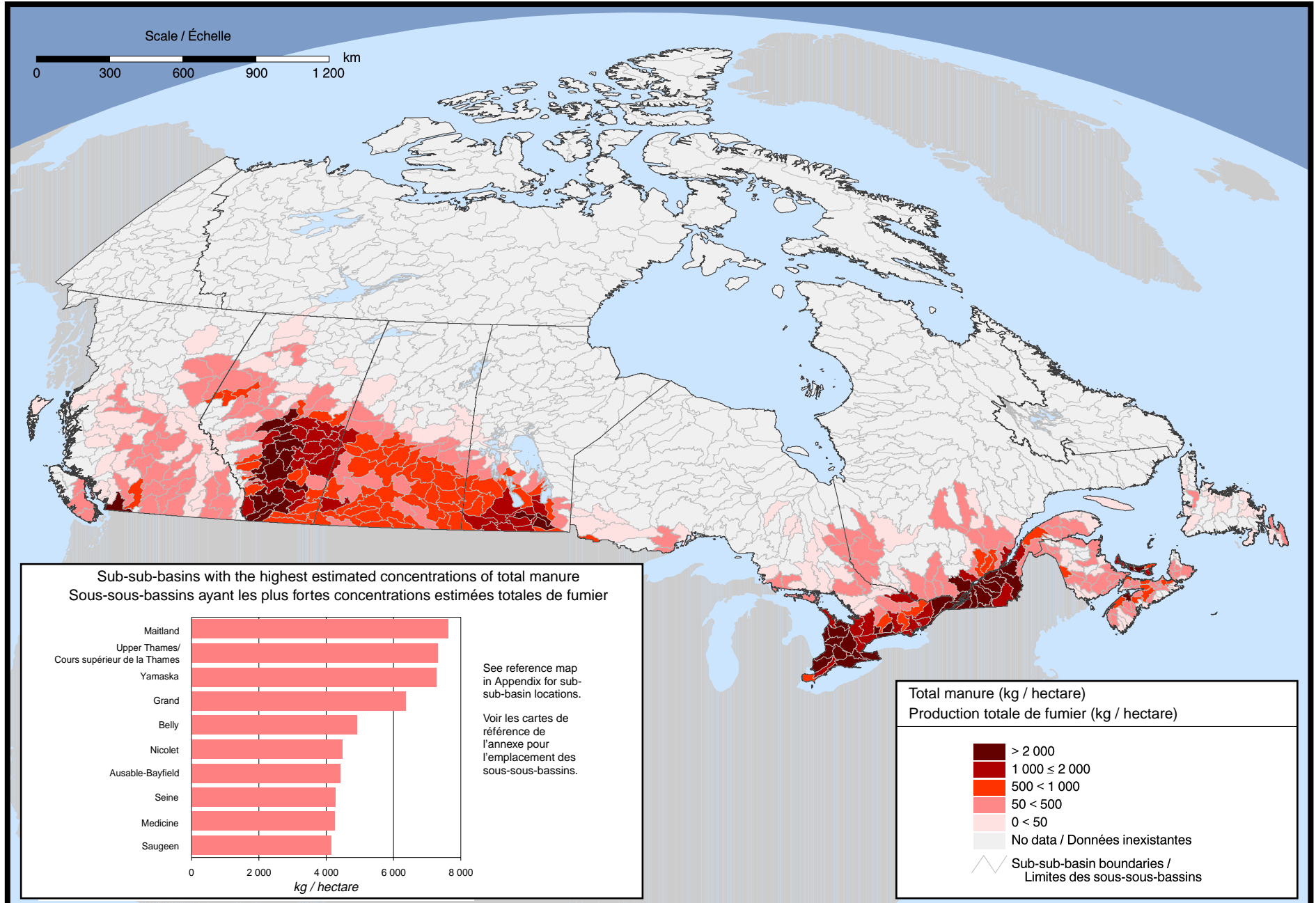
La carte qui accompagne le présent texte indique la répartition de la production de fumier d'animaux d'élevage en 1996 selon le sous-sous-bassin. Il y a cinq grands foyers où la production de fumier excédait les 2 000 kg à l'hectare de superficie totale, à savoir au centre et dans le sud de l'Alberta, dans le sud du Manitoba et de l'Ontario, dans le sud-est du Québec et à l'Île-du-Prince-Édouard (dont deux sous-sous-bassins appartenaient à cette catégorie supérieure). En dehors de ces centres, deux sous-sous-bassins faisaient partie de la même catégorie, l'un dans le secteur ouest du fleuve Fraser, dans le sud de la Colombie-Britannique, et l'autre près de Wolfville et de Kentville, en Nouvelle-Écosse.

C'est le cheptel du sous-sous-bassin de la Maitland à l'est du lac Huron qui ont produit le plus de fumier d'élevage, soit 7 610 kg à l'hectare. Peu de sous-sous-bassins affichaient les niveaux les plus élevés de production de fumier. Il n'y avait en effet que quatre sous-sous-bassins qui généraient plus de 5 000 kg à l'hectare, à savoir ceux de la Maitland, du cours supérieur de la Thames et de la Grand, en Ontario, et de la Yamaska, au Québec (voir la figure sur la carte). C'est bien plus que la moyenne qu'enregistraient les sous-sous-bassins, soit 755 kg à l'hectare. Des 10 sous-sous-bassins qui produisaient le plus de fumier à l'hectare, la moitié se situaient dans le sud-ouest de l'Ontario (voir les cartes de référence en annexe pour repérer ces sous-sous bassins).



**Estimated Total Livestock Manure
Production by Sub-sub-basin, 1996**

**Production totale estimée de fumier d'animaux
d'élevage selon le sous-sous-bassin, 1996**



Source: Statistics Canada, Environment Accounts and Statistics Division and Agriculture Division.

Source: Statistique Canada, Division des comptes et de la statistique de l'environnement; Division de l'agriculture.

Estimated Nitrogen Production in Livestock Manure

In 1996, Canadian livestock produced approximately 783 million kilograms of nitrogen in their manure. Beef cattle were responsible for creating more than 51% of this nitrogen. The contribution of other livestock to these nitrogen totals were dairy cows (16%), hogs (16%), poultry (7%), calves (5%), horses (3%) and sheep (less than 1%).

The estimated total amount of nitrogen from livestock manure by sub-sub-basin area in 1996 is shown on the map. The highest concentrations of nitrogen (over 20 kilograms per hectare) were found in two regions: southwestern Ontario and southeastern Quebec. These two regions are also home to a significant portion of Canada's population. There were other notable areas with at least one sub-sub-basin with nitrogen levels over 20 kilograms per hectare: the west Fraser River area in southern British Columbia, southern and central Alberta and southern Manitoba. There were 18 sub-sub-basins in the highest category of over 20 kilograms of nitrogen per hectare. Thirteen of these 18 sub-sub-basins were located in Ontario and Quebec.

The livestock in the Maitland sub-sub-basin produced the most nitrogen in their manure at an estimated 48 kilograms per hectare. In general, there were few sub-sub-basins that produced the largest amounts of nitrogen per hectare. The sub-sub-basins with the seventh, eighth, and ninth highest nitrogen levels per hectare, each produced almost half that of the Maitland sub-sub-basin (see figure on map). In only four sub-sub-basins did livestock produce more than 35 kilograms per hectare of nitrogen. In comparison, the average amount of nitrogen produced in a sub-sub-basin with livestock was 4.5 kilograms per hectare.

Production estimée d'azote dans le fumier d'animaux d'élevage

En 1996, le cheptel canadien a produit environ 783 millions de kilogrammes d'azote dans son fumier. Les bovins de boucherie ont produit plus de 51 % des charges azotées. De tout le fumier des animaux d'élevage, 16 % provenait des vaches laitières, 16 %, des porcs, 7 %, de la volaille, 5 %, des veaux, 3 %, des chevaux et moins de 1 %, des moutons.

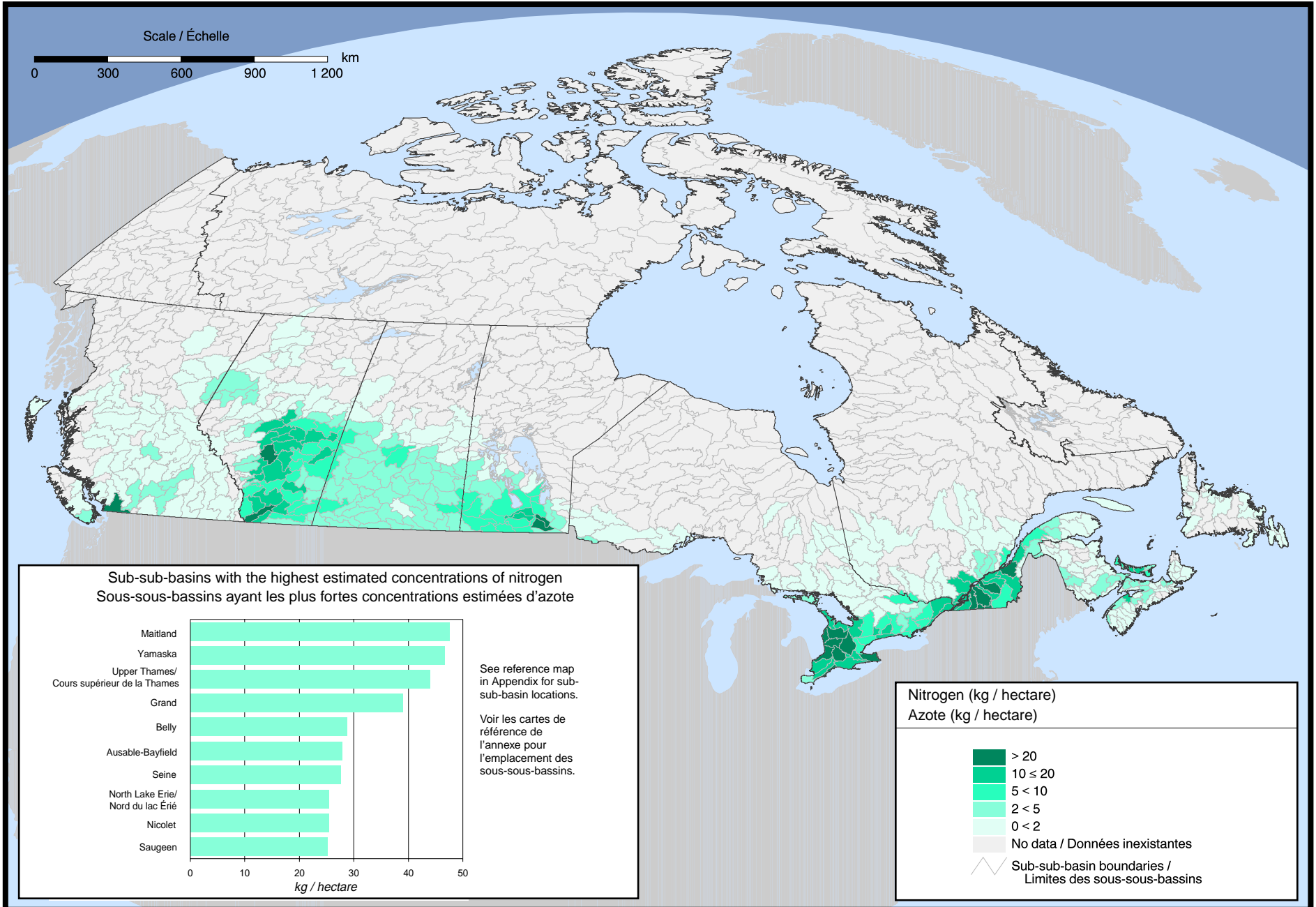
La carte indique la quantité totale estimée d'azote dans le fumier d'élevage en 1996 selon la superficie du sous-sous-bassin. On observe dans deux régions les plus fortes concentrations d'azote (plus de 20 kg à l'hectare), à savoir le sud-ouest de l'Ontario et le sud-est du Québec. Ce sont des régions où vit une partie appréciable de la population canadienne. On relevait d'autres régions d'intérêt où au moins un sous-sous-bassin présentait une production azotée à l'hectare de plus de 20 kg, à savoir le secteur ouest du fleuve Fraser dans le sud de la Colombie-Britannique, le sud et le centre de l'Alberta et le sud du Manitoba. Il y avait 18 sous-sous-basins qui appartenaient à la catégorie supérieure de plus de 20 kg à l'hectare, dont 13 se trouvaient en Ontario et au Québec.

Ce sont les animaux d'élevage du sous-sous-bassin de la Maitland qui ont produit le plus d'azote dans leurs déjections (quantité estimée de 48 kg à l'hectare). En règle générale, peu de sous-sous-basins sont producteurs des plus grandes quantités d'azote à l'hectare. Les sous-sous-basins occupant les septième, huitième et neuvième rangs sur ce plan ont produit chacun presque la moitié du fumier du sous-sous-bassin de la Maitland (voir la figure sur la carte). Il n'y a que dans quatre sous-sous-basins que le cheptel produisait plus de 35 kg. Ce nombre se compare à la moyenne des sous-sous-basins avec animaux d'élevage dont la production se chiffrait à 4,5 kg à l'hectare.



Estimated Nitrogen Production in Livestock Manure by Sub-sub-basin, 1996

Production estimée d'azote dans le fumier d'animaux d'élevage selon le sous-sous-bassin, 1996



Source:
Statistics Canada, Environment Accounts and Statistics Division and Agriculture Division.

Source :
Statistique Canada, Division des comptes et de la statistique de l'environnement; Division de l'agriculture.

Estimated Phosphorus Production in Livestock Manure

In 1996, Canadian livestock produced an estimated 214 million kilograms of phosphorus in their manure. About 51% of this amount was produced by beef cattle, followed by hogs (21%), dairy cows (13%), poultry (8%), calves (5%), horses (2%) and sheep (less than 1%).

The accompanying map shows the amount of phosphorus produced in Canadian livestock manure by sub-sub-basin area in 1996. There were 22 sub-sub-basins with the highest concentrations of phosphorus (over 5 kilograms per hectare). Of the 22 sub-sub-basins in the top category, only seven were located outside of Ontario and Quebec. There were nine sub-sub-basins in southern Ontario alone with over 5 kilograms of phosphorus per hectare. Other sub-sub-basins with phosphorus levels in the highest category were located in southern British Columbia in the western Fraser River area, central and southern Alberta, southern Manitoba, Prince Edward Island and Nova Scotia (near Kentville and Wolfville).

The top four producers of phosphorus were similar to the top four producers of total manure and nitrogen. That is, the Maitland, Yamaska, Upper Thames, and Grand remained ranked in the top four for these three variables. In addition, these four sub-sub-basins had phosphorus production concentrations that were considerably higher than all other sub-sub-basins. For instance, there were only four sub-sub-basins with phosphorus concentrations higher than 10 kilograms per hectare (see figure on map). The average amount of phosphorus produced by all sub-sub-basins with livestock was 1.2 kilograms per hectare. The Yamaska sub-sub-basin produced the most phosphorus at 14.3 kilograms per hectare, more than twice as much as the tenth ranked Rat (Manitoba) sub-sub-basin.

Production estimée de phosphore dans le fumier d'animaux d'élevage

En 1996, le cheptel canadien a produit, selon les estimations, 214 millions de kilogrammes de phosphore dans son fumier. De tout le fumier des animaux d'élevage, 51 % provenait des bovins de boucherie, 21 %, des porcs, 13 %, des vaches laitières, 8 %, de la volaille, 5 %, des veaux, 2 %, des chevaux et moins de 1 %, des moutons.

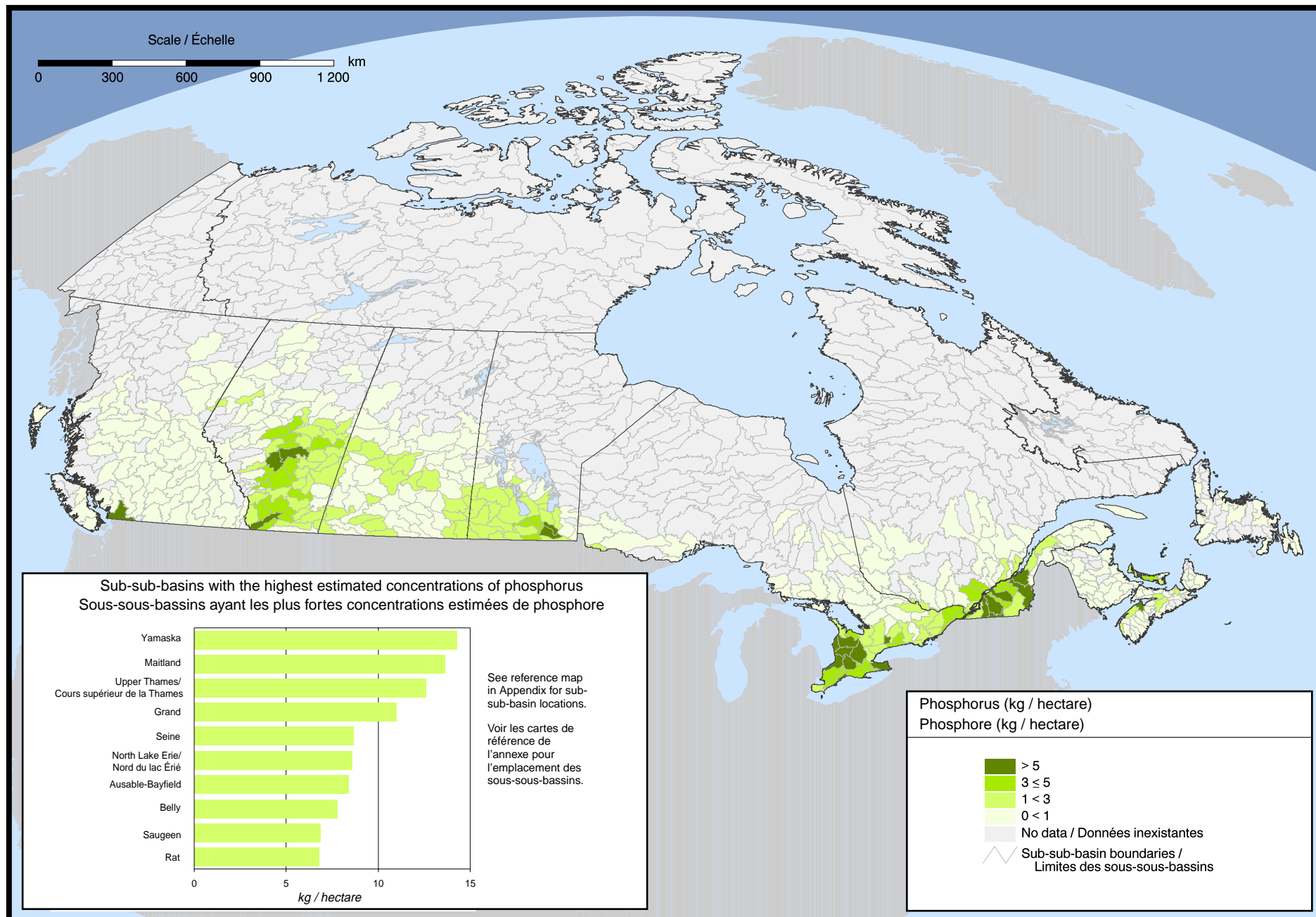
La carte qui accompagne le présent texte indique la quantité de phosphore produite par les animaux d'élevage canadiens dans leur fumier en 1996 selon la superficie du sous-sous-bassin. On dénombrait 22 sous-sous-bassins où les concentrations de phosphore étaient les plus grandes (plus de 5 kg à l'hectare). De ces 22 sous-sous-bassins, sept seulement se trouvaient à l'extérieur de l'Ontario et du Québec. Le sud de l'Ontario en comptait neuf à lui seul. Les autres sous-sous-bassins appartenant à la catégorie supérieure se trouvaient dans le sud de la Colombie-Britannique (secteur ouest du fleuve Fraser), dans le centre et le sud de l'Alberta, dans le sud du Manitoba, à l'Île-du-Prince-Édouard et en Nouvelle-Écosse (près de Kentville et de Wolfville).

Les quatre régions productrices de phosphore en importance formaient aussi le peloton de tête pour la production totale de fumier et la production d'azote. Pour ces trois composantes, les sous-sous-bassins de la Maitland, de la Yamaska, du cours supérieur de la Thames et de la Grand occupaient toujours les quatre premiers rangs. Leurs concentrations de phosphore étaient considérablement supérieures à celles de tous les autres sous-sous-bassins. Ainsi, quatre sous-sous-bassins seulement produisaient plus de 10 kg de phosphore à l'hectare (voir la figure sur la carte). La moyenne de phosphore produit dans les sous-sous-bassins avec animaux d'élevage était de 1,2 kg à l'hectare. Le sous-sous-bassin de la Yamaska occupait le premier rang pour les quantités produites (14,3 kg à l'hectare), sa production équivalant à plus du double de celle du sous-sous-bassin qui se classait au dixième rang, soit celui de la Rat, au Manitoba.



Estimated Phosphorus Production in Livestock Manure by Sub-sub-basin, 1996

Production estimée de phosphore dans le fumier d'animaux d'élevage selon le sous-sous-bassin, 1996



Source: Statistics Canada, Environment Accounts and Statistics Division and Agriculture Division.

Source: Statistique Canada, Division des comptes et de la statistique de l'environnement; Division de l'agriculture.

Estimated Total Coliform Bacteria Production in Livestock Manure

The coliform group of bacteria is an indicator of fecal pollution because these bacteria are always present in the intestinal tracts of humans and other warm-blooded animals, and are excreted in large numbers in fecal matter.¹ In 1996, Canadian livestock produced an estimated 12 quintillion colonies of total coliform bacteria daily in their manure. About 70% of this amount was produced by dairy cows followed by beef cattle (17%), horses (8%), calves (2%), hogs (2%), poultry (1%) and sheep (less than 1%).

The livestock manure production of total coliform bacteria by sub-sub-basin is shown on the map. Southern Ontario and southeastern Quebec showed distinct clusters of high total coliform bacteria production. Of the 19 sub-sub-basins in the top category (over 140 000 billion colonies per hectare), 18 were located in southern Ontario and southeastern Quebec, and the remaining sub-sub-basin was located in southern British Columbia in the western Fraser River area.

Dairy cows produced the most total coliform bacteria per head, producing about 31 times as much total coliform bacteria as each head of beef cattle (which were the second highest producers per head). Thus, those sub-sub-basins with higher populations of dairy cows were more likely to have high total coliform concentrations. For instance, the South Nation, Nicolet, Grand, Yamaska, and Upper Thames sub-sub-basins had the highest dairy cow populations in 1996 and also ranked high in terms of total coliform bacteria produced (see figure on map).

Production estimée de coliformes totaux dans le fumier d'animaux d'élevage

Le groupe des coliformes ou colibacilles est un indicateur de pollution fécale, ces bactéries étant toujours présentes dans les voies intestinales des humains et des autres animaux à sang chaud. Elles sont excrétées en grand nombre dans les matières fécales¹. En 1996, le cheptel canadien a produit tous les jours, selon les estimations, 12 trillions de colonies de coliformes totaux dans son fumier. De l'ensemble des coliformes totaux, 70 % provenait des vaches laitières, 17 %, des bovins de boucherie, 8 %, des chevaux, 2 %, des veaux, 2 %, des porcs, 1 %, de la volaille et moins de 1 %, des moutons.

La carte indique la production de coliformes totaux dans le fumier des animaux d'élevage selon le sous-sous-bassin. Le sud de l'Ontario et le sud-est du Québec avaient des foyers distincts de forte production de coliformes totaux. Sur les 19 sous-sous-bassins de la catégorie supérieure (plus de 140 000 milliards de colonies à l'hectare), 18 se situaient dans le sud de l'Ontario et le sud-est du Québec. Le dernier se trouvait dans le sud de la Colombie-Britannique, dans le secteur ouest du fleuve Fraser.

Ce sont les vaches laitières qui, par tête, produisaient le plus de coliformes totaux, soit 31 fois environ la production des bovins de boucherie par tête (qui occupaient le deuxième rang pour la production unitaire). Ainsi, les sous-sous-bassins comptant le plus de vaches laitières étaient plus susceptibles que les autres d'afficher de fortes concentrations de coliformes totaux. Pour citer un exemple, les sous-sous-bassins de la South Nation, de la Nicolet, de la Grand, de la Yamaska et du cours supérieur de la Thames, qui abritaient le plus de vaches laitières en 1996, occupaient aussi un rang élevé pour la production de coliformes totaux (voir la figure sur la carte).

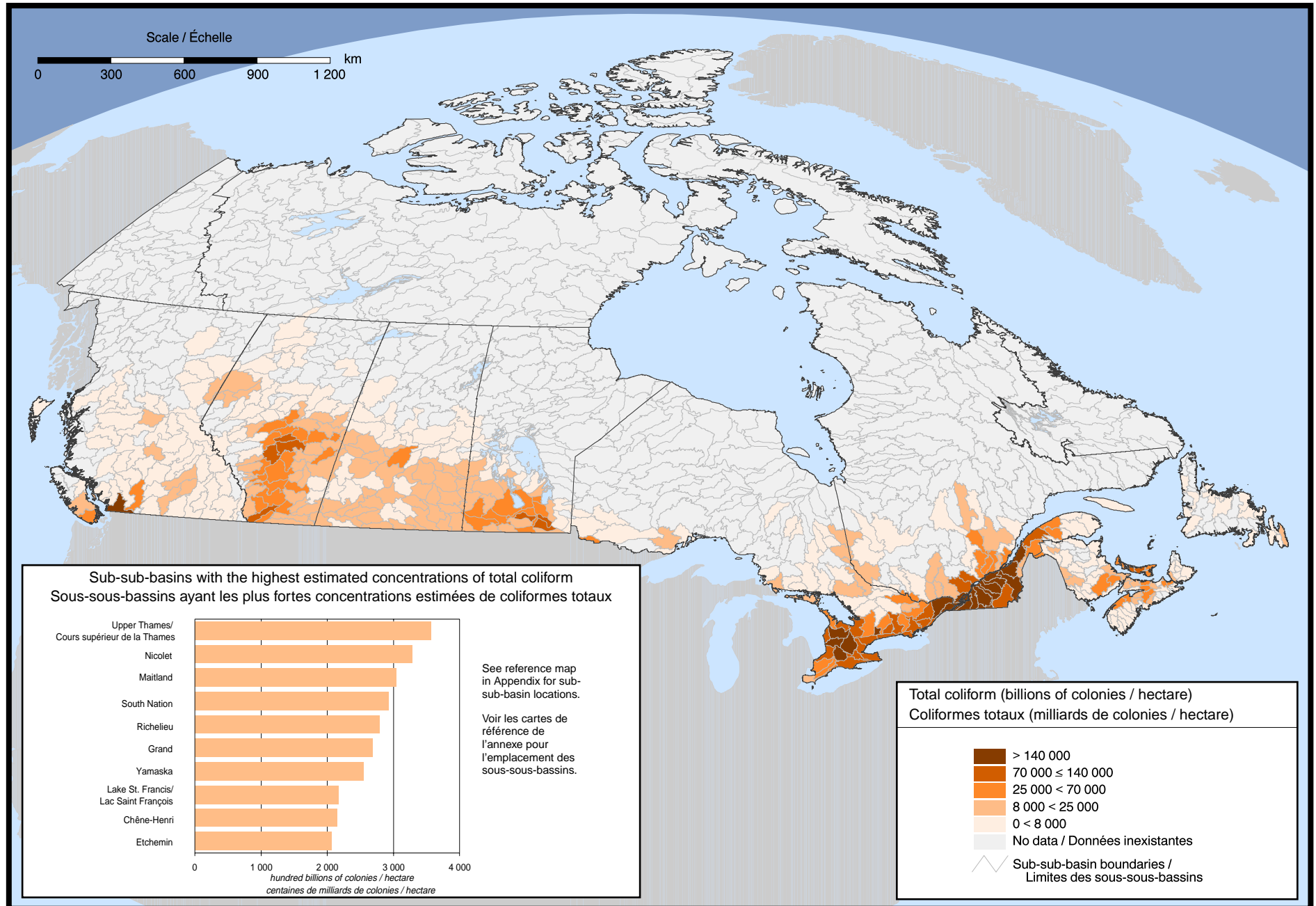
1. Health Canada, 1988, "Bacteriological Quality" in *Summary of Guidelines for Canadian Drinking Water Quality, Part II*, Ottawa http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/ehd/catalogue/bch_pubs/dwgsup_doc/dwgsup_doc.htm (accessed December 4, 2000).

1. Santé Canada, « La qualité bactériologique », *Résumé des recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, Partie II*, Ottawa, 1988, <http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/dpc_pubs/rqepdoc_appui/rqep.htm> (consulté le 25 janvier 2001).



**Estimated Total Coliform Bacteria Production
in Livestock Manure by Sub-sub-basin, 1996**

**Production estimée de coliformes totaux dans le fumier
d'animaux d'élevage selon le sous-sous-bassin, 1996**



Source:
Statistics Canada, Environment Accounts and Statistics Division and Agriculture Division.

Source :
Statistique Canada, Division des comptes et de la statistique de l'environnement; Division de l'agriculture.

Estimated Fecal Coliform Bacteria Production in Livestock Manure

Fecal coliform bacteria is found within the larger group of total coliform bacteria. *Escherichia coli* (known as *E. coli*) is one of the many types of fecal coliform bacteria. In 1996, fecal coliform bacteria production by Canadian livestock was about one tenth that of the total coliform bacteria production. That is, in 1996 Canadian livestock produced about 1.3 quintillion colonies of fecal coliform bacteria daily in their manure. About 71% of this amount was produced by beef cattle, followed by dairy cows (10%), hogs (10%), calves (7%), poultry (1%), sheep (1%) and horses (less than 1%).

The livestock manure production of fecal coliform bacteria by sub-sub-basin is shown on the accompanying map. Of the 21 sub-sub-basins that produced the highest level of fecal coliform (over 10 000 billion colonies per hectare), nine were located in Alberta and seven in Ontario. Smaller clusters of sub-sub-basins with fecal coliform production in the highest category (over 10 000 billion colonies per hectare) were found in southeastern Quebec, southern Manitoba and southern British Columbia (one sub-sub-basin in the western Fraser River area).

As with the other variables in this research, the amount of fecal coliform produced in a sub-sub-basin was influenced by the type of livestock and their populations within the sub-sub-basin. In particular, populations of beef cattle influenced the trends. Although, both dairy cows and beef cattle produced the highest levels of fecal coliform (at approximately the same amount per head), the larger population of beef cattle in Canada influenced the trends significantly. The three sub-sub-basins with the highest populations of beef cattle in 1996 were the Little Bow, Belly and Medicine; all these sub-sub-basin are located within Alberta and were found to be in the top 10 for fecal coliform production in 1996. However, other sub-sub-basins such as the Maitland, contained relatively high concentrations of bacteria simply due to the large numbers of mixed livestock and relatively small surface area.

Production estimée de coliformes fécaux dans le fumier d'animaux d'élevage

Les coliformes fécaux font partie du plus grand groupe de coliformes totaux. L'*Escherichia coli* (*E. coli*) est l'un des nombreux coliformes fécaux. En 1996, le cheptel canadien a créé des charges de coliformes fécaux qui représentaient le dixième environ des charges colibacillaires totales produites. Ainsi, cette année-là, les animaux d'élevage canadiens ont produit environ 1,3 trillion de colonies de coliformes fécaux tous les jours dans leur fumier. Aux bovins de boucherie revenait environ 71 % de cette quantité, aux vaches laitières, 10 %, aux porcs, 10 %, aux veaux, 7 %, à la volaille, 1 %, aux moutons, 1 % et aux chevaux, moins de 1 %.

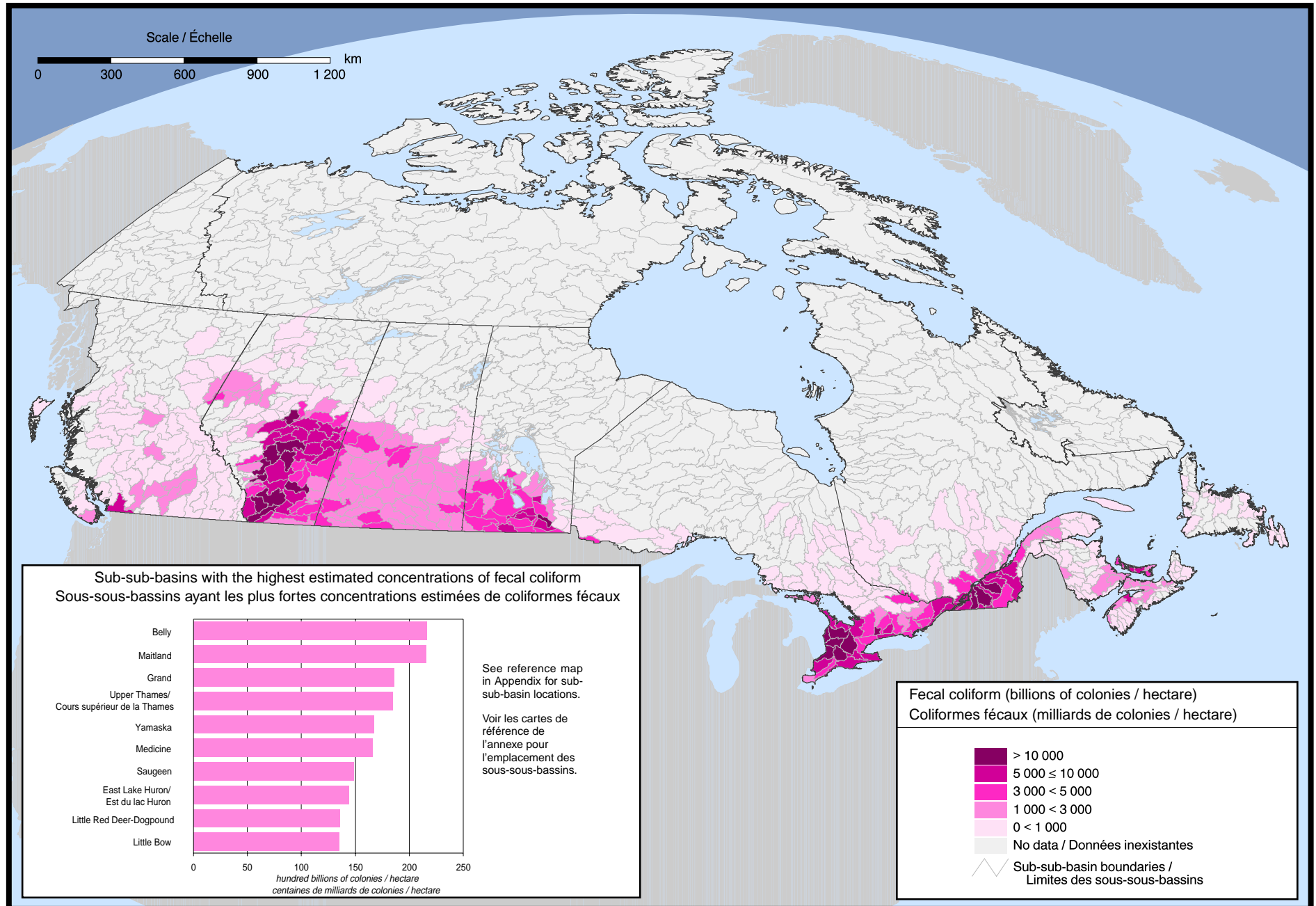
La carte qui accompagne le présent texte indique la production de coliformes fécaux dans le fumier d'animaux d'élevage selon le sous-sous-bassin. Des 21 sous-sous-bassins qui en produisaient le plus (plus de 10 000 milliards de colonies à l'hectare), neuf se situaient en Alberta et sept, en Ontario. On relevait de plus petits groupes de sous-sous-bassins à production supérieure de coliformes fécaux (plus de 10 000 milliards de colonies à l'hectare) dans le sud-est du Québec, le sud du Manitoba et le sud de la Colombie-Britannique (un sous-sous-bassin dans le secteur ouest du fleuve Fraser).

Comme pour les autres variables de notre recherche, les types et les populations d'animaux d'élevage dans un sous-sous-bassin influent sur la quantité produite de coliformes fécaux. Les populations de bovins de boucherie avaient une incidence toute particulière sur les tendances observées. Tant les vaches laitières que les bovins de boucherie produisaient les plus fortes concentrations de ces coliformes (environ la même quantité produite par tête), mais les populations plus nombreuses des bovins de boucherie au Canada avaient une incidence marquée sur les données. Les trois sous-sous-bassins comptant le plus de bovins de boucherie en 1996 étaient ceux de Little Bow, de Belly et de Medicine; tous se trouvaient en Alberta et figuraient parmi les 10 premiers au chapitre de la production de coliformes fécaux cette année-là. Il reste que, dans d'autres sous-sous-bassins, comme celui de la Maitland, on constatait des concentrations colibacillaires relativement importantes simplement à cause du grand nombre d'animaux d'élevage toutes catégories confondues et des superficies relativement restreintes.



**Estimated Fecal Coliform Bacteria Production
in Livestock Manure by Sub-sub-basin, 1996**

**Production estimée de coliformes fécaux dans le fumier
d'animaux d'élevage selon le sous-sous-bassin, 1996**



Source:
Statistics Canada, Environment Accounts and Statistics Division and Agriculture Division.

Source :
Statistique Canada, Division des comptes et de la statistique de l'environnement; Division de l'agriculture.

Methodology and Data Sources

The main objective of this study was to estimate and map the quantity of livestock manure produced in Canada, and the annual quantity of nitrogen, phosphorus, total coliform bacteria and fecal coliform bacteria found in livestock manure. To estimate these variables, 1996 Census of Agriculture livestock populations by enumeration area were multiplied by daily manure quantity coefficients derived from the *1997 American Society of Agricultural Engineers (ASAE) Manure Production and Characteristics Standard*.¹ Data were aggregated to the sub-sub-basin level, normalized by sub-sub-basin area, and then mapped.

The geographic unit used to present this analysis is the sub-sub drainage basin from Environment Canada's 1986 hydrometric map series.² As stated previously, drainage basins, basins, watersheds, and river basins are synonyms used to describe surface drainage catchment areas.

For the purposes of this research, total manure production consists of feces and urine. Bedding and other types of material such as feathers, unused feed, etc. are not included in these calculations. Nitrogen is represented by Total Kjeldahl Nitrogen (TKN), which consists of total organic and total ammonia nitrogen. However, throughout this document TKN is referred to as "nitrogen". The phosphorus calculations are based on coefficients representing "total phosphorus", but are referred to in this document simply as "phosphorus".

Data quality issues

It is important to stress that these data are estimates. A variety of assumptions have been made.

It is assumed that Canadian livestock of a certain type produce similar amounts of manure and have similar characteristics (e.g. production of nitrogen, phosphorus and bacteria) to the equivalent type of American livestock. The

1. American Society of Agricultural Engineers, 1997, *ASAE Standards: Standards, Engineering Practices and Data Adopted by the American Society of Agricultural Engineers*, 44th edition, St. Joseph, MI.

2. Environment Canada, 1986, *Hydrometric Map Supplement*, Inland Waters Directorate, Water Resources Branch, Water Survey of Canada, Ottawa.

Méthodes et sources des données

La présente étude visait principalement à estimer et à cartographier les quantités de fumier d'animaux d'élevage produites au Canada, ainsi que les quantités annuelles d'azote, de phosphore, de coliformes totaux et de coliformes fécaux dans le fumier d'animaux d'élevage. Pour l'estimation de ces variables, nous avons multiplié les chiffres du cheptel par secteur de dénombrement du Recensement de l'agriculture de 1996 par les coefficients de production quotidienne de fumier tirés de l'ouvrage *1997 American Society of Agricultural Engineers (ASAE) Manure Production and Characteristics Standard*.¹ Nous avons regroupé les données à l'échelle des sous-sous-bassins après normalisation en fonction de la superficie des sous-sous-bassins. Nous avons ensuite dressé des cartes.

L'unité d'observation géographique aux fins de la présente analyse est le sous-sous-bassin de la série de cartes hydrométriques de 1986 d'Environnement Canada². Comme nous l'avons dit précédemment, les bassins de drainage, les bassins fluviaux, hydrographiques ou versants sont des synonymes employés pour décrire les aires de captage des eaux de surface.

Aux fins de la présente recherche, la production totale de fumier comprend les déjections solides (féces) et liquides (urine). Dans ces calculs, nous ne tenons compte ni des litières ni d'autres éléments comme les plumes, les aliments intacts, etc. Quand il est fait mention d'azote dans la présente étude, il s'agit de l'azote total Kjeldahl (ATK), c'est-à-dire tout l'azote organique et ammoniacal. Toutefois, dans notre exposé, nous employons le terme « azote ». Pour le calcul des charges phosphorées, nous nous reportons à des coefficients de phosphore total, mais nous utilisons le seul terme « phosphore ».

Questions de qualité des données

Il importe de bien voir que nos données ne sont que des estimations reposant sur un certain nombre d'hypothèses.

Ainsi, nous supposons que le cheptel canadien produit autant de fumier aux mêmes caractéristiques (production d'azote, de phosphore et de bactéries) que le cheptel américain du même type. Nous appliquons les normes de l'ASAE,

1. American Society of Agricultural Engineers, *ASAE Standards: Standards, Engineering Practices and Data Adopted by the American Society of Agricultural Engineers*, St. Joseph, Michigan, 1997, 44^e édition.

2. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Division des relevés hydrologiques du Canada, *Supplément de cartes hydrométriques*, Ottawa, 1986.



ASAE standards are used because they include the widest range of descriptive variables and are updated on a regular basis, which will allow for longitudinal research. A Canadian source that provides the equivalent information could not be found.

The ASAE standards are calculated from a wide base of published and unpublished information on livestock manure production and characterization. These standards were based on arithmetic averages and actual values vary due to differences in animal diet, age, usage, productivity and management.

Several variables in the ASAE standards were missing specific coefficients for specific livestock. Coefficients were derived from a similar species' weight and characteristics. For example, an average of layer, broiler, turkey and duck coefficients was used for the category "other poultry". Coefficients for pullets did not exist, thus the broiler coefficients were used, since pullets are similar species and similar in age. These modifications are considered minor.

Due to data limitations, for the purposes of this study, total livestock was comprised of dairy cows, beef cattle, calves, hogs, horses, sheep, pullets, broilers, layhens, turkeys, and "other poultry". Given that there are other livestock found in Canada, such as buffalo, deer, and rabbits, these numbers under-estimate the actual quantity of manure produced in Canada.

The data used for this research were based on livestock populations as of May 14, 1996, the day the Census was conducted. To provide estimates for the entire year, these census livestock populations were used to calculate manure production for the entire year. Some misrepresentation could occur if actual livestock populations fluctuated significantly over the course of the year.

For more information, please contact Nancy Hofmann, Doug Trant or François Soulard at (613) 951-0297 or environ@statcan.ca.

parce qu'elles comprennent la plus grande diversité de variables descriptives et qu'elles sont régulièrement mises à jour, d'où la possibilité d'une recherche longitudinale. Nous n'avons pu trouver de source canadienne où puiser des renseignements équivalents.

Les chiffres de l'ASAE s'établissent à l'aide d'une vaste base de données, publiées ou inédites, de production et de caractérisation de fumier d'animaux d'élevage. Les normes en question sont fondées sur des moyennes arithmétiques, car les valeurs réelles varient selon le régime alimentaire, l'âge, l'utilisation, la productivité et la gestion des animaux.

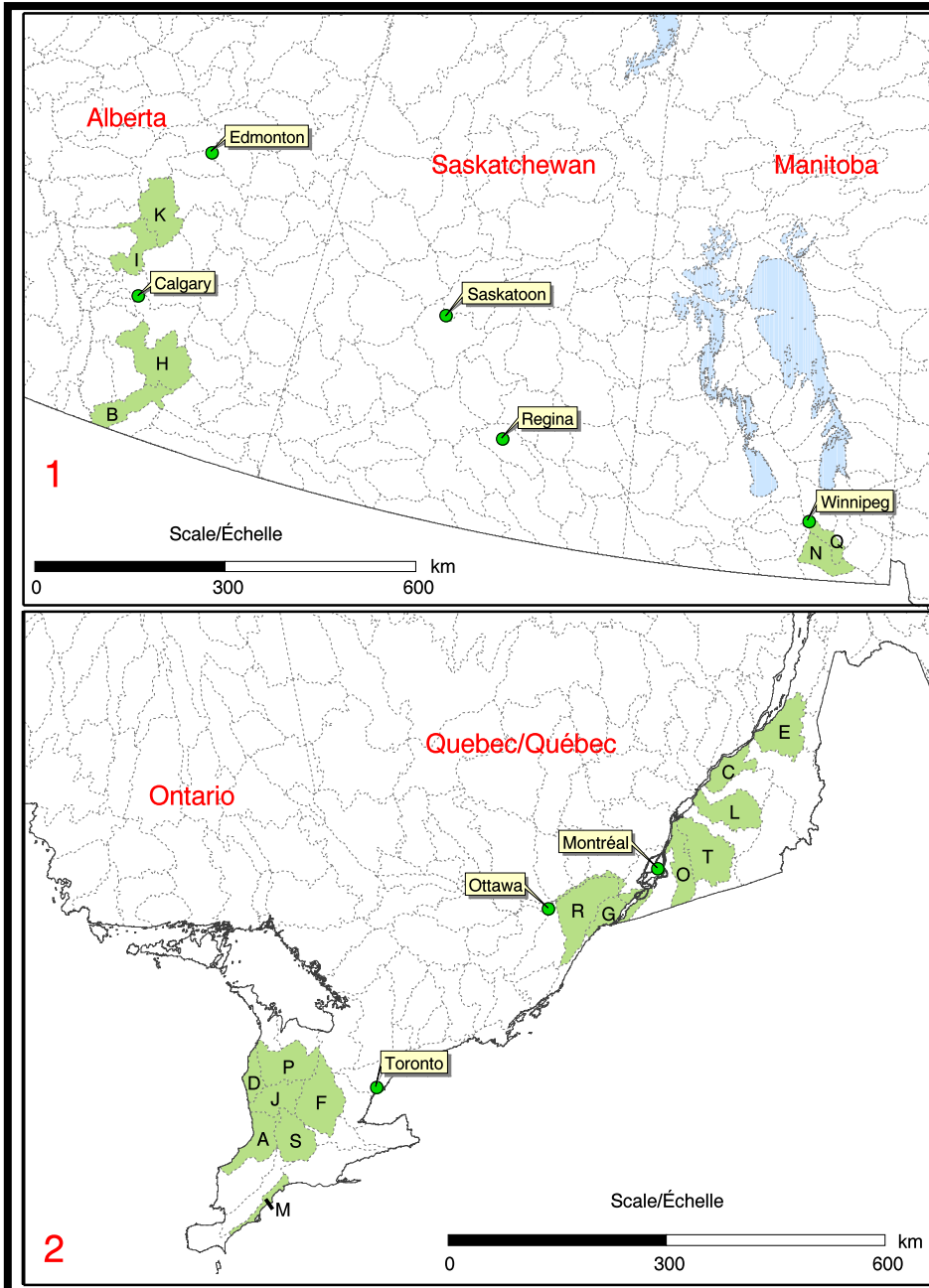
Dans les normes de l'ASAE, des coefficients précis manquaient à plusieurs variables pour des catégories d'animaux d'élevage. Nous avons tiré ces coefficients du poids et des autres caractéristiques d'espèces correspondantes. Ainsi, nous avons pris une moyenne des coefficients relatifs aux poules pondeuses, aux poulets à griller, aux dindons et aux canards pour la catégorie « autre volaille ». Il n'y avait pas de coefficients pour les poulettes, aussi avons-nous employé les coefficients relatifs aux poulets à griller, les poulettes étant d'une espèce et d'un âge correspondants. Ce sont des modifications que nous jugeons mineures.

À cause des limites des données disponibles pour notre étude, les animaux d'élevage (le cheptel) comprennent ici les vaches laitières, les bovins de boucherie, les veaux, les porcs, les chevaux, les moutons, les poulettes, les poulets à griller, les pondeuses, les dindons et ceux de la catégorie « autre volaille ». Comme on trouve aussi dans les fermes canadiennes des buffles, des cerfs et des lapins, nos chiffres constituent des sous-estimations des quantités de fumier réellement produites au pays.

Les données utilisées aux fins de la présente recherche visent les animaux d'élevage dénombrés en date du 14 mai 1996, jour du recensement. Comme nous voulions présenter des estimations pour toute l'année, nous nous sommes servis de ces chiffres de dénombrement d'animaux d'élevage pour calculer la production annuelle de fumier. Les quantités pourraient être mésestimées si le cheptel réel subissait des variations importantes en cours d'année.

Pour obtenir plus de renseignements, veuillez communiquer avec Nancy Hofmann, Doug Trant ou François Soulard au (613) 951-0297 ou environ@statcan.ca.





Sub-sub-basin codes and names
Noms et codes des sous-sous-bassins

A	02FF	Ausable-Bayfield
B	05AD	Belly
C	02PK	Chêne-Henri
D	02FD	East Lake Huron / Est du lac Huron
E	02PH	Etchemin
F	02GA	Grand
G	02MC	Lake St. Francis / Lac Saint-François
H	05AC	Little Bow
I	05CB	Little Red-Dogpound
J	02FE	Maitland
K	05CC	Medicine
L	02OD	Nicolet
M	02GF	North Lake Erie / Nord du lac Érié
N	05OE	Rat
O	02OJ	Richelieu
P	02FC	Saugeen
Q	05OH	Seine
R	02LB	South Nation
S	02GD	Upper Thames / Cours supérieur de la Thames
T	02OG	Yamaska



Source: Statistics Canada, Environment Accounts and Statistics Division.

Source : Statistique Canada, Division des comptes et de la statistique de l'environnement.