



COUVERTURE DE NEIGE

INDICATEURS CANADIENS DE
DURABILITÉ DE L'ENVIRONNEMENT



Référence suggérée pour ce document : Environnement et Changement climatique Canada (2020) Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement : Couverture de neige. Consulté le *jour mois année*.
Disponible à : www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/couverture-neige.html.

N° de cat. : En4-144/84-2020F-PDF
ISBN : 978-0-660-34159-0

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu de cette publication, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de l'administrateur du droit d'auteur d'Environnement et Changement climatique Canada. Si vous souhaitez obtenir du gouvernement du Canada les droits de reproduction du contenu à des fins commerciales, veuillez demander l'affranchissement du droit d'auteur de la Couronne en communiquant avec :

Environnement et Changement climatique Canada
Centre de renseignements à la population
12e étage Édifice Fontaine
200 boul. Sacré-Cœur
Gatineau QC K1A 0H3
Téléphone : 1-800-668-6767 (au Canada seulement) ou 819-938-3860
Télécopieur : 819-938-3318
Courriel : ec.enviroinfo.ec@canada.ca

Photos : © Environnement et Changement climatique Canada

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'Environnement et du Changement climatique, 2020

Also available in English

INDICATEURS CANADIENS DE DURABILITÉ DE L'ENVIRONNEMENT

COUVERTURE DE NEIGE

Juillet 2020

Table des matières

Couverture de neige.....	5
Étendue de la couverture de neige.....	5
Aperçu des résultats	5
Durée de la couverture de neige.....	7
Aperçu des résultats	7
À propos des indicateurs.....	8
Ce que mesurent les indicateurs	8
Pourquoi ces indicateurs sont importants	8
Indicateurs connexes	8
Sources des données et méthodes	9
Sources des données.....	9
Méthodes	10
Changements récents	11
Mises en garde et limites	11
Ressources.....	12
Références.....	12
Annexe.....	14
Annexe A. Tableaux des données utilisées pour les figures	14

Liste des figures

Figure 1. Variations annuelles de l'étendue de la couverture de neige au printemps (avril, mai et juin), Canada, 1972 à 2019.....	5
Figure 2. Écarts de la durée de la couverture de neige comparativement à la période de référence 1998 à 2017, Canada, 2019.....	7

Liste des tableaux

Tableau 1. Ensembles de données sur la neige utilisés pour produire l'indicateur sur l'Étendue de la couverture de neige.....	9
Tableau A.1. Données pour la Figure 1. Variations annuelles de l'étendue de la couverture de neige au printemps (avril, mai et juin), Canada, 1972 à 2019.....	14

Couverture de neige

Le Canada est un pays de neige, ce qui a des répercussions sur le climat, le débit d'eau et les écosystèmes. La couverture de neige varie naturellement selon la température, les précipitations et les cycles climatiques, comme El Niño. À long terme, les tendances sont principalement soumises aux changements de températures et de précipitations. Les renseignements sur la quantité de neige, tels que l'étendue et la durée de la couverture de neige, sont importants afin de comprendre l'incidence des changements climatiques sur la couverture de neige au Canada.

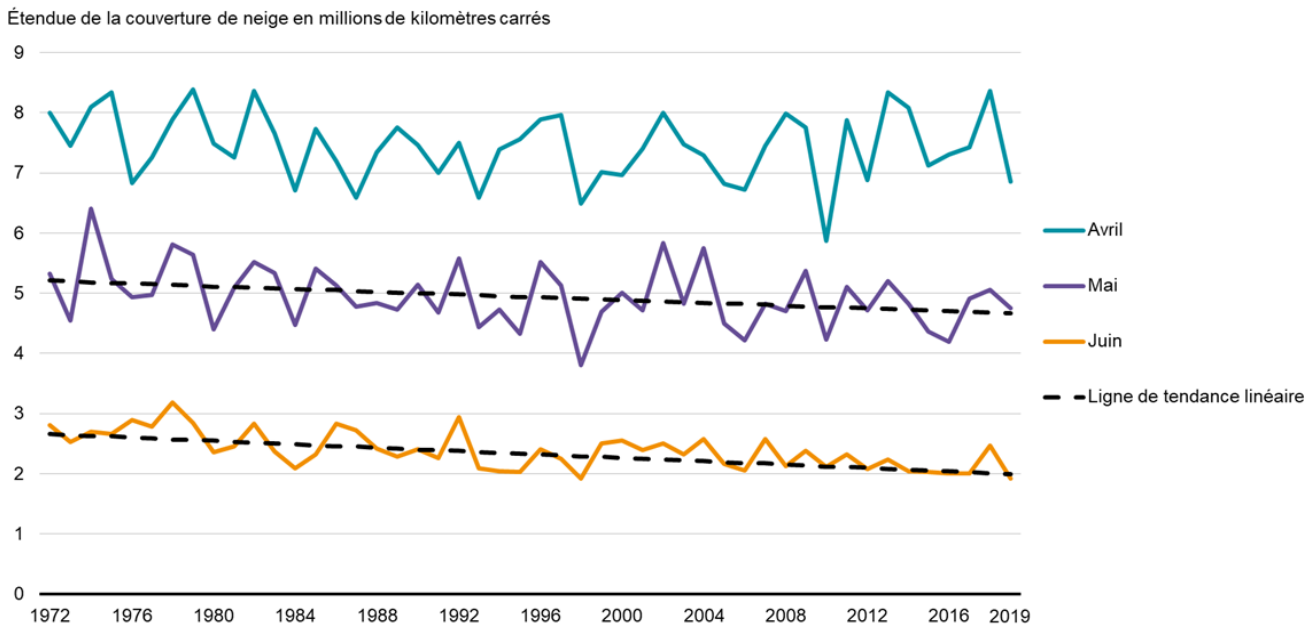
Étendue de la couverture de neige

L'étendue de la couverture de neige représente la superficie terrestre recouverte de neige.¹ L'étendue de la couverture de neige est étroitement liée à la température de l'air, ce qui veut dire qu'elle a un cycle saisonnier prononcé et diffère d'une année à l'autre.

Aperçu des résultats

- Depuis le début des années 1970, l'étendue de la couverture de neige a diminué de façon significative au Canada au cours des mois de mai et de juin.
- En 2019, la couverture de neige pour avril, mai et juin présentait, respectivement, ses 9e, 19e et 2e plus petite étendue depuis 1972.

Figure 1. Variations annuelles de l'étendue de la couverture de neige au printemps (avril, mai et juin), Canada, 1972 à 2019



[Données pour la Figure 1](#)

Remarque : Le trait pointillé indique une tendance statistiquement significative selon les méthodes de Mann-Kendall et de Sen à un niveau de confiance de 95 %.

Source : Environnement et Changement climatique Canada (2020) Division de la recherche climatique, Section des processus climatiques.

¹ L'étendue de la couverture de neige est définie comme étant une zone de cellules de grille qui ont une couverture de neige de 50 % ou plus dans les séries de données maillées utilisées pour l'indicateur.

Alors qu'aucune tendance statistique n'a été détectée en avril pour la couverture de neige au Canada pour la période de 1972 à 2019, des tendances à la baisse de 2,2 % et de 5,2 % par décennie ont été détectées en mai et juin, respectivement. La diminution récente de l'étendue de la couverture de neige, particulièrement au printemps, est liée au réchauffement des températures de l'air dans l'hémisphère Nord et au Canada au cours de la même période. La réduction est plus importante en juin, car, à cette période de l'année, la majorité de la neige se trouve dans l'Arctique canadien, où le réchauffement a été le plus prononcé au cours des dernières décennies. Le réchauffement plus rapide de l'Arctique relativement aux latitudes plus basses s'explique par un phénomène appelé « amplification arctique »² et devrait se poursuivre dans l'avenir. Les réductions de la couverture de neige printanière en hautes latitudes au Canada sont conformes aux réductions observées en Alaska et dans le nord de l'Eurasie.³

Les tendances de la couverture printanière de neige sont d'un intérêt significatif en raison du vaste éventail de conséquences (par exemple, l'hydrologie, les écosystèmes et le risque d'incendie) et du fait que les rétroactions positives dans le système climatique sont plus prononcées pendant cette saison.

² Bush E et al. (2019) [Comprendre les changements climatiques mondiaux observés - Chapitre 2 dans Rapport sur le climat changeant du Canada](#).

³ Mudryk L et al. (2019) [Terrestrial Snow Cover](#) (en anglais seulement). Rapport 2019 pour l'Arctique.

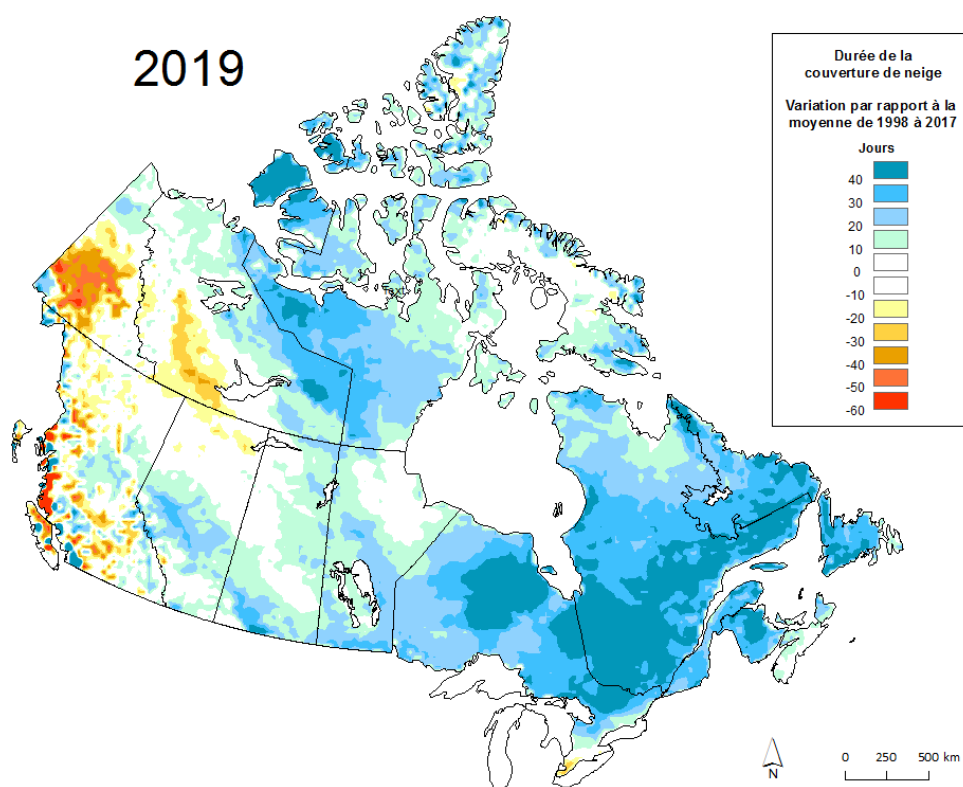
Durée de la couverture de neige

La durée de la couverture de neige influence le climat en raison des propriétés isolantes et réfléchissantes de la neige. La durée de la couverture de neige est contrôlée par le moment où commence la couverture de neige à l'automne/hiver et par la fonte au printemps, ainsi que les périodes de dégel entre les deux.

Aperçu des résultats

- Le nombre de jours avec une couverture de neige pour l'année 2019⁴ était supérieur à la moyenne pour la majorité de l'est du Canada, les Prairies et le Nunavut.
- Une bonne partie du Yukon ainsi que des zones plus petites des Territoires du Nord-Ouest et long de la côte pacifique, ont connu une durée de la couverture de neige inférieure à la moyenne.

Figure 2. Écarts de la durée de la couverture de neige comparativement à la période de référence 1998 à 2017, Canada, 2019



Remarque : Les écarts sont obtenus en soustrayant la moyenne des années de 1998 à 2017 au nombre de jours avec une couverture de neige pendant la saison de neige (juillet à juin). Les couleurs chaudes (jaune à orange) indiquent une durée de la couverture de neige plus courte; les couleurs froides (bleu) indiquent une durée plus longue. Les écarts de la durée de la couverture de neige, comparativement à la moyenne de référence de 1998 à 2017, sont tirés du produit quotidien de la couverture de la neige d'une résolution de 24 kilomètres du

Interactive Multisensor Snow and Ice Mapping System (IMS) du National Ice Centre.

Source : Environnement et Changement climatique Canada (2019) Division de la recherche climatique, Section des processus climatiques et National Ice Centre (2019) [Interactive Multisensor Snow and Ice Mapping System](#) (IMS) (en anglais seulement).

La durée de la couverture de neige varie considérablement au Canada, ce qui reflète les variations climatiques d'une année à l'autre. L'année 2010 se distingue par sa couverture de neige nettement sous la moyenne à l'échelle du pays en raison des records de chaleur. L'année 2010 est [l'année la plus chaude dans l'histoire des records de température au Canada](#).

⁴ Dans le contexte de cet indicateur, la saison de neige est définie comme étant la période commençant le 1 juillet de l'année précédente et se terminant le 30 juin de l'année en cours. La saison de neige est assignée à l'année qui correspond à la fin de la saison de neige. Par exemple, l'année 2019 correspond à la saison de neige de juillet 2018 à juin 2019.

À propos des indicateurs

Ce que mesurent les indicateurs

Les indicateurs montrent la façon dont change la couverture de neige au Canada d'année en année et au fil du temps. Les indicateurs font rapport de l'étendue de la couverture de neige au printemps et la durée de la couverture de neige.

L'étendue de la couverture de neige s'exprime en millions de kilomètres carrés et est présentée pour les mois printaniers d'avril, mai et juin. L'indicateur sur la Durée de la couverture de neige présente la répartition spatiale des écarts de la durée de la couverture de neige annuelle (juillet à juin) comparativement à la moyenne de 1998 à 2017.

Pourquoi ces indicateurs sont importants

Le Canada est un pays de neige. Soixante-cinq (65) pour cent de la masse terrestre du Canada a une couverture de neige annuelle pendant plus de 6 mois par année. Les changements dans la couverture de neige ont des conséquences importantes et profondes pour les systèmes écologiques et humains. Par exemple, la fonte de la glace et de la neige des manteaux neigeux en montagnes est cruciale pour une multitude de secteurs, dont les systèmes aquatiques des rivières, l'agriculture, la production d'énergie hydro-électrique et les activités de loisir.

En raison de sa couleur blanche, la neige reflète une grande partie des rayons du soleil. La couverture de neige est donc un facteur important qui influence la température de surface de la Terre, puisqu'elle détermine la quantité d'énergie du soleil qui est absorbée par la surface de la planète. Une diminution de la couverture de neige contribue donc à une rétroaction positive, car la nature hautement réfléchissante de la neige est remplacée par un sol nu ou de la végétation qui absorbent les rayons du soleil. Ce phénomène est appelé « rétroaction de l'albédo de la neige ».

La neige isole aussi le sol sous le manteau neigeux et protège les plantes et les animaux des températures froides de l'hiver. La quantité de neige et la fréquence des dégels hivernaux ont d'importantes conséquences pour les animaux arctiques comme les bœufs musqués et les caribous, qui doivent se déplacer sur la neige et fourrager dans la neige pour brouter. Les activités humaines, comme les loisirs extérieurs, le déneigement et la gestion des réservoirs, sont toutes hautement sensibles à la quantité de neige au sol ainsi qu'au moment de la fonte de la neige et à la vitesse à laquelle elle fond.

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat et la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques utilisent la couverture de neige, entre autres variables, pour évaluer les changements climatiques à long terme. Selon le Système mondial d'observation des climats de l'Organisation météorologique mondiale, la couverture de neige est considérée comme une [variable climatique essentielle](#) (en anglais seulement).



Mesures relatives aux changements climatiques

Ces indicateurs soutiennent la mesure des progrès vers l'atteinte de l'objectif à long terme de la [Stratégie fédérale de développement durable 2019 à 2022](#) : Une économie à faibles émissions de carbone contribue à maintenir l'augmentation de la température mondiale bien en dessous de 2 degrés Celsius et à mener des efforts encore plus poussés pour limiter l'augmentation de la température à 1,5 degré Celsius.

Indicateurs connexes

Les indicateurs sur la [Glace de mer](#) au Canada fournissent des renseignements sur la variabilité et les tendances de la glace de mer au Canada pendant la saison estivale.

L'indicateur sur les [Changements de la température au Canada](#) mesure les écarts annuels et saisonniers de température de l'air à la surface au Canada, alors que l'indicateur sur les [Changements des précipitations au Canada](#) mesure les écarts annuels et saisonniers des précipitations.

Sources des données et méthodes

Sources des données

Pour la Couverture de neige au Canada, il existe 2 indicateurs : l'Étendue de la couverture de neige et la Durée de la couverture de neige.

Les données pour l'indicateur sur l'Étendue de la couverture de neige ont été obtenues à partir d'un ensemble de 5 produits différents dérivés de modèles de neige fondés sur une réanalyse atmosphérique et une télédétection par satellite. Cette approche à plusieurs ensembles de données a été élaborée au sein de la Division de la recherche climatique d'Environnement et Changement climatique Canada.

Les données utilisées pour calculer l'indicateur sur la Durée de la couverture de neige sont tirées du graphique quotidien de la couverture de neige du [Interactive Multisensor Snow and Ice Mapping System \(IMS\)](#) (en anglais seulement), qui est dérivé par des analystes, principalement à partir de l'imagerie optique par satellite.

Complément d'information

Indicateur sur l'Étendue de la couverture de neige (1972 à 2019)

Les séries chronologiques utilisées pour l'indicateur sur l'Étendue de la couverture de neige sont basées sur les 5 ensembles de données décrits dans le Tableau 1.

Tableau 1. Ensembles de données sur la neige utilisés pour produire l'indicateur sur l'Étendue de la couverture de neige

Ensemble de données	Période	Variable	Méthode
Registre de données climatologiques sur la neige de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	De 1967 à 2019	Étendue de la couverture de neige	Analyse manuelle à partir essentiellement d'imagerie optique par satellite
Crocus	De 1981 à 2018	Équivalent en eau de la neige	Modèle de neige physique de l'ensemble Crocus produit par réanalyse ERA-Interim
MERRA-2	De 1981 à 2019	Équivalent en eau de la neige	Réanalyse (modèle de surface terrestre lié aux bassins hydrographiques)
GlobSnow-3	De 1981 à 2019	Équivalent en eau de la neige	Données de micro-ondes passives par satellite et observations de la profondeur de la neige en surface
Brown	De 1981 à 2019	Équivalent en eau de la neige	Modèle de neige simple produit par réanalyse ERA-Interim

L'analyse des multiples ensembles de données fournit des valeurs moyennes mensuelles de l'étendue de la neige de septembre 1967 à août 2019. La période à partir de 1972 a été utilisée pour l'indicateur, parce que l'ensemble de données comporte des données manquantes entre 1966 et 1971. Pour les ensembles de données offrant un équivalent en eau de la neige, un seuil de 4 millimètres a été utilisé pour indiquer la présence de neige au sol.

Indicateur sur la Durée de la couverture de neige (1999 à 2019)

L'indicateur sur la Durée de la couverture de neige est basé sur des cartes binaires quotidiennes sur la couverture de neige (présence/absence) d'une résolution de 24 kilomètres, qui sont générées par le IMS du National Ice Centre des États-Unis. Ces cartes sont tirées de l'interprétation de données satellites principalement visibles, mais d'autres produits de satellite et observations de surface sont aussi utilisés.

Les données utilisées pour les indicateurs sur la Durée et sur l'Étendue de la couverture de neige sont à jour jusqu'à 2019.

Méthodes

L'indicateur sur l'Étendue de la couverture de neige présente la superficie du Canada couverte de neige pendant les mois d'avril, de mai et de juin pour les années 1972 à 2019. La superficie totale de la masse terrestre du Canada couverte par la neige est estimée à partir d'une approche à multiples ensembles de données, élaborée au sein de la Division de la recherche climatique d'Environnement et Changement climatique Canada.

L'indicateur sur la Durée de la couverture de neige indique la différence (ou les écarts) entre le nombre de jours avec de la neige au sol pour une année donnée comparativement à la période de référence de 1998 à 2017.

Complément d'information

Étendue de la couverture de neige

L'indicateur sur l'Étendue de la couverture de neige est basé sur les valeurs moyennes mensuelles de l'étendue de la neige dérivées de 5 ensembles de données : registre de données climatologiques sur la neige de la NOAA, Crocus, MERRA-2, GlobSnow-3 et Brown.

Afin de fusionner les 5 ensembles de données sur l'étendue de la neige, la climatologie et l'écart-type de chaque ensemble de données sont ajustés comme suit, en partie en fonction de la méthode utilisée dans [Brown et al. \(2010\)](#) (en anglais seulement) et dans [Brown et Robinson \(2011\)](#) (en anglais seulement).

1. La climatologie de chaque ensemble de données est remplacée par la climatologie du registre de données de la NOAA, et la variabilité de chaque ensemble de données est ajustée à celle de l'écart-type moyen de l'ensemble.
2. Les anomalies normalisées sont calculées en utilisant la climatologie et l'écart-type propres à chaque ensemble de données (échantillons prélevés entre 1981 et 2014).
3. Ces anomalies normalisées sont ensuite reconverties en valeurs brutes en utilisant l'écart-type moyen de l'ensemble et la climatologie du registre des données de la NOAA.
4. La moyenne de ces 5 séries chronologiques ajustées est calculée pour la période allant de 1981 à 2019.
5. Cette série chronologique moyenne est fusionnée avec la série chronologique ajustée de la NOAA pour la période de 1967 à 1980.

Comme le registre des données de la NOAA est le seul qui couvre la période de 1967 à 1980, cette méthode garantit que la transition entre les périodes avant et après 1981 (où le nombre d'ensembles de données disponibles passe de 1 à 5) ne contient aucune discontinuité due à des changements de climatologie (par exemple, si une simple moyenne des séries chronologiques complètes était calculée) ou de variabilité (par exemple, si la moyenne des anomalies non corrigées était calculée). L'ajustement de la variabilité des séries chronologiques individuelles est particulièrement important en juin, en juillet et en août, lorsque la variabilité de la NOAA est plus élevée par rapport aux autres ensembles de données. La climatologie de la NOAA a été utilisée, car aucune donnée de vérification supplémentaire n'est disponible et, par conséquent, elle est supposée offrir la meilleure estimation de l'étendue de la neige historique.

Pour la période de 1981 à 2019, des limites d'incertitude de 95 % ont été déterminées à partir de l'erreur-type (et) :

$$et = t/\sqrt{n-1}$$

qui dépend de l'écart-type, t , des n ensembles de données inclus.

Au cours de la période de 1967 à 1980, des limites d'incertitude de 95 % ont été déterminées à partir de l'erreur-type des prévisions (et_p) :

$$et_p(x) = et_{res}(x) \sqrt{1 + \frac{1}{n}(1 + x_i^2)}$$

où $et_{res}(x)$ est l'erreur-type des résidus d'une droite de meilleur ajustement, x est l'anomalie normalisée de la variable indépendante de l'année i de la période d'analyse, et n est le nombre d'années de la période d'analyse.

Seuls les mois du printemps sont représentés, car l'approche à multiples ensembles de données pour la période de début de la couverture de neige (octobre, novembre) est encore en cours d'élaboration en raison d'une tendance à la hausse artificielle dans l'un des ensembles de données.⁵ Les mois d'hiver, où le Canada est presque entièrement recouvert de neige, ne sont pas représentés.

Statistique Canada a fourni un fichier de formes qui définit la masse terrestre du Canada. La Division de la recherche climatique d'Environnement et Changement climatique Canada a calculé la superficie couverte de neige en utilisant les surfaces des cellules de grille du sous-programme MSCALE de la bibliothèque de logiciels RMNLIB d'Environnement et Changement climatique Canada.

Durée de la couverture de neige

Des renseignements de plus haute résolution indiquant les variations annuelles dans la durée de la couverture de neige à l'échelle du Canada pour la période de 1999 à 2019 ont été tirés du produit quotidien de la couverture de neige d'une résolution de 24 kilomètres du [Interactive Multisensor Snow and Ice Mapping System](#) (IMS) (en anglais seulement). Les écarts de la durée de la couverture de neige sont calculés annuellement de 1999 à 2019. Dans le contexte de cet indicateur, une année est définie comme la période allant du 1er juillet de l'année précédente au 30 juin de l'année en cours. Par exemple, l'année 1999 est la période qui débute le 1er juillet 1998 et se termine le 30 juin 1999.

La Division de la recherche climatique à Environnement et Changement climatique Canada a converti les cartes quotidiennes de la couverture de neige de l'IMS du National Ice Centre en cartes mensuelles de la durée de la couverture de neige.

Le nombre de jours avec une couverture de neige par année (du 1er juillet au 30 juin de l'année suivante) a été obtenu en additionnant le nombre de jours avec de la neige au sol par mois pour chaque cellule de la grille terrestre au Canada (identifié avec le masque sol/plan d'eau fourni avec l'ensemble de données du IMS d'une résolution de 24 kilomètres). Les écarts dans la durée annuelle de la couverture de neige ont par la suite été calculés en soustrayant la moyenne de la période de référence de 1998 à 2017 pour générer une carte des écarts matricielle. Cette période de référence est utilisée afin d'être uniforme avec les écarts de la durée de la couverture de neige qui sont dérivés d'évaluations précédentes de la Division de la recherche climatique.

Changements récents

Auparavant, l'indicateur sur l'Étendue de la couverture de neige était basé sur un seul ensemble de données, celui du registre de données climatologiques sur l'étendue de la couverture de neige dans l'hémisphère Nord de la National Ocean and Atmospheric Administration (NOAA). Pour cette version, l'étendue de la couverture de neige est basée sur une nouvelle approche qui donne des valeurs moyennes mensuelles de l'étendue dérivées d'un ensemble de 5 produits différents résumés dans le [tableau 1](#).

Mises en garde et limites

L'identification de la couverture de neige au sol à partir des données satellites visibles est fortement influencée par tout ce qui obscurcit la surface, comme la noirceur, la couverture nuageuse ou une forêt dense. L'augmentation de la fréquence de la couverture visible du satellite au fil du temps, ainsi que les renseignements sur la couverture de neige en tout temps de satellites de télédétection passive par micro-ondes, signifient que

⁵ Mudryk LR et al. (2017) [Snow cover response to temperature in observational and climate model ensembles](#) (en anglais seulement).

notre capacité à détecter et à cartographier la neige de nos jours est bien meilleure qu'elle ne l'était au début de l'enregistrement de données. Ainsi, il faut porter attention lors de l'interprétation des tendances des couvertures de neige tirées du NOAA-CDR qui remontent jusque dans les années 1970. Voilà aussi pourquoi les données de la couverture de neige de la période automnale (octobre et novembre) ne sont pas comprises dans l'indicateur sur l'Étendue de la couverture de neige, puisque ces mois sont reconnus comme étant touchés par des tendances à la hausse erronées.⁶ La période printanière est moins touchée par ce problème.

Les plus récentes données sur l'étendue de la couverture de neige du IMS-24 (1999 à 2019) n'ont pas de problèmes d'homogénéité documentés; ainsi, les écarts dans la durée de la couverture de neige ne sont pas touchés par les incertitudes de la saison d'automne.

Ressources

Références

Blunden J and Arndt DS (2019) [State of the Climate in 2018](#) (en anglaisseulement). Bulletin of the American Meteorological Society 100(9):Si-S305. Consulté le 6 février 2020.

Bokhorst S, Pedersen SH, Brucker L, Anisimov O, Bierke JW, Brown RD, Ehrich D, Essery RL, Heilig A, Ingvander S, Johansson C, Johansson M, Jónsdóttir IS, Inga N, Luojus K, Macelloni G, Mariash H, McLennan D, Rosqvist GN, Sato A, Savela H, Schneebeil M, Sokolov A, Sokratov SA, Terzago S, Vikhamar-Schuler D, Williamson S, Qiu Y, Callaghan TV (2016) [Changing Arctic snow cover: A review of recent developments and assessment of future needs for observations, modelling and impacts](#) (en anglaisseulement). AMBIO 45(5):516-537. Consulté le 6 février 2020.

Brown RD, Brasnett B and Robinson D (2003) [Gridded North American monthly snow depth and snow water equivalent for GCM evaluation](#) (en anglaisseulement). Atmosphere-Ocean, 41:1, 1-14. Consulté le 6 février 2020.

Brown RD and Derksen C (2013) [Is Eurasian October snow cover extent increasing?](#) (en anglaisseulement). Environmental Research Letters 8(2):024006. Consulté le 6 février 2020.

Brown RD, Derksen C and Wang L (2010) [A multi-data set analysis of variability and change in Arctic spring snow cover extent, 1967-2008](#) (en anglaisseulement). Journal of Geophysical Research Atmospheres 115(D16111). Consulté le 6 février 2020.

Brown RD and Robinson DA (2011) [Northern Hemisphere spring snow cover variability and change over 1922-2010 including an assessment of uncertainty](#) (en anglaisseulement). The Cryosphere 5(1):219-229. Consulté le 6 février 2020.

Brun E, Vionnet V, Boone A, Decharme B, Peings Y, Vallette R, Karbou F and Morin S (2013) [Simulation of northern Eurasian local snow depth, mass, and density using a detailed snowpack model and meteorological reanalyses](#) (en anglaisseulement). J. Hydromet., 14, 203-219. Consulté le 6 février 2020.

Bush E, Gillett N, Watson E, Fyfe J, Vogel F and Swart N (2019) [Comprendre les changements climatiques mondiaux observés - Chapitre 2 dans Rapport sur le climat changeant du Canada](#) (ed.) Bush E and Lemmen DS; Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, p. 25-72. Consulté le 6 février 2020.

Canadian Cryospheric Information Network (2016) [Energy Flux: Snow Overview](#) (en anglaisseulement). Consulté le 6 février 2020.

Derksen C, Burgess D, Duguay C, Howell S, Mudryk L, Smith S, Thackeray C and Kirchmeier-Young M (2019) [Évolution de la neige, de la glace et du pergélisol à l'échelle du Canada - Chapitre 5 dans Rapport sur le climat changeant du Canada](#) (ed.) Bush E and Lemmen DS; Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, p. 194-260. Consulté le 6 février 2020.

Derksen C and Brown RD (2012) [Spring snow cover extent reductions in the 2008-2012 period exceeding climate model projections](#) (en anglaisseulement). Geophysical Research Letters 39(19):L19504. Consulté le 6 février 2020.

Derksen C, Smith SL, Sharp M, Brown L, Howell S, Copland L, Mueller DR, Gauthier Y, Fletcher CG, Tivy A, Bernier M, Bourgeois J, Brown RD, Burn CR, Duguay C, Kushner PJ, Langlois A, Lewkowicz AG, Royer A,

⁶ Brown RD and Derksen C (2013) [Is Eurasian October snow cover extent increasing?](#) (en anglaisseulement).

Walker A (2012) [Variability and change in the Canadian cryosphere](#) (en anglaisseulement). Climatic Change 115(1):59-88. Consulté le 6 février 2020.

Estilow TW, Young AH and Robinson DA (2015) [A long-term Northern Hemisphere snow cover extent data record for climate studies and monitoring](#) (en anglaisseulement). Earth System Science Data 7(1):137-142. Consulté le 6 février 2020.

Gelaro R, McCarty W, Suárez MJ, Todling R, Molod A, Takacs L, Randles CA, Darmenov A, Bosilovich MG, Reichle R, Wargan K, Coy L, Cullather R, Draper C., Akella S, Buchard V, Conaty A, Da Silva AM, Gu W, Kim G, Koster R, Lucchesi R, Merkova D, Nielsen JE, Partyka G, Pawson S, Putman W, Rienecker M, Schubert SD, Sienkiewicz M and Zhao B (2017) [The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 \(MERRA-2\)](#) (en anglaisseulement). J. Climate, 30, 5419–5454. Consulté le 6 février 2020.

Helfrich SR, McNamara D, Ramsay BH, Baldwin T, Kasheta T (2007) [Enhancements to, and forthcoming developments in the Interactive Multisensor Snow and Ice Mapping System \(IMS\)](#) (en anglaisseulement). Hydrological Processes 21(12):1576-1586. Consulté le 6 février 2020.

Mudryk L, Brown R, Derksen C, Luojus K, Decharme B and Helfrich S (2019) [Terrestrial Snow Cover](#) (en anglaisseulement). Rapport 2019 sur l'Arctique. Consulté le 6 février 2020.

Mudryk L, Derksen C, Howell S, Laliberté F, Thackery C, Sospedra-Alfonso R, Vionnet V, Kushner PJ and Brown R (2018) [Canadian snow and sea ice: historical trends and projections](#) (en anglaisseulement). The Cryosphere, 12, 1157-1176. Consulté le 6 février 2020.

Mudryk L, Derksen C, Kushner PJ and Brown RD (2015) [Characterization of Northern Hemisphere Snow Water Equivalent Datasets, 1981-2010](#) (en anglaisseulement). Journal of Climate 28:8037-8051. Consulté le 6 février 2020.

Mudryk L, Kushner PJ, Derksen C and Thackeray C (2017) [Snow cover response to temperature in observational and climate model ensembles](#) (en anglaisseulement). Geophysical Research Letters 44(2):919-926. Consulté le 6 février 2020.

National Snow & Ice Data Centre (2017) [All About Snow](#) (en anglaisseulement). Consulté le 6 février 2020.

Robinson DA, Dewey KF and Heim RR Jr (1993) [Global Snow Cover Monitoring: An Update](#) (en anglaisseulement). Bulletin of the American Meteorological Society 74(9):1689-1696. Consulté le 6 février 2020.

Robinson DA, Estilow TW and NOAA CDR Program (2012) [NOAA Climate Data Record \(CDR\) of Northern Hemisphere \(NH\) Snow Cover Extent \(SCE\), Version 1. \[r01\]](#) (en anglaisseulement). NOAA National Centers for Environmental Information. Consulté le 13 janvier 2020.

Statistics Canada (2012) [Tendances relatives à la couverture de neige au Canada](#). Environstats, publication no 16-002X au catalogue. Consulté le 6 février 2020.

Takala M, Luojus K, Pulliainen J, Derksen C, Lemmetyinen J, Kärnä JP and Koskinen J (2011) [Estimating northern hemisphere snow water equivalent for climate research through assimilation of space-borne radiometer data and ground-based measurements](#) (en anglaisseulement). Remote Sensing of Environment, 115, 3517–3529. Consulté le 6 février 2020.

Annexe

Annexe A. Tableaux des données utilisées pour les figures

Tableau A.1. Données pour la Figure 1. Variations annuelles de l'étendue de la couverture de neige au printemps (avril, mai et juin), Canada, 1972 à 2019

Année	Avril étendue de la couverture de neige (millions de kilomètres carrés)	Mai étendue de la couverture de neige (millions de kilomètres carrés)	Juin étendue de la couverture de neige (millions de kilomètres carrés)
1972	8,00	5,33	2,80
1973	7,45	4,55	2,53
1974	8,10	6,41	2,70
1975	8,34	5,23	2,66
1976	6,83	4,94	2,90
1977	7,26	4,97	2,79
1978	7,89	5,81	3,19
1979	8,38	5,64	2,84
1980	7,49	4,40	2,35
1981	7,26	5,09	2,46
1982	8,36	5,51	2,84
1983	7,66	5,34	2,37
1984	6,71	4,47	2,09
1985	7,73	5,41	2,33
1986	7,20	5,12	2,83
1987	6,59	4,78	2,72
1988	7,34	4,84	2,42
1989	7,75	4,73	2,29
1990	7,47	5,14	2,41
1991	7,00	4,67	2,26
1992	7,49	5,58	2,94
1993	6,58	4,43	2,09
1994	7,39	4,73	2,04
1995	7,56	4,32	2,03
1996	7,88	5,52	2,41
1997	7,96	5,13	2,25
1998	6,50	3,80	1,92
1999	7,01	4,69	2,50
2000	6,96	5,00	2,55
2001	7,41	4,72	2,40
2002	8,00	5,84	2,51
2003	7,47	4,83	2,32
2004	7,29	5,75	2,58
2005	6,82	4,50	2,17
2006	6,72	4,22	2,05
2007	7,45	4,82	2,57
2008	7,99	4,70	2,13

Année	Avril étendue de la couverture de neige (millions de kilomètres carrés)	Mai étendue de la couverture de neige (millions de kilomètres carrés)	Juin étendue de la couverture de neige (millions de kilomètres carrés)
2009	7,75	5,37	2,39
2010	5,87	4,22	2,12
2011	7,88	5,11	2,32
2012	6,87	4,71	2,08
2013	8,34	5,21	2,24
2014	8,08	4,83	2,04
2015	7,13	4,36	2,03
2016	7,30	4,19	2,01
2017	7,43	4,91	2,01
2018	8,36	5,05	2,47
2019	6,85	4,75	1,92

Source : Environnement et Changement climatique Canada (2020) Division de la recherche climatique, Section des processus climatiques.

Pour des renseignements supplémentaires :

Environnement et Changement climatique Canada

Centre de renseignements à la population

12e étage Édifice Fontaine

200 boul, Sacré-Cœur

Gatineau QC K1A 0H3

Téléphone : 1-800-668-6767 (au Canada seulement) ou 819-938-3860

Télécopieur : 819-938-3318

Courriel : ec,enviroinfo,ec@canada.ca