

Archives CMOS Bulletin SCMO archives
Table of contents / Table de matières
January – June / 2022 / janvier – juin

Why 400+ academics wrote to the Finance Minister by Haley Alcock following an interview with Dr. Christina Hoicka	Pourquoi plus de 400 universitaires ont écrit à la ministre des Finances par Haley Alcock à la suite d'un entretien avec Christina Hoicka, Ph.D.
Declining numbers of stations and automation of surface snow depth observations pose important challenges for applications requiring long term consistent surface snow depth information over Canada by Ross D. Brown	La diminution du nombre de stations et l'automatisation des observations de l'épaisseur de la neige en surface posent des défis importants pour les applications nécessitant des données cohérentes à long terme sur l'épaisseur de la neige en surface au Canada par Ross D. Brown
First-ever Weather and Water Project WET Workshop by CWRA Project WET Canada	Tout premier atelier Projet WET sur l'eau et la météo par Project WET Canada de l'ACRH
Nonlinear measurements might be expected to confound, but do they belong in a statistical model hierarchy? by Rick Danielson Jr	On pourrait s'attendre à ce que les mesures non linéaires soient confondues, mais ont-elles une place dans une hiérarchie de modèles statistiques par Rick Danielson Jr
Peatlands at COP26 by Lorna Harris	Les tourbières à la COP26 par Lorna Harris
The retreat of Arctic glaciers that end in the ocean since 2000 by Will Kochtitzky and Luke Copland	Le retrait des glaciers arctiques qui se terminent dans l'océan depuis 2000 par Will Kochtitzky et Luke Copland
Arctic Awesome: The Story of the 'Cool' Students of 'Not Cool' by Halah Mhanni, Safia Soussi and Amy Mann	Arctic Awesome : The Story of the 'Cool' Students of 'Not Cool' par Halah Mhanni, Safia Soussi et Amy Mann (FR)
Canada's top 10 weather stories of 2021 by David Phillips	Les 10 événements météorologiques les plus marquants au Canada en 2021 par David Phillips
As climate science researchers and educators, we need to do more for our students than just teach them about their dismal futures by Dr. Heather Short	En tant que chercheurs et éducateurs dans le domaine de la climatologie, nous devons faire plus pour nos étudiants que simplement leur enseigner un avenir sombre par Dr. Heather Short
Listening to Narwhal by Kristin Westdal	Écouter le narval par Kristen Westdal

Why 400+ academics wrote to the Finance Minister

WRITTEN BY CMOS BULLETIN SCMO ON JANUARY 28, 2022. POSTED IN CLIMATE, OTHER, WHAT'S CURRENT.

– By Haley Alcock following an interview with Dr. Christina Hoicka –

On January 19, 2022, in an open letter to Finance Minister Chrystia Freeland 400+ academics and researchers urged the federal government not to introduce a proposed tax credit for carbon capture, utilization and storage (CCUS). Insisting that the tax credit would constitute a new fossil fuel subsidy, these academics made clear that research and science has an important role to play in pointing out discrepancies within the nuance of governmental climate policy. The deep knowledge and meta-perspective that researchers have that allows them to see disparities that non-researchers might not, is exactly why Dr. Christina Hoicka and her seven co-authors decided to write this letter.

As a Canada research chair for urban planning and climate change as well as an associate professor of geography and civil engineering at the University of Victoria, Dr. Hoicka has attended the UN's conference of the parties negotiations for the last two years. From those international negotiations it has been agreed that, globally, we need to reduce fossil fuel emission by 40-50% by 2030 if we are to keep global warming to 1.5°C and avoid the worst impacts of the climate crisis. Dr. Hoicka's research focuses on how exactly we are going to do that, all while ensuring equity and justice throughout the transition.

From her research, Dr. Hoicka knows that renewable energies have become the cheapest energy option, even compared to coal. What's more, there already exists market-ready technologies like wind turbines, solar panels and energy efficiency tools that have proven to be scalable to get us to 2030. Her concern and reason for writing to Minister Freeland is that instead of focusing on what the research shows we need to be doing, time and again governments are focusing on technologies like CCUS that are not necessarily market-ready and are not proven to be able to get us to 2030.

What's more, Dr. Hoicka explains that the large energy infrastructures and systems that we have in place can be very hard to change and that anytime you add new support to these systems it can further entrench them. Her other concern is that if this proposed tax subsidy is used for oil recovery projects it would ultimately constitute a fossil fuel subsidy program. It may make fossil fuel production more efficient, but it would ultimately subsidize the prolonged production and use of a product that we know we cannot continue to use. Dr. Hoicka says that rather than focusing on the changes that

research like hers shows need to happen, policies like this can be a distraction from real solutions.

For Dr. Hoicka writing this letter is not just a matter of professional concern but a matter of personal concern as well. It's about what kind of future we are leaving for our children and how we will right inequalities that, through the climate crisis, have become glaringly clear. Climate change is a defining issue of our time and touches nearly every aspect of society. It is also an extremely urgent issue. These are, Dr. Hoicka believes, the reason why the letter gained so much popularity among scholars from a wide variety of disciplines. Scholars studying climate change from every angle—science, law, policy, psychology, engineering, sociology—have all seen years of scrapped plans, broken promises, policies that don't go far enough and bold discrepancies between what the research shows and what's actually being done. Researchers can have a big role to play in bringing the best evidence forward, highlighting disparities, questioning decisions, and putting pressure on decision-makers to proceed with evidence-based policy. An expanding personal concern over climate decision making in addition to professional concern is calling more and more academics to speak up in the public sphere.

The 2022 budget will not be presented until February so it is not yet known what the full impact of the letter will be. However, for Dr. Hoicka, success from this letter is that we continue having hard conversations about societal shifts that we need to make. Academics, policymakers, industry professionals and community members all come to this conversation with a different focus. We need to continue talking if we are to come to a common understanding and narrow in on viable solutions. This letter has raised a lot of awareness, which Dr. Hoicka is very pleased with. As she says, "It can be hard to get academics to agree on things. So, when you look at something like the IPCC or the fact that over 400 scholars and counting have signed this letter, that's important to pay attention to."

If any researchers are still interested in signing the letter, Dr. Hoicka says that they are still taking additional names and to contact any of the top eight signatories to get on the list.

Haley Alcock is the editor of the CMOS Bulletin. They hold a masters of science in micrometeorology from McGill University. Haley splits their time between doing climate science, communicating science, organic farming and working towards climate justice.

Dr. Christina Hoicka is an associate professor at the University of Victoria and a Canada Research Chair in for urban planning and climate change. She has degrees in engineering, environmental studies and geography, and she combines these perspectives into both teaching and research. Her current areas of focus are to combine the fields of energy geography and sustainability transitions in order to investigate the

actions of communities and the demand-side (households, firms, organizations) in mitigating climate change.

Pourquoi plus de 400 universitaires ont écrit à la ministre des Finances

WRITTEN BY CMOS BULLETIN SCMO ON JANUARY 28, 2022. POSTED IN CLIMAT, QUOI DE NEUF.

– Par Haley Alcock à la suite d'un entretien avec Christina Hoicka, Ph.D. –

Le 19 janvier 2022, dans une lettre ouverte adressée à la ministre des Finances Chrystia Freeland, plus de 400 universitaires et chercheurs ont demandé avec instance au gouvernement fédéral de ne pas introduire un projet de crédit d'impôt pour la capture, l'utilisation et le stockage du carbone (CUSC). Insistant sur le fait que le crédit d'impôt constituerait une nouvelle subvention pour les combustibles fossiles, ces universitaires ont clairement indiqué que la recherche et la science ont un rôle important à jouer en signalant les divergences dans les nuances de la politique climatique gouvernementale. Les connaissances des chercheurs qui leur permettent de voir des disparités que les non-chercheurs ne voient peut-être pas, sont exactement la raison pour laquelle Mme Christina Hoicka et ses sept co-auteurs ont décidé de rédiger cette lettre.

Grâce à ses recherches, Mme Hoicka sait que les énergies renouvelables sont devenues l'option énergétique la moins chère, même par rapport au charbon. Qui plus est, il existe déjà des technologies prêtes à être commercialisées, comme les éoliennes, les panneaux solaires et les outils d'efficacité énergétique, qui se sont avérées évolutives pour nous permettre d'atteindre les objectifs d'émissions de 2030. Sa préoccupation et la raison pour laquelle elle a écrit à la ministre Freeland est qu'au lieu d'axer leurs efforts sur ce que la recherche montre que nous devons faire, les gouvernements se concentrent sur des technologies comme le CUSC qui ne sont pas nécessairement prêtes pour le marché et dont il n'est pas prouvé qu'elles puissent nous permettre d'atteindre les objectifs de 2030.

Son autre préoccupation est que si cette proposition de subvention fiscale est utilisée pour des projets de récupération du pétrole, elle constituerait en fin de compte un programme de subvention des combustibles fossiles. Elle rendrait peut-être la production de combustibles fossiles plus efficace, mais elle subventionnerait en fin de compte la production et l'utilisation prolongées d'un produit dont nous savons que nous ne pouvons plus continuer à l'utiliser. Selon Mme Hoicka, au lieu de se concentrer sur les changements que des recherches comme les siennes montrent qu'il faut opérer, des politiques comme celle-ci peuvent détourner l'attention des véritables solutions.

Les changements climatiques sont un problème majeur de notre époque qui touchent presque tous les aspects de la société. Il s'agit aussi d'un problème extrêmement urgent. C'est, selon Mme Hoicka, la raison pour laquelle la lettre a acquis une telle popularité parmi les chercheurs d'un large éventail de disciplines. Les chercheurs peuvent avoir un rôle important à jouer en mettant en avant les meilleures preuves, en soulignant les disparités, en remettant en question les décisions et en faisant pression sur les décideurs pour qu'ils appliquent des politiques fondées sur des preuves. L'inquiétude croissante que suscite le processus décisionnel en matière de climat, en plus des préoccupations professionnelles, incite de plus en plus d'universitaires à s'exprimer dans la sphère publique.

Pour Mme Hoicka, la réussite de cette lettre est que nous continuons à avoir des conversations difficiles sur les changements sociétaux que nous devons opérer. Cette lettre a suscité une grande prise de conscience, ce dont Mme Hoicka se réjouit. Comme elle le dit, « il peut être difficile de mettre les universitaires d'accord sur certaines choses. Alors, quand vous regardez quelque chose comme le GIEC ou le fait que plus de 400 universitaires et plus ont signé cette lettre, c'est important d'y prêter attention. »

***Haley Alcock** is the editor of the CMOS Bulletin. They hold a masters of science in micrometeorology from McGill University. Haley splits their time between doing climate science, communicating science, organic farming and working towards climate justice.*

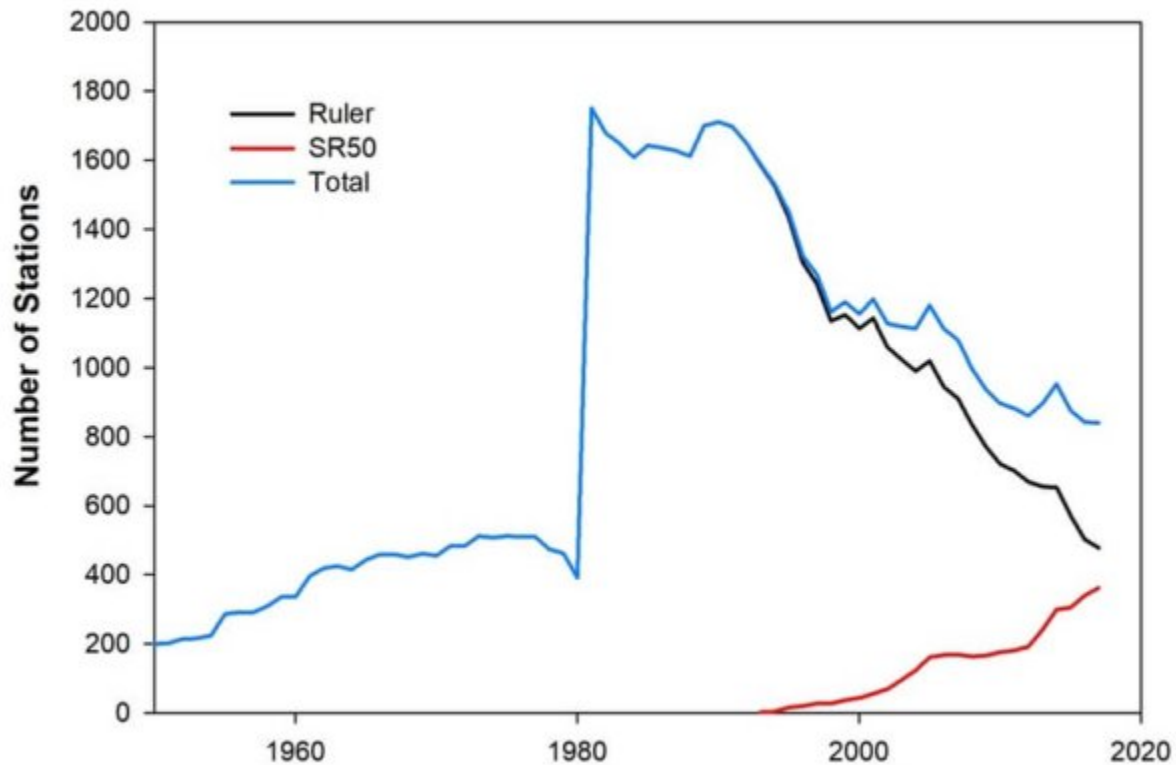
***Dr. Christina Hoicka** is an associate professor at the University of Victoria and a Canada Research Chair in for urban planning and climate change. She has degrees in engineering, environmental studies and geography, and she combines these perspectives into both teaching and research. Her current areas of focus are to combine the fields of energy geography and sustainability transitions in order to investigate the actions of communities and the demand-side (households, firms, organizations) in mitigating climate change.*

Declining numbers of stations and automation of surface snow depth observations pose important challenges for applications requiring long term consistent surface snow depth information over Canada

WRITTEN BY [CMOS BULLETIN SCMO](#) ON FEBRUARY 14, 2022. POSTED IN [CLIMATE](#), [WEATHER](#), [WHAT'S CURRENT](#).

– By Ross D. Brown –

Environment and Climate Change Canada's (ECCC) snow depth observing stations represent the primary surface snow depth observing network in Canada, providing real-time input on surface snow cover conditions that contributes to increased skill and reduced air temperature biases in forecast models. The archived data also have important downstream applications such as estimation of design ground snow loads analysis of snow cover impacts on ground heat transfer and permafrost, and assessment of variability and change in Canadian snow cover. These applications require long-term, consistent information on snow depth variations over time. However, this requirement is challenged by two phenomena: first, a rapid decline of approximately 50% in the number of sites measuring daily snow depth since 1995; second, an ongoing shift from manual to automated snow depth observations that represents a fundamental change in the way snow depth observations are made. Currently, about 50% of the total observing network uses an ultrasonic ranging sensor ('SR50'), including more than 80% of the network above 55°N. Figure 1 shows the historical evolution of the number of stations in the network by measurement method.



Fig

ure 1: Historical variation in the number of observing stations in the ECCC surface snow depth observing network by observing method (ruler=manual, SR50=sonic sensor). From Brown et al. (2021).

To provide some context for Figure 1, regular daily ruler measurements of snow depth began in 1941 at principal observing stations with spatial coverage mainly confined to southern Canada until the mid-1950s when the synoptic station network expanded into the Arctic. Prior to 1941, snow depth observations were typically only made at the end of the month and at a relatively small number of sites. For the weather trivia buffs, the earliest recorded snow depth observation in the ECCC historical archives was made at Chaplin, Saskatchewan, in 1883. The manual observing network underwent a major expansion after 1980 when daily snow depth observations were initiated at volunteer climate stations, with a peak of over 1600 active stations during the 1981-1994 period. The protocol for manual ruler observations has remained essentially unchanged since 1941, with observers instructed to record the average of a series of measurements avoiding snowdrifts. Allowing the manual observer to select the number and location of measurement points introduces some subjectivity, but the averaging of these measurements helps capture the ‘typical’ local conditions.

The mid-1990s saw the start of a major effort to automate the ECCC surface observing network in response to declining budgets and network modernization: automation offers the potential for increasing network coverage in data-sparse areas and for providing

potential all-weather quantitative data for time intervals of one hour or less to meet World Meteorological Organization requirements. The snow depth measurement sensor used in ECCC automated weather stations is based on a prototype developed by Dr. Barry Goodison of the Hydrometeorology Division of the Canadian Climate Centre in the early 1980s. The inspiration for the sensor came from a commercially available ultrasonic ranging kit from Polaroid Corporation that used the travel time of an acoustic signal from a reflecting surface to estimate the distance to the surface. The sensor went through several iterations during the late 1980s and early 1990s and officially went into service for ECCC in 1993 as the Campbell Scientific Sonic Ranger SR50, updated in 2007 to the more compact SR50A. Figure 2 shows a typical SR50 sonic sensor configuration above a fixed artificial target. The artificial target prevents the growth of vegetation under the sensor and provides a stable flat surface for reflecting the sonic pulse when there is little or no snow under the sensor. Various evaluations have demonstrated the sensor measures snow depth (directly under the sensor) with an error of less than 2 cm. However, the sensor can be unreliable during heavy snowfall or blowing snow events when the acoustic signal is obscured.

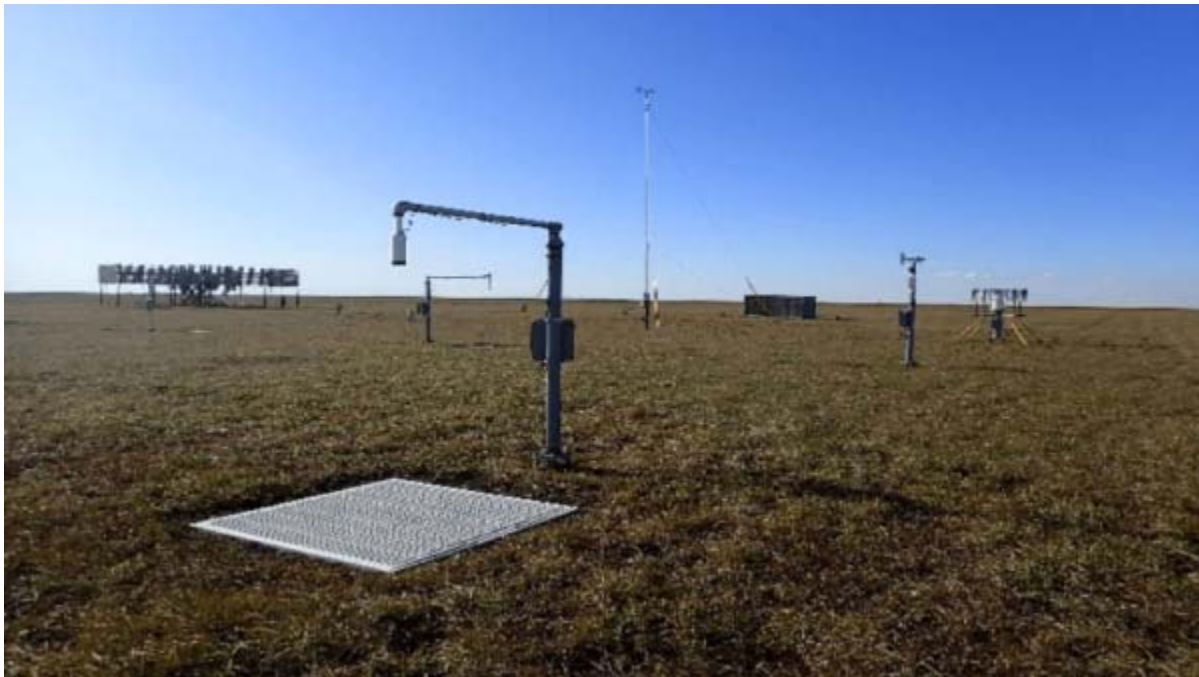
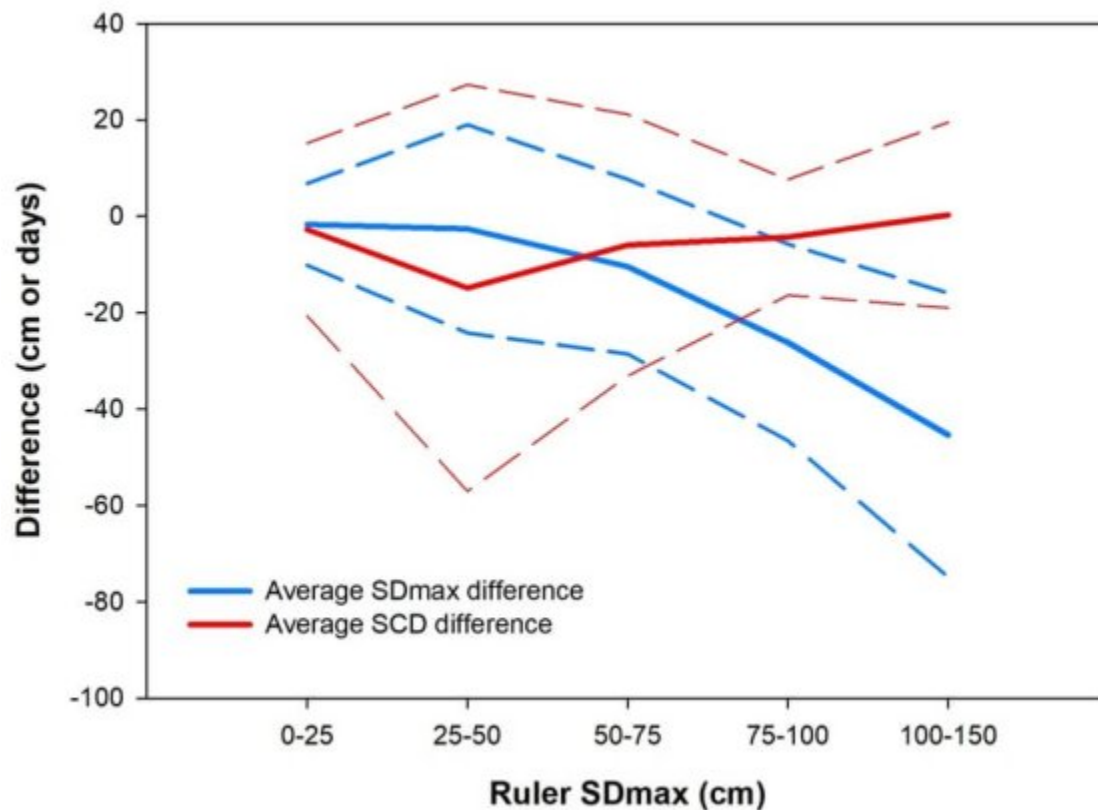


Figure 2: SR50 sonic sensor configuration at Bratt's Lake, Saskatchewan. The plastic surface targets under the sensors were typically installed after about 2010 to avoid false snow depth values from growing vegetation. From Brown et al. (2021).

The key difference between manual and SR50 observations is that the latter is made at a single fixed point, while the former includes some attempt at spatial averaging by the observer. The two methods should give similar results where the snow cover is relatively homogenous, but this is rarely the case in windy environments, such as the Arctic and Prairies where the snowpack is shallow and subject to frequent drifting and scouring. In these environments, acoustic sensors are faced with a sampling problem (how can a single point observation be considered "representative"?), plus issues with

unreliable readings during blowing snow conditions. In the early 2000s ECCC attempted to address the sampling issue with the implementation of three closely-distributed SR50 sensors, which is the current standard at all ECCC autostations. However, the process of how to operationally combine the information from the three sensors has not yet been defined, and only data from one arbitrarily chosen sensor is currently reported. A comparison of manual ruler observations with nearby autostations equipped with SR50 sensors by [Brown et al. \(2021\)](#) showed that sonic sensors observed similar numbers of days with snow on the ground, but systematically underestimated manually reported snow depths, with the amount of the underestimation increasing with depth (Fig. 3). The systematic difference between the two measurement methods was taken into account by [Brown et al. \(2021\)](#) in an updated assessment of surface snow cover trends in Canada. The datasets developed for this analysis including quality controlled historical daily snow depth station series can be accessed via the link [here](#).



Fig

ure 3: Average difference (SR50 minus ruler) in annual maximum snow depth (SDmax) and annual snow cover duration (SCD) between 92 closely located ruler and SR50 locations as a function of ruler observed SDmax. The dashed lines are ± 1 standard deviation. From [Brown et al. \(2021\)](#).

Having spent several decades working with and agonizing over ECCC's snow depth data, here are several recommendations that would greatly help ECCC better meet the needs of users who need consistent, long-term, reliable snow depth data. First, an

urgent effort is needed to improve the quality of the sonic sensor data archived by ECCC. Fully utilizing the triple sensor configuration is an important first step (i.e. archiving and making available the hourly observations from all three sensors), along with ensuring that the siting of the three sensors is optimized to provide representative estimates of the snow depth in the vicinity of the observing site. This is especially important in exposed, windy environments with strong spatial variability in snow distribution. Second, more effort is needed to carry out quality control of the observations included in the ECCC climate archive; this includes additional data consistency checks (the observations from the three sensors would greatly facilitate this process) and the archiving of key metadata, such as measurement method history, along with the data so that users are aware of the nature of the measurements they are working with. Third, site information should be readily available including photos showing the location of the sensors under a variety of snow cover conditions. Finally, there is a need to identify (and protect) stations with long-term, consistent manual snow depth measurements. These stations, of which there are currently less than 100, represent the reference for documenting the snow depth response to climate change, and their importance for this and other needs cannot be overstated.

Note: the link to the snow data provided in the published paper [Brown et al. \(2021\)](#) has been replaced by the link provided [here](#). Apologies for any inconvenience this may have caused. A big thank you to Colleen Mortimer of the Climate Processes Section of ECCC for organizing this.

Ross Brown worked on snow-related research at Environment and Climate Change Canada for more than 25 years, and published as lead and co-author more than 60 peer-reviewed articles. A particular interest was using multiple sources of snow cover information to obtain new insights into snow cover variability and change, and the associated uncertainty. Ross was a contributing author to the IPCC 2nd to 5th assessment reports from 1995 to 2013. Ross retired from ECCC in March 2018.

#

La diminution du nombre de stations et l'automatisation des observations de l'épaisseur de la neige en surface posent des défis importants pour les applications nécessitant des données cohérentes à long terme sur l'épaisseur de la neige en surface au Canada.

WRITTEN BY CMOS BULLETIN SCMO ON FEBRUARY 14, 2022. POSTED IN CLIMAT, MÉTÉO, QUOI DE NEUF.

– Par Ross Brown –

Les stations d'observation de l'épaisseur de la neige d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) représentent le principal réseau d'observation de l'épaisseur de la neige en surface au Canada, fournissant des données météorologiques et climatologiques cruciales. En revanche, l'acquisition cohérente à long terme des variations de l'épaisseur de la neige est mise au défi par deux phénomènes : premièrement, une diminution rapide d'environ 50 % du nombre de sites mesurant quotidiennement l'épaisseur de la neige depuis 1995; deuxièmement, un passage continu des observations manuelles à des observations automatisées de l'épaisseur de la neige qui représente un changement fondamental dans la façon dont les observations de l'épaisseur de la neige sont effectuées.

Les mesures manuelles quotidiennes de la neige avec une règle représentaient la méthode standard pour mesurer l'épaisseur de la neige par ECCC de 1941 à 1994. Le Campbell Scientific Sonic Ranger SR50 a été officiellement mis en service pour ECCC en 1993. La principale différence entre les observations manuelles et celles du SR50 est que ces dernières sont effectuées en un seul point fixe, tandis que les premières

incluent une tentative de moyenne spatiale par l'observateur. Les deux méthodes devraient produire des résultats similaires lorsque la couverture neigeuse est relativement homogène, mais c'est rarement le cas dans les environnements venteux, comme l'Arctique et les Prairies, où le manteau neigeux est peu profond et sujet à de fréquentes dérives et affouillements.

Au début des années 2000, ECCC a tenté de résoudre le problème de l'échantillonnage en mettant en place trois capteurs SR50 étroitement répartis, ce qui est la norme actuelle dans toutes les auto-stations d'ECCC. Par contre, le processus de combinaison opérationnelle des informations provenant des trois capteurs n'a pas encore été défini, et seules les données d'un capteur choisi arbitrairement sont actuellement signalées. Une comparaison entre des observations manuelles à la règle et des auto-stations voisines équipées de capteurs SR50 par Brown et coll. (2021) a montré que les capteurs soniques ont observé un nombre similaire de jours avec de la neige au sol, mais ont systématiquement sous-estimé les épaisseurs de neige rapportées manuellement, l'ampleur de la sous-estimation augmentant avec la profondeur. La différence systématique entre les deux méthodes de mesure a été prise en compte par Brown et coll. (2021) dans une évaluation actualisée des tendances de la couverture neigeuse de surface au Canada. Les ensembles de données élaborés pour cette analyse, y compris les séries de stations d'épaisseur de neige quotidiennes historiques à qualité contrôlée, sont accessibles via le lien fourni dans la citation.

Après avoir passé plusieurs décennies à travailler avec les données d'épaisseur de neige d'ECCC et à se tourmenter à leur sujet, voici plusieurs recommandations qui aideraient grandement ECCC à mieux répondre aux besoins des utilisateurs qui ont besoin de données d'épaisseur de neige cohérentes, à long terme et fiables. Premièrement, un effort urgent s'impose pour améliorer la qualité des données du capteur sonique archivées par ECCC. Deuxièmement, des efforts supplémentaires sont nécessaires pour effectuer un contrôle de qualité des observations incluses dans les archives climatiques d'ECCC. Troisièmement, les données sur les sites devraient être facilement accessibles, y compris les photos montrant l'emplacement des capteurs dans diverses conditions de couverture neigeuse. Enfin, il est nécessaire de déterminer (et de protéger) les stations ayant des mesures manuelles de l'épaisseur de neige cohérentes et à long terme. Ces stations, dont le nombre est actuellement inférieur à 100, constituent la référence pour documenter la réponse de l'épaisseur de la neige au changement climatique, et leur importance pour ce besoin et d'autres ne peut être surestimée.

#

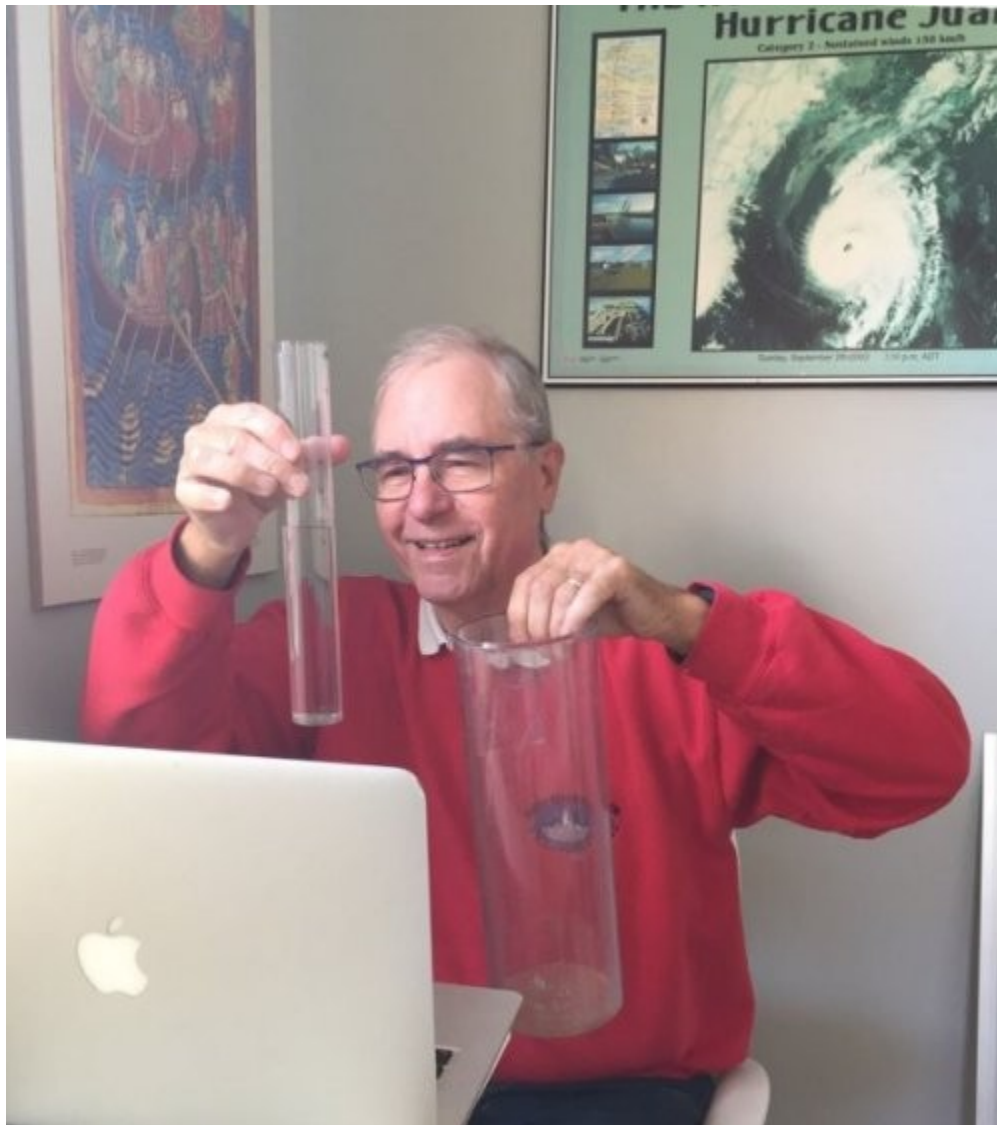
First-ever Weather and Water Project WET Workshop

WRITTEN BY CMOS BULLETIN SCMO ON FEBRUARY 23, 2022. POSTED
IN OTHER, WEATHER, WHAT'S CURRENT.

– By CWRA Project WET Canada –

The first joint CWRA Project WET Canada and Canadian Meteorological and Oceanographic Society (CMOS) activity was a one-day workshop cohosted for the Association of Science Teachers Conference in Halifax in October 2021. The Project WET 2.0 workshop was led by Lizabeth Nicholls and Maxine Koskie from CWRA Project WET with involvement from three CMOS National Executive and Council members who live in Halifax: Jim Abraham, Serge Desjardins, and Aldona Wiacek.

The workshop comprised a number of activities related to weather and water. Jim Abraham introduced the teachers to the CoCoRaHS Citizen Science program opportunities for schools. The CMOS participants led several breakout sessions related to the impact of weather and climate extremes on daily life, and an open session: “Ask a Scientist”.



Jim demonstrating how rainfall measurements are taken. Photo courtesy of Jim Abraham.

The water activities led by Lizabeth and Maxine introduced the science teachers to the Earth's surface water, the hydrologic cycle, total water quantity and potability of available freshwater sources on the planet, water stewardship, and the properties of cohesion and adhesion of water. There was also an opportunity to experience the "Rainstick" activity and the related activity "Thunderstorm". During the workshop, the teachers were oriented to the features of the Project WET 2.0 Educator Guide and the many free supplementary resources on the CWRA Project WET webpages.

Sixteen Nova Scotia science teachers of the twenty-one who registered were certified during this virtual workshop. Together, they have the potential to reach over 1,300 Pre-K – Grade 12 students. One of the participants summarized the experience as "I am so excited to introduce some of these activities to my grade 8 students. The activities are

very inclusive and allow for a variety of conversations depending on the set goal for the activity”.

The CWRA Project WET Canada and CMOS workshop was conducted as the first jointly planned activity under an arrangement that will bring weather, climate, and water resources to educators in Canada. The Canadian Meteorological and Oceanographic Society and CWRA have developed a Letter of Collaboration to deliver weather, climate, and water-related Project WET activities. Jim noted that “The newly released Project WET initiative on Climate, Water and Resilience is a perfect opportunity for CMOS and CWRA to work together, given the importance of climate change and the need for teachers to possess the tools and knowledge to engage students as active and informed members of society”.

Sponsors

The Association of Science Teachers coordinated the conference and gave CWRA Project WET the prime placement on the agenda, in addition to coordinating communications with the registrants. Nova Scotia Environment donated the Project WET 2.0 Educator Guides for the workshop. CMOS handled the distribution of the Educator Guides to the teachers who received certification. CWRA Project WET Canada acknowledges major funding for the workshop from the National Science and Engineering Research Council (NSERC) through their PromoScience Program.

Reprinted with permission from Water News, Canadian Water Resources Association.

The Canadian Water Resources Association (CWRA) is a national registered charity comprised of members from the public, private and academic sectors who are committed to promoting responsible, innovative and effective water resources management. Formed in 1947 as the Western Canada Reclamation Association, CWRA is the only national organization addressing all water resources issues across all regions of Canada. We offer a range of services and programs focused on professional development, providing expertise and advice, education, and collaboration.

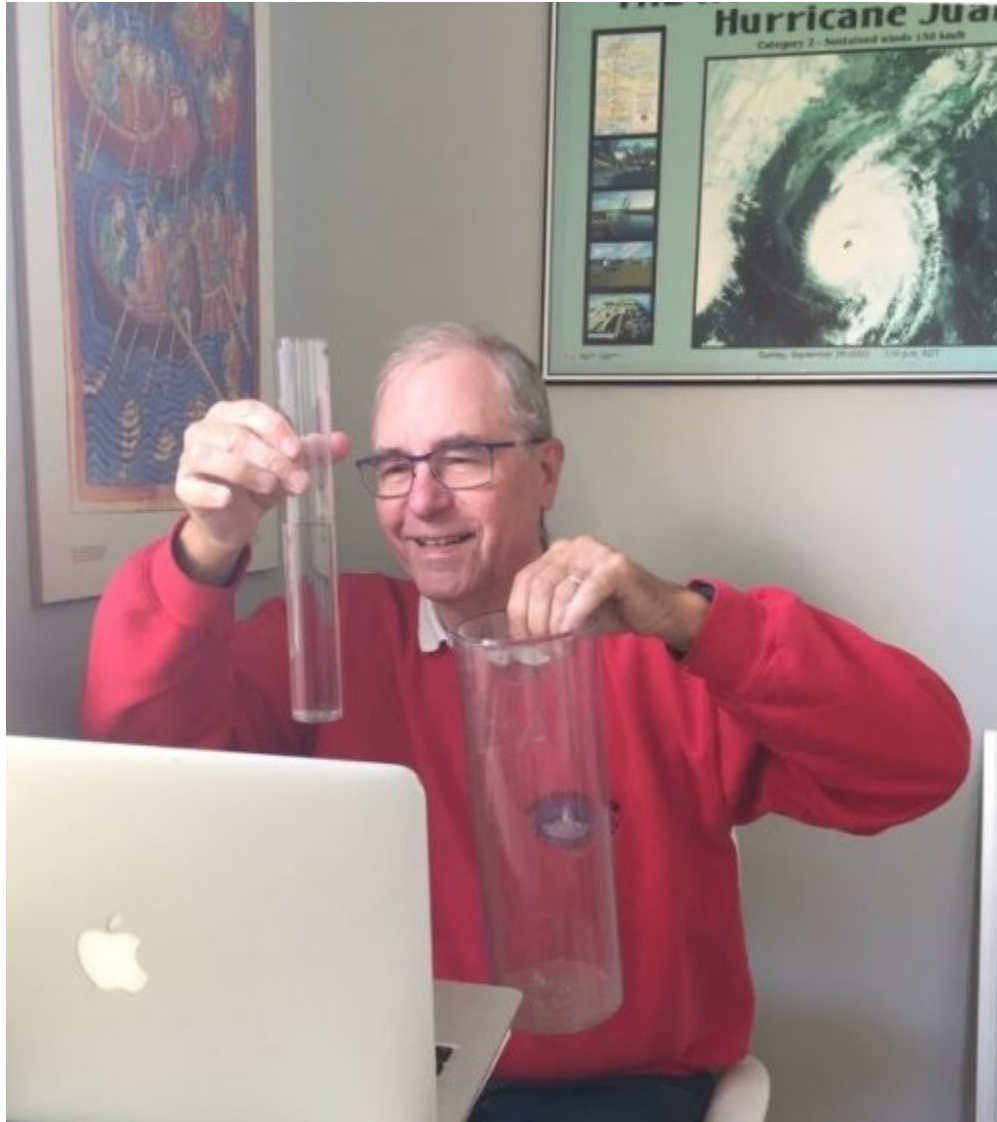
Tout premier atelier Projet WET sur l'eau et la météo

WRITTEN BY CMOS BULLETIN SCMO ON FEBRUARY 23, 2022. POSTED
IN AUTRES, MÉTÉO, QUOI DE NEUF.

– Par Project WET Canada de l'ACRH –

La première activité conjointe entre Projet WET Canada de l'ACRH et la Société canadienne de météorologie et d'océanographie (SCMO) a pris la forme d'un atelier d'une journée à la conférence de l'Association of Science Teachers à Halifax en octobre 2021. L'organisation et la coanimation du volet Project WET 2.0 ont été assurées par Lizabeth Nicholls et Maxine Koskie de Projet WET de l'ACRH en collaboration avec trois membres du conseil exécutif national de la SCMO demeurant à Halifax soit Jim Abraham, Serge Desjardins et Aldona Wiacek.

L'atelier comprenait une diversité d'activités relatives à l'eau et à la météorologie. Jim Abraham a initié les enseignant(e)s à la pertinence du programme de science citoyenne CoCoRaHS pour les écoles. Les représentant(e)s de la SCMO ont mené diverses sessions en sous-groupes en lien avec l'impact de la météo et des extrêmes climatiques sur la vie quotidienne, ainsi qu'une session ouverte : "Ask a Scientist".



Jim démontrant comment les mesures des précipitations sont effectuées. Photo reproduite avec l'aimable autorisation de Jim Abraham.

Les activités relatives à l'eau animées par Lizabeth et Maxine ont présenté aux enseignant(e)s en sciences les sujets de l'eau de surface sur Terre, du cycle de l'eau, du rapport entre la quantité d'eau totale sur la planète et la fraction disponible et potable, de la gouvernance de l'eau et des propriétés de cohésion et d'adhésion des molécules d'eau. Les enseignant(e) ont également eu l'opportunité de vivre l'activité « Bâton de pluie » et l'activité connexe « L'orage ». Durant l'atelier, les enseignant(e)s ont été guidé(e)s à travers les différents aspects du Guide des éducateurs et éducatrices Project WET 2.0 et les nombreuses ressources complémentaires gratuites disponibles sur le site internet de Projet WET de l'ACRH.

Seize des vingt-deux enseignant(e)s en sciences de la Nouvelle-Écosse inscrit(e)s à l'atelier virtuel ont été certifié(e)s au cours de la journée. Ensemble, ils et elles ont le potentiel de rejoindre plus de 1300 élèves de la prématernelle à la 12e année. Une

participante a résumé son expérience en disant : « Je suis tellement excitée d'introduire certaines de ces activités à mes élèves de 8e année. Les activités sont très inclusives et permettent d'aborder une diversité de discussions en fonction des objectifs de l'activité » (traduction libre de l'anglais).

Cet atelier conjoint de Projet WET Canada de l'ACRH et de la SCMO est une première activité commune sous un accord visant à rendre accessibles aux enseignant(e)s du Canada des ressources éducatives sur la météo, le climat et la ressource en eau. La SCMO et l'ACRH ont développé une Entente de collaboration pour offrir des activités sur la météo, le climat et les activités de Projet WET. Jim souligne que « le récent lancement de l'initiative de Projet WET sur le climat, l'eau et la résilience est une opportunité en or pour la SCMO et l'ACRH de travailler ensemble, considérant l'importance des changements climatiques et le besoin des enseignant(e)s d'avoir les outils et les connaissances pour impliquer les jeunes et en faire des membres informés et actifs de la société » (traduction libre de l'anglais).

Commanditaires

L'Association of Science Teachers a coordonné l'événement et offert une place de choix au Projet WET de l'ACRH dans la programmation, en plus de coordonner les communications auprès des participant(e)s inscrit(e)s. Nova Scotia Environment a donné sans frais les guides des éducateurs et éducatrices Project WET 2.0 aux participant(e)s certifié(e)s. La SCMO a assuré la distribution de ces guides auprès des personnes concernées. Projet WET Canada de l'ACRH souligne l'importante contribution financière du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) à travers son programme PromoScience.

Reproduit avec la permission de Water News, Association canadienne des ressources hydriques.

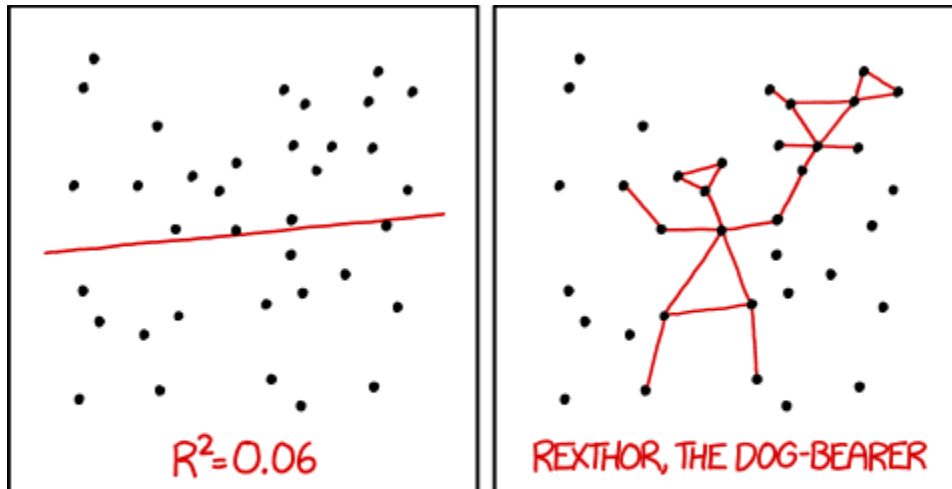
L'Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) est un organisme à but non lucratif d'envergure nationale qui regroupe des professionnels des secteurs public, privé et universitaire ayant à cœur la promotion d'une gestion responsable, innovatrice et efficace des ressources en eau. Formée en 1947 sous l'appellation Western Canada Reclamation Association, l'ACRH est la seule organisation nationale qui s'attaque aux enjeux liés à l'eau à l'échelle nationale. Nous offrons un éventail de services et de programmes axés sur le perfectionnement professionnel, l'appui-conseil, l'éducation et la collaboration.

Nonlinear measurements might be expected to confound, but do they belong in a statistical model hierarchy?

WRITTEN BY [CMOS BULLETIN SCMO](#) ON MAY 23, 2022. POSTED IN [OTHER](#), [WHAT'S CURRENT](#).

– By Rick Danielson Jr –

A statistician and physicist were discussing an experiment over a pot of tea, when this hypothetical exchange occurred: “I know we are working in the right units, but do you think that some of our measurements are nonlinear?” Puzzled, the physicist took a sip before responding, “Are you saying that individual measurements could be nonlinear? Is that a thing?” The statistician also paused to take a sip, “Well, [Kruskal \(1988\)](#) wrote about [Mahalanobis \(1947\)](#) using rulers with nonlinear increments. They were worried about people making correlated errors, but I guess that doesn’t apply to our instruments.” “No,” the physicist agreed, “not if we’re talking about repeated errors,” and the statistician added, “We do check our instruments.” Then the two finished each other’s thoughts again, “But if we were completely familiar with this experiment...” “...we wouldn’t be doing it!”



I DON'T TRUST LINEAR REGRESSIONS WHEN IT'S HARDER
TO GUESS THE DIRECTION OF THE CORRELATION FROM THE
SCATTER PLOT THAN TO FIND NEW CONSTELLATIONS ON IT.

Image from [xkcd](#)

One purpose of this hypothetical exchange is to acknowledge that nonlinear measurements are unfamiliar. However, this exchange also illustrates a kind of model hierarchy. First, there is confirmation that a new idea exists (“is that a thing?”), then a decision about whether the idea is relevant (“No.”), and finally, an allowance of the unknown. In a sense, measures and models of the experiment are provided, respectively, by the statistician and physicist in different parts of the exchange. Together, they infer what actions to take if any. Perhaps the only notable thing is that this happens in just a few words.

Our other purpose is to question whether an admittedly ill-defined notion of nonlinear measurement might fit within a statistical model hierarchy. In addressing a wide audience, [Salsburg \(2017\)](#) emphasizes that the central tenant of statistical inquiry is that measurements = truth + error. In other words, measurements are linearly related to truth. Does this imply that our ruler has linear increments, or that we are using the most appropriate unit already? Instead, measurements that are taken to be equal to linear + nonlinear + unassociated, would seem to confound the central tenant, at least if truth = linear and error = unassociated. This is because the nonlinear part fits in neither category. While that might sound critical, what about our hypothetical exchange, which results in a conditional agreement to modify the experiment, but no action based on what is unknown or unfamiliar?

Perhaps we need to consider the central tenant as part of a hierarchy of models of varying complexity and familiarity. Such an idea is not exactly novel in biology and geophysics. Our hypothetical exchange can be offered as another accessible analogy. In other words, the decision to act is based the central tenant (a truth + error model), but the conversation certainly doesn't end there. And nor should it end here. For instance, [Mahalanobis \(1947\)](#) predicts that as measurements become more precise, systematic bias should be easier to detect. It would be interesting to see if this

prediction has held over the years since it was made, with ongoing advances in metrology, climate measurements, and their units.

Mahalanobis, P. C., 1947: Summary of a lecture on the combination of data from tests conducted at different laboratories (reported by J. Tucker Jr.). Amer. Soc. Test. Materials Bulletin, 144, 64–66.

This article was co-published with COSN and the SSC Liaison newsletter

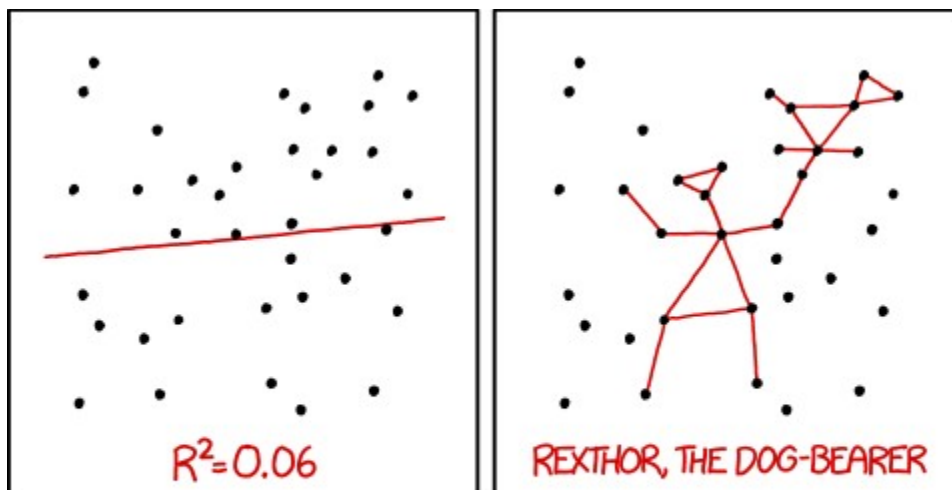
Rick Danielson is currently a research scientist at the Bedford Institute of Oceanography, where he explores different measures of the marine and freshwater interface (mainly using Radarsat and WRFHydro). He was fairly consistently challenged by measurement modeling during four years at the Nansen Center in Bergen (Norway), two years each as a visiting scientist at the National Hurricane Center in Miami, and as a physical scientist at ECCO in Dorval and Halifax. Formative years were spent as a postdoc at Dalhousie University (with some enjoyable times in the local CMOS Centre) and as a grad student at McGill.

On pourrait s'attendre à ce que les mesures non linéaires soient confondues, mais ont-elles une place dans une hiérarchie de modèles statistiques

WRITTEN BY CMOS BULLETIN SCMO ON MAY 23, 2022. POSTED IN AUTRES, QUOI DE NEUF.

– Par Rick Danielson Jr –

Un statisticien et un physicien discutaient d'une expérience autour d'une thèse, lorsque cet échange hypothétique eut lieu : « Je sais que nous travaillons dans les bonnes unités, mais pensez-vous que certaines de nos mesures sont non linéaires? » Perplexe, le physicien prend une gorgée avant de répondre : « Vous voulez dire que des mesures individuelles pourraient être non linéaires? Est-ce que ça existe? » Le statisticien s'est aussi arrêté pour prendre une gorgée : « Eh bien, Kruskal (1988) a écrit sur Mahalanobis (1947) qui utilisait des règles avec des incréments non linéaires. Ils s'inquiétaient de voir les gens faire des erreurs corrélées, mais je suppose que cela ne s'applique pas à nos instruments. » « Non », a convenu le physicien, « pas si nous parlons d'erreurs répétées », et le statisticien a ajouté, « Nous vérifions nos instruments ». Puis les deux terminent à nouveau leurs pensées respectives : « Mais si nous connaissions parfaitement cette expérience... » « ...nous ne la ferions pas! »



I DON'T TRUST LINEAR REGRESSIONS WHEN IT'S HARDER
TO GUESS THE DIRECTION OF THE CORRELATION FROM THE
SCATTER PLOT THAN TO FIND NEW CONSTELLATIONS ON IT.

Image de [xkcd](#)

L'un des buts de cet échange hypothétique est de reconnaître que les mesures non linéaires ne sont pas familières. Cependant, cet échange illustre aussi une sorte de hiérarchie de modèles. Il y a d'abord la confirmation de l'existence d'une nouvelle idée (« est-ce que ça existe? »), puis une décision sur la pertinence de l'idée (« non »), et enfin, une prise en compte de l'inconnu. En un sens, les mesures et les modèles de l'expérience sont fournis, respectivement, par le statisticien et le physicien à différents moments de l'échange. Ensemble, ils en déduisent les actions à entreprendre, le cas échéant. La seule chose notable est peut-être que cela se passe en quelques mots seulement.

L'autre objectif est de se demander si cette notion obscure, de mesure non linéaire, peut s'intégrer dans une hiérarchie de modèles statistiques. En s'adressant à un large public, [Salsburg \(2017\)](#) souligne que le principe central de l'enquête statistique est que les mesures = vérité + erreur. Autrement dit, les mesures sont linéairement liées à la vérité. Cela implique-t-il que notre règle a des incréments linéaires, ou que nous utilisons déjà l'unité la plus appropriée? Au contraire, les mesures qui sont considérées comme étant égales à linéaire + non linéaire + non associé, semblent confondre le principe central, du moins si la vérité = linéaire et l'erreur = non associé. En effet, la partie non linéaire n'entre dans aucune des deux catégories. Bien que cela puisse sembler critique, qu'en est-il de notre échange hypothétique, qui aboutit à un accord conditionnel pour modifier l'expérience, mais aucune action basée sur ce qui est inconnu ou non familier?

Peut-être devons-nous considérer le locataire central comme faisant partie d'une hiérarchie de modèles de complexité et de familiarité variables. Une telle idée n'est pas complètement nouvelle; elle apparaît dans la littérature géophysique. Notre échange hypothétique peut être proposé comme une autre analogie accessible. En d'autres

mots, la décision d'agir repose sur le principe central (un modèle de vérité + erreur), mais la conversation ne s'arrête pas là. Par exemple, Mahalanobis (1947) prédit qu'à mesure que les mesures deviennent plus précises, le biais systématique devrait être plus facile à détecter. Il serait intéressant de voir si cette prédiction s'est vérifiée depuis qu'elle a été faite, avec les progrès constants de la métrologie, des mesures climatiques et de leurs unités.

Mahalanobis, P. C., 1947: Summary of a lecture on the combination of data from tests conducted at different laboratories (reported by J. Tucker Jr.). Amer. Soc. Test. Materials Bulletin, 144, 64–66.

Cet article a été co-publié avec le COSN et le bulletin SSC Liaison.

Rick Danielson est actuellement chercheur à l'Institut océanographique de Bedford, où il explore différentes mesures de l'interface entre le milieu marin et l'eau douce (principalement à l'aide de Radarsat et de WRFHydro). Il a été assez régulièrement mis au défi par la modélisation des mesures pendant quatre ans au Nansen Center de Bergen (Norvège), deux ans chacun en tant que chercheur invité au National Hurricane Center de Miami, et en tant que scientifique physique au CCCE de Dorval et Halifax. Les années de formation ont été passées en tant que post-doc à l'Université Dalhousie (avec quelques moments agréables au centre local de la SCMO) et en tant qu'étudiant diplômé à McGill.

Peatlands at COP26

WRITTEN BY CMOS BULLETIN SCMO ON APRIL 29, 2022. POSTED
IN CLIMATE, WHAT'S CURRENT.

– By Lorna Harris –

Our planet is warming, and this will have profound impacts on ecosystems and the species that depend on them, including us. This was one of the main messages of the new IPCC report, published in February 2022. The risk to high-carbon ecosystems and the potential amplification of global warming resulting from the release of greenhouse gases (GHG) from these ecosystems was highlighted, particularly for peatlands. Peatlands cover only 3% of the Earth's surface but are one of the largest terrestrial carbon stores on the planet, with around 25 to 30% of the global soil carbon stored as partially decayed organic matter in deep peat soils. Protecting and maintaining the peatland carbon sink and the stability of stored carbon is internationally recognised as an essential action to help mitigate global climate change.

The need to protect mostly intact peatlands across Canada for both the climate and biodiversity crises was one of the key messages presented at COP26 by Dr Constance O'Connor and Dr Justina Ray from the Wildlife Conservation Society (WCS) Canada, Dr Lorna Harris from the University of Alberta and WCS Canada, and Vern Cheechoo from Mushkegowuk Council. They shared the findings of a collaborative paper by Dr Lorna Harris and peatland researchers from across Canada, published in *Frontiers in Ecology and the Environment*. One-quarter of the world's peatlands are in Canada (Map), yet only ~10% are within protected areas and there are very few policies to protect peatlands from economic development and infrastructure. The paper describes the science and policy instruments and tools needed to protect these vast peatland carbon stores, as once lost through land conversion, the carbon is "irrecoverable" in that it cannot be recovered by 2050, as required for net-zero global emissions.



Map – Peatlands across Canada and the Hudson Bay Lowland

At the COP26 event, the team highlighted the Hudson Bay Lowlands (photo) – one of the largest remaining intact peatland complexes in the world that stores around 30 to 35 billion tonnes of carbon, which is close to three years of annual global GHG emissions and around 175 years of Canada’s current annual GHG emissions. Dr Harris described the threats to peatlands across Canada, including mining and infrastructure development in the Hudson Bay Lowland, and Dr Ray highlighted the particular risk of increased interest in the extraction of ‘critical minerals’ in this region, mainly in the so-called ‘Ring of Fire’ development. Vern Cheechoo described the importance of the Hudson Bay Lowlands as a homeland for Indigenous Peoples and shared the knowledge and insight of First Nations living in the region of the impacts of global climate warming and environmental change on the connected forests, peatlands, and rivers. Vern highlighted the relationship of Indigenous People to the land and waters of the region, and the important connection to the land – “that we are the land, we are the animals, we are the environment, and therefore whatever we are doing to the land, to the territory, we are doing to ourselves.”



Photo - Peatlands in the Hudson Bay Lowlands (photo credit: Lorna Harris)

Targeted policies from local to global scales are urgently needed to protect the vast peatlands of Canada, for their massive carbon stores and global climate regulation, for biodiversity, and for their social and cultural importance as the homelands of Indigenous Peoples.

Dr Lorna Harris serves as *Forests, Peatlands, and Climate Change Scientist at Wildlife Conservation Society Canada. Lorna is an ecosystem scientist, working to understand the ecology, hydrology and biogeochemistry of peatlands and forests in North America's boreal zone. Lorna's research focuses on how peatlands form and develop over time, and how this development may be impacted by environmental change, either due to global climate warming, or direct disturbance such as infrastructure development for resource extraction. Lorna is also working on improving links in science and policy for the better protection and management of peatlands across Canada.*

Les tourbières à la COP26

WRITTEN BY CMOS BULLETIN SCMO ON APRIL 29, 2022. POSTED IN CLIMAT, QUOI DE NEUF.

Notre planète se réchauffe, ce qui aura de profondes répercussions sur les écosystèmes et les espèces qui en dépendent, y compris nous. Le risque pour les écosystèmes à teneur élevée en carbone et l'amplification potentielle du réchauffement climatique résultant de la libération de gaz à effet de serre (GES) par ces écosystèmes ont été mis en évidence, notamment pour les tourbières. Les tourbières ne couvrent que 3 % de la surface de la Terre mais représentent l'une des plus grandes réserves de carbone terrestre de la planète, avec environ 25 à 30 % du carbone du sol mondial stocké sous forme de matière organique partiellement décomposée dans les sols tourbeux profonds. La protection et le maintien du puits de carbone des tourbières et de la stabilité du carbone stocké sont reconnus à l'échelle internationale comme une action essentielle pour contribuer à atténuer le changement climatique mondial.

La nécessité de protéger les tourbières pour la plupart intactes à travers le Canada afin de faire face aux crises du climat et de la biodiversité était l'un des messages clés présentés à la COP26 par Constance O'Connor, Ph. D., et Justina Ray, Ph. D., Lorna Harris, Ph. D., et Vern Cheechoo du Conseil Mushkegowuk. Un quart des tourbières du monde se trouvent au Canada (carte), mais seulement 10 % d'entre elles se trouvent dans des zones protégées et il existe très peu de politiques visant à protéger les tourbières du développement économique et des infrastructures. L'article décrit les instruments et les outils scientifiques et politiques nécessaires pour protéger ces vastes réserves de carbone des tourbières, car une fois perdues à cause de la conversion des terres, le carbone est « irrécupérable » en ce sens qu'il ne peut être récupéré d'ici 2050, comme l'exigent les émissions mondiales nettes nulles.



Carte - Les tourbières du Canada et des basses terres de la baie d'Hudson

Lors de la COP26, l'équipe a mis l'accent sur les basses terres de la baie d'Hudson (photo) – l'un des plus grands complexes de tourbières encore intacts au monde, qui stocke environ 30 à 35 milliards de tonnes de carbone, soit près de trois ans d'émissions annuelles de GES dans le monde et environ 175 ans d'émissions annuelles de GES au Canada. Mme Harris a décrit les menaces qui pèsent sur les tourbières à travers le Canada, notamment le développement de l'exploitation minière et des infrastructures dans les basses terres de la baie d'Hudson, et Mme Ray a souligné le risque particulier que représente l'intérêt accru pour l'extraction de « minéraux critiques » dans cette région, principalement dans le développement dit du « Cercle de feu ». Vern Cheechoo a décrit l'importance des basses terres de la baie d'Hudson en tant que patrie pour les peuples autochtones et a partagé les connaissances et les idées des Premières Nations vivant dans la région sur les impacts du réchauffement climatique mondial et des changements environnementaux sur les forêts, les tourbières et les rivières qui y sont reliées. M. Cheechoo a souligné la relation des peuples autochtones avec la terre et les eaux de la région, et l'importance du lien avec la terre – « nous sommes la terre, nous sommes les animaux, nous sommes l'environnement, et donc tout ce que nous faisons à la terre, au territoire, nous le faisons à nous-mêmes ».



Photo - Les tourbières du Canada et des basses terres de la baie d'Hudson(photo credit: Lorna Harris)

Il est urgent de mettre en place des politiques ciblées, de l'échelle locale à l'échelle mondiale, pour protéger les vastes tourbières du Canada, pour leurs réserves massives de carbone et la régulation du climat mondial, pour la biodiversité et pour leur importance sociale et culturelle en tant que terres d'origine des peuples autochtones.

Dr Lorna Harris est spécialiste des forêts, des tourbières et des changements climatiques à la Wildlife Conservation Society Canada. Lorna est une scientifique des écosystèmes qui s'efforce de comprendre l'écologie, l'hydrologie et la biogéochimie des tourbières et des forêts de la zone boréale de l'Amérique du Nord. Les recherches de Lorna se concentrent sur la façon dont les tourbières se forment et se développent au fil du temps, et sur la façon dont ce développement peut être affecté par les changements environnementaux, soit en raison du réchauffement climatique mondial, soit en raison de perturbations directes telles que le développement d'infrastructures pour l'extraction de ressources. Lorna travaille également à l'amélioration des liens entre la science et la politique pour une meilleure protection et gestion des tourbières à travers le Canada.

The retreat of Arctic glaciers that end in the ocean since 2000

WRITTEN BY [CMOS BULLETIN SCMO](#) ON MAY 9, 2022. POSTED IN [CLIMATE, WHAT'S CURRENT](#).

– By Will Kochtitzky and Luke Copland –

The glacier-ocean interface is a dynamic part of glacier and fjord systems. All glaciers, both land and marine-terminating, lose mass due to melt, but those that end in the ocean also lose mass by the calving of icebergs (Figure 1). Ocean currents can bring warm water and accelerate the retreat of glaciers that end in the ocean, while glaciers can bring nutrient rich meltwater to the ocean and locally increase biological productivity. Even though this interface has received much attention from glaciologists and oceanographers, estimates of marine-terminating glacier position change had only ever been completed on local or regional scales (e.g., [Carr et al., 2017](#); [Cook et al., 2019](#); [McNabb et al., 2015](#)), using sometimes inconsistent methods. This has resulted in gaps in understanding the impacts of climate change on northern environments, gaps in climate assessment reports, and a lack of knowledge of the factors driving glacier changes across the Arctic.



Figure 1:

Trinity Glacier

We therefore gathered comprehensive satellite imagery of all marine-terminating glaciers across the northern hemisphere from 2000, 2010 and 2020, and mapped changes in their terminus extent by manually digitizing each glacier's frontal position for each year. This has enabled us to quantify, for the first time, the location of every glacier that ends in the ocean in the northern hemisphere, and measure the area changes of these glaciers. We found a total of 1704 glaciers ending in the ocean in 2000, of which 123 had retreated out of the ocean and terminated on land by 2020. Overall, we found that 85% of marine-terminating glaciers retreated while only 2.5% advanced, with the total area of glaciers reducing by an average of just over 1 km² per day for the past 20 years, for a total loss of 7527 ± 31 km² between 2000 and 2020. That is equivalent to 6.6 times the area of Manhattan lost annually. On a hemispheric basis, losses are primarily a consequence of declining glacier mass balance due to a warming climate and glaciers adjusting to this new normal.

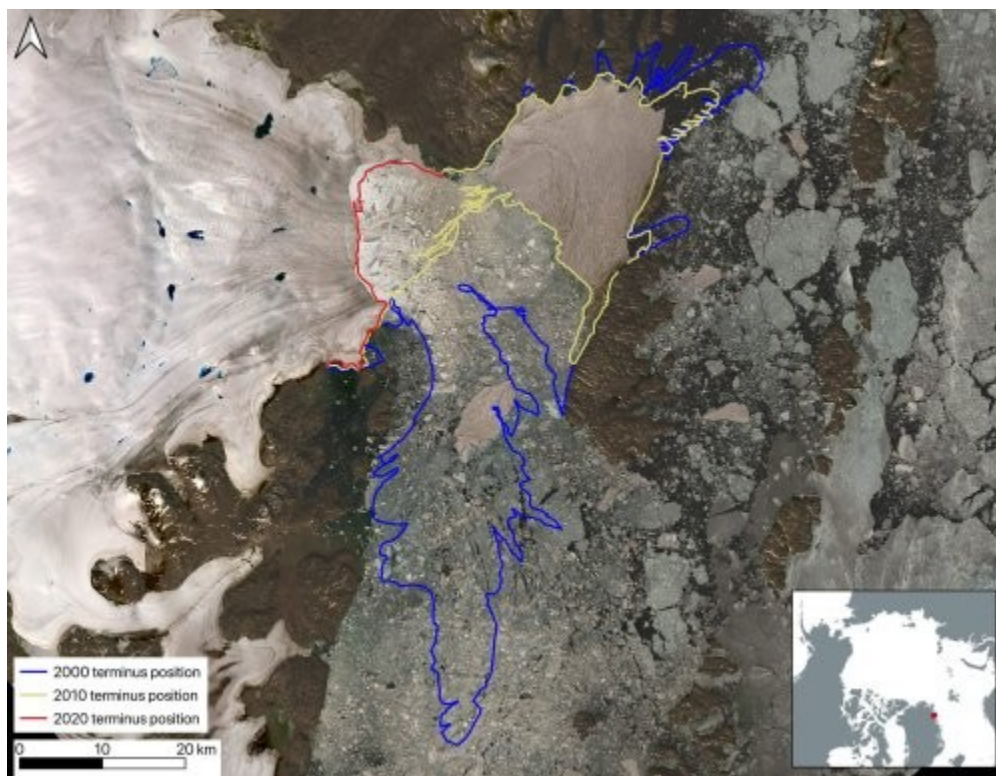


Figure 2:

Zachariae Isstrøm

To better understand local and regional changes, we individually examined the glaciers that are changing the fastest. The biggest changes are occurring at glaciers with unique characteristics that can enhance the impacts of changes in glacier mass balance, including ice shelves, surge-type glaciers, those with an unstable basal geometry where the bed gets deeper with distance inland, and those with a particularly wide margin in contact with the ocean. A few dozen ice shelves, or parts of a glacier floating on the ocean, were lost in the last 20 years, including Zachariae Isstrøm (NE Greenland; Figure 2), Matusевич (Arctic Russia; Figure 3), and Petersen (Arctic Canada). Ice shelves are particularly sensitive to changes because they are susceptible to changes in both the atmosphere and ocean. Other glaciers with an unstable basal topography that contributed to their rapid retreat include Humboldt Glacier (NW Greenland) and Columbia Glacier (Alaska; Figure 4). While previous work has specifically described these two glaciers as having unstable basal geometries due to their deepening inland, it is likely that other glaciers in the northern hemisphere are similar but have received less attention due to lack of ice thickness measurements.

Glaciers that display periodic instabilities, or surge events, are unique because they are both mostly responsible for the few advancing glaciers that we observed in the last 20 years, as well as some of the biggest retreats. These glaciers are unique because they move relatively slowly for years to decades, but then rapidly advance for months to years. In contrast, most glaciers flow at approximately the same speed between one year and the next. When surge events occur, they typically cause the glacier velocity to increase by at least an order of magnitude and can result in kilometers of terminus

advance. The biggest advances occurred on Northostbreen Glacier (~14 km advance; Svalbard), Vavilov Ice Cap (~11 km advance; Arctic Russia), and Basin-3 of Austfonna (~5 km advance; Svalbard). However, there were many glaciers that surged in the 20th century that have now returned to a period of relative quiescence and have displayed rapid retreats such as Stonebreen (~4 km retreat) and Braasvellbreen (~2 km retreat) in Svalbard. We fully expect the glaciers that advanced the most in recent decades will be among those that retreat the most in coming decades.

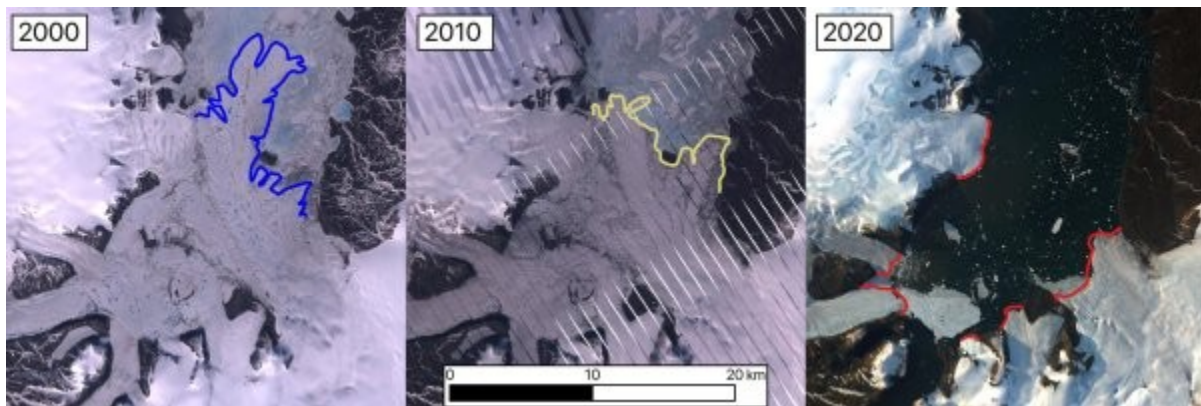


Figure 3: Matusevich Ice Sheet

Finally, there is a group of glaciers that have an unusually wide calving margin, where there is a large proportion of their area in contact with the ocean, meaning that a small distance of retreat is magnified by the width of the glacier. Many of these glaciers have calving termini that are over 15 km wide, which puts them in the 97th percentile among all glaciers that end in the ocean in the northern hemisphere. These glaciers are likely to continue retreating in coming decades at a high rate.

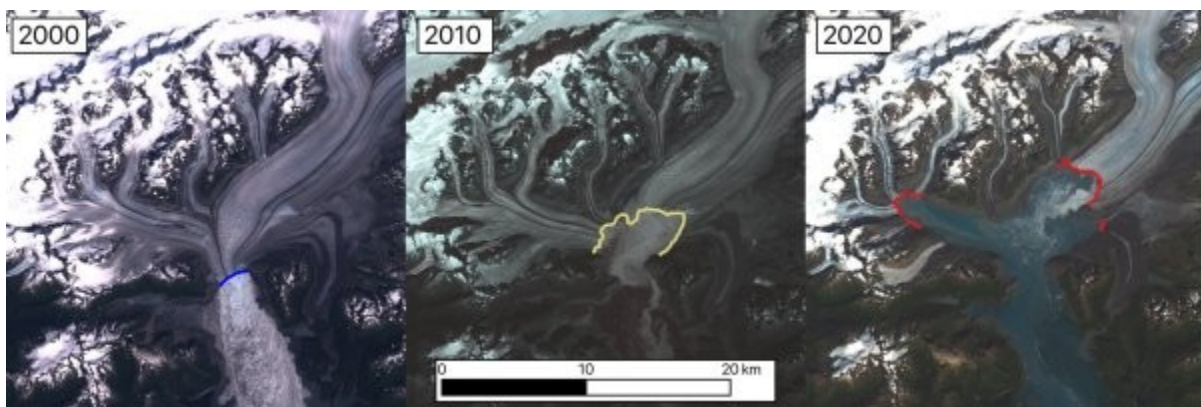


Figure 4: Colombia retreat panels

As the climate continues to warm in the Arctic, and glaciers continue to have a negative mass balance, we expect that retreat of these termini will continue for decades to come. Many ice shelves have already been lost and are unlikely to reform. There are a few remaining ice shelves, mostly along the Arctic Ocean, in far northern Arctic Canada and Greenland, as well as Franz Josef Land, Russia, many of which are likely to be lost in

the coming decades. New surge events will occur and lead to a few spectacular advances, although these events are currently difficult to predict. Similarly, some of the biggest advances of the last decade due to surging will lead to some of the biggest retreats, as these glaciers enter their quiescent phase.

We further describe these changes in our recent article titled "[Retreat of Northern Hemisphere marine-terminating glaciers, 2000-2020](#)".

Will Kochtitzky is a PhD candidate in the Department of Geography, Environment and Geomatics at the University of Ottawa. His recent research has focused on describing the area and volume changes of marine-terminating glaciers since 2000 to inform glacier mass balance and modeling studies and improve estimate of sea level rise. Will received his B.S. from Dickinson College before going to the University of Maine for his M.S. Will's broad research interests are in combining field and satellite observations to better understand glacier change around the world.

Luke Copland is a Professor in the Department of Geography, Environment and Geomatics at the University of Ottawa, and holds the University Research Chair in Glaciology. He directs the Laboratory for Cryospheric Research, and his research program is focused on understanding the dynamics and recent changes of glaciers, ice caps and ice shelves across northern Canada, including in the St. Elias Mountains, Yukon, and the Queen Elizabeth Islands, Nunavut.

Le retrait des glaciers arctiques qui se terminent dans l'océan depuis 2000

WRITTEN BY [CMOS BULLETIN SCMO](#) ON MAY 9, 2022. POSTED IN [CLIMAT, QUOI DE NEUF](#).

– Par Will Kochtitzky et Luke Copland –

L'interface glacier-océan est un élément dynamique des systèmes de glaciers et de fjords. Tous les glaciers, qu'ils soient terrestres ou marins, perdent de la masse en raison de la fonte, mais ceux qui se terminent dans l'océan en perdent aussi en raison du vélage des icebergs. Les courants océaniques peuvent apporter de l'eau chaude et accélérer le retrait des glaciers qui se terminent dans l'océan, tandis que les glaciers peuvent apporter à l'océan des eaux de fonte riches en nutriments et augmenter localement la productivité biologique. Même si cette interface a fait l'objet d'une grande attention de la part des glaciologues et des océanographes, les estimations du changement de position des glaciers à terminaison marine n'avaient jamais été complétées qu'à des échelles locales ou régionales, en utilisant des méthodes parfois incohérentes. Il en résulte des lacunes dans la compréhension des impacts du changement climatique sur les environnements nordiques, des lacunes dans les rapports d'évaluation du climat et un manque de connaissances sur les facteurs à l'origine des changements de glaciers dans l'Arctique.

Nous avons donc rassemblé des images satellites complètes de tous les glaciers à terminaison marine de l'hémisphère nord pour les années 2000, 2010 et 2020, et cartographié les changements de leur étendue terminale en numérisant manuellement la position frontale de chaque glacier pour chaque année. Cela nous a permis de quantifier, pour la toute première fois, l'emplacement de chaque glacier qui se termine dans l'océan dans l'hémisphère nord, et de mesurer les changements de superficie de ces glaciers. Nous avons recensé un total de 1 704 glaciers se terminant dans l'océan en 2000, dont 123 se sont retirés de l'océan et se sont terminés sur terre en 2020. Dans l'ensemble, nous avons constaté que 85 % des glaciers se terminant en mer ont reculé, tandis que seulement 2,5 % ont avancé. La superficie totale des glaciers a diminué en moyenne d'un peu plus de 1 km² par jour au cours des 20 dernières années, pour une perte totale de 7 527 ±31 km² entre 2000 et 2020. À l'échelle de l'hémisphère, les pertes sont principalement attribuables à la diminution du bilan de

masse des glaciers en raison du réchauffement climatique et à l'adaptation des glaciers à cette nouvelle normalité.

Comme le climat continue de se réchauffer dans l'Arctique et que les glaciers continuent d'avoir un bilan de masse négatif, nous nous attendons à ce que le retrait des terminaisons des glaciers se poursuive pendant les décennies à venir. De nombreuses plates-formes de glace ont déjà disparu et il est peu probable qu'elles se reconstituent. Il reste quelques plates-formes de glace, principalement le long de l'océan Arctique, dans l'extrême nord de l'Arctique, au Canada et au Groenland, ainsi qu'à la terre François-Joseph, en Russie, dont beaucoup risquent de disparaître au cours des prochaines décennies. De nouvelles poussées se produiront et entraîneront quelques avancées spectaculaires, bien que ces événements soient actuellement difficiles à prévoir. De même, certaines des avancées les plus importantes de la dernière décennie, attribuables aux poussées, entraîneront certains des retraits les plus importants, car ces glaciers entrent dans leur phase de quiescence.

Nous décrivons plus en détail ces changements dans notre récent article intitulé « Retreat of Northern Hemisphere marine-terminating glaciers, 2000-2020 ».

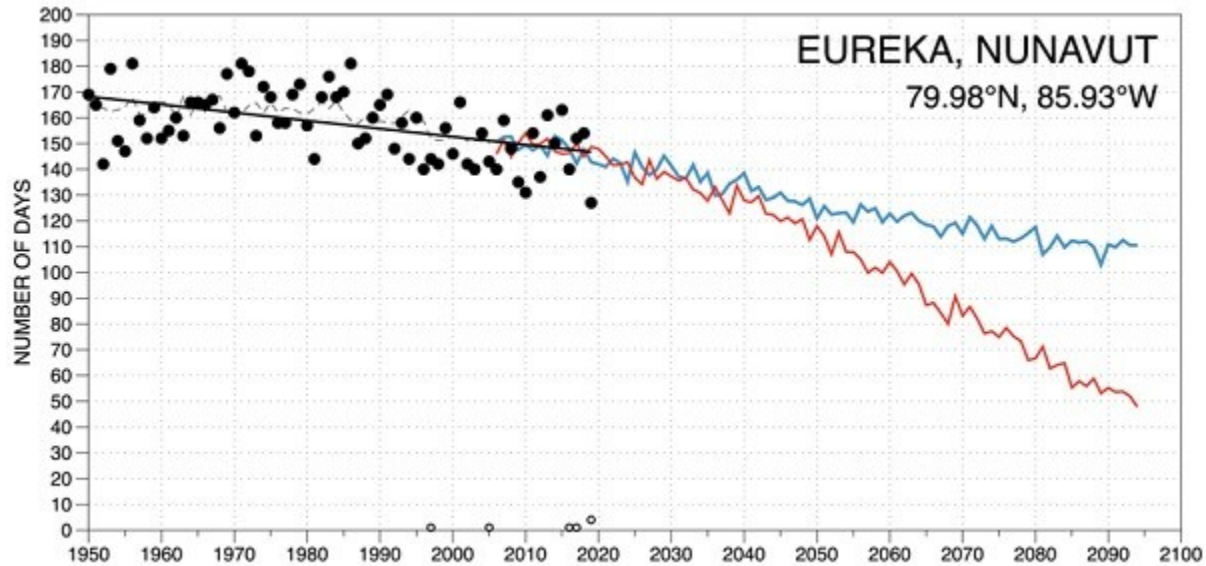
Arctic Awesome: The Story of the ‘Cool’ Students of ‘Not Cool’

WRITTEN BY [CMOS BULLETIN SCMO](#) ON MAY 17, 2022. POSTED IN [CLIMATE, WHAT'S CURRENT](#).

– By Halah Mhanni, Safia Soussi and Amy Mann –

It is well known that the Arctic is warming around twice the global average, three times the global average in Canada. This substantial rate of warming has given rise to a lot of much-needed research into its changing climate over the past decade. That said, this research has overwhelmingly focused on the gain of heat – global warming – rather than the loss of cold. Given the importance of cold weather to the region’s cryosphere, economy, and culture, we felt this was worth examining. In our research, we focused on the loss of cold in 34 specific weather stations above 60 degrees latitude from each of the three territories.

The main objective of our research was to iterate the importance of an Arctic-centric approach when delving into climate change in the north. The cold is an integral part of the Arctic, it sustains the ecosystem and the people as well. Our objectives were to present observed data, as well as projections for the number of cold days. In our research, we focused on 34 specific weather stations above 60 degrees latitude from each of the three territories. Near the northernmost tip of Canada, in Nunavut, stands a weather station named Eureka that began collecting data in the early to the mid-20th century. Eureka is the coldest area in Canada above the 60-degree latitude and during its coldest month averages, a minimum temperature of -37.4 degrees Celsius, and during its warmer months average of 6.1 degrees Celsius. In comparison with Winnipeg, which averages a temperature of -16.4 degrees Celsius during its coldest month and 19.7 degrees Celsius in its warmest. Between the years 1950 to 2020 a steady decrease in the number of cold days (characterized as a day with an average temperature of -30 degrees Celsius), with approximately -3.13 days/decade lost. It should be mentioned that in our research, we considered a climate year as beginning in September and ending in August of the next calendar year.



Using RCP data, we were able to give an approximate trajectory to the future of Eureka in terms of cold days. In the RCP 8.5 scenario (high-carbon or 'Business as usual') by the year 2090, Eureka would experience approximately 55 cold days in stark contrast with the 180 cold days in 1955. In the RCP 4.5 scenario (low-carbon) by the year 2090, Eureka would experience 110 cold days.

In October of 2019, our grade 10 geography teacher, Ms. Jennifer Janzen, proposed to our class an opportunity to work with a professor at the University of Winnipeg. Multiple students signed up, and within the next few weeks, we were invited to meet with Professor Danny Blair in the Geography department. It was in that meeting that Professor Blair suggested the idea to look at global warming from a different lens, an arctic-centric point of view, seeing climate change less as the gain of heat, but as the loss of cold. This idea intrigued us and allowed us to move forward with the project. Within the next month, we met once again with Professor Blair where we were instructed on what our next steps would be, each of us first picking a territory to research, Halah with Yukon, Safia with North-West Territories and finally Amy with Nunavut. Via the prairie climate center with the help of Mathew Loxley, we received data and sorted through the stations, finding the stations with the longest recorded times. We created our graphs and decided on which stations held enough data to be able to accurately depict our findings. Then, it was finally time to put our findings into writing, for months, Professor Blair instructed us on ways to improve our academic writing and after a lengthy editing period, we came up with our final draft that was submitted, edited again, and finally published in April 2021.

As high schoolers, the prospect of writing an academic paper that could be read by professionals was quite daunting. However, with the support of Ms. Janzen and Professor Blair, we were able to gain confidence and move forward with this project. Watching the entire idea unfold from a single idea Professor Blair had in 2019 to what it has become today in 2022 is amazing, and has shown to us the excitement and importance of research. Although it was not easy, and we were faced with many

obstacles along the way, we were still able to accomplish our initial objective, the analysis of climate change with an Arctic-centric approach, in other words, the loss of cold.

The Arctic has been warming at an alarming rate, causing massive ripple effects throughout the region, as well as worldwide. As the younger generation, our priority lies in creating a better, more sustainable future for ourselves, and those that come after us. In doing this research, we were able to truly understand the changing climate from a different perspective, an arctic-centric perspective. Working for over a year on a project that we hold so dear to our hearts has been an amazing experience, and one we will not soon forget.

***Mhanni, Soussi and Man** discovered their interest in arctic issues during their Geography class in grade ten. After being offered the opportunity to work with a geography professor, they became first time published authors at the age of 16-17. They have now since graduated from the University of Winnipeg Collegiate and attend their respective universities.*

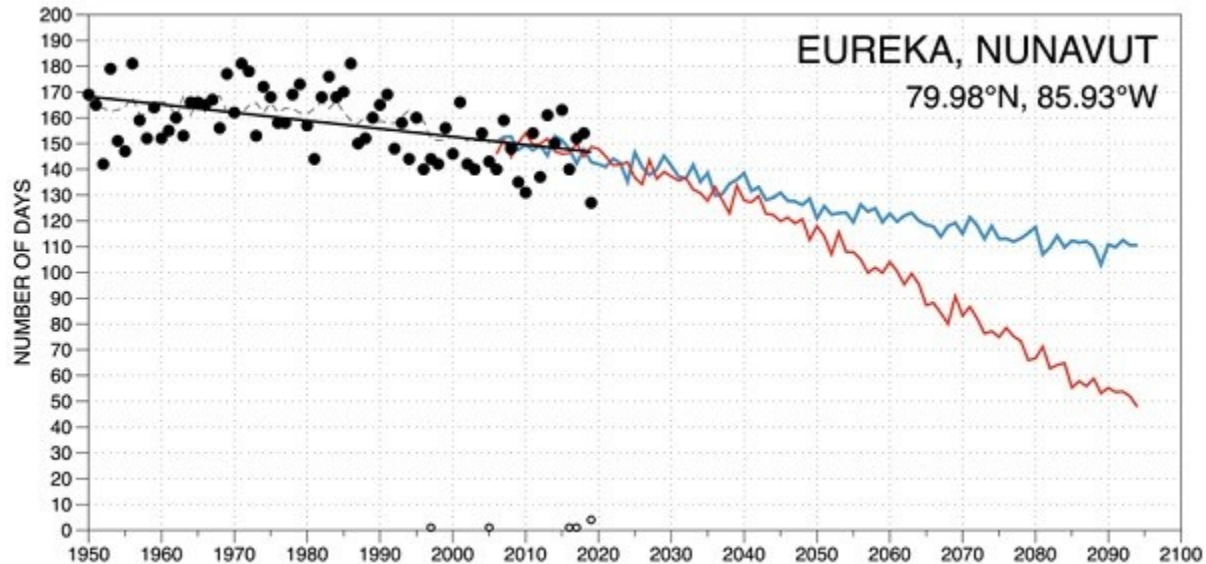
« Arctic Awesome: The Story of the ‘Cool’ Students of ‘Not Cool’ »

WRITTEN BY [CMOS BULLETIN](#) [SCMO](#) ON MAY 17, 2022. POSTED IN [CLIMAT](#), [QUOI DE NEUF](#), [UNCATEGORIZED](#).

– Par Halah Mhanni, Safia Soussi and Amy Mann –

Il est bien connu que l’Arctique se réchauffe environ deux fois plus vite que la moyenne mondiale, trois fois plus vite que la moyenne mondiale au Canada. Ce taux de réchauffement substantiel a donné lieu à de nombreuses recherches sur l’évolution de son climat au cours de la dernière décennie. Cela dit, ces recherches ont surtout porté sur le gain de chaleur – le réchauffement climatique – plutôt que sur la perte de froid. Vu l’importance du temps froid pour la cryosphère, l’économie et la culture de la région, nous avons estimé que cela valait la peine d’être examiné.

L’objectif principal de notre recherche était de rappeler l’importance d’une approche centrée sur l’Arctique, lorsqu’on étudie le changement climatique dans le Nord. Le froid fait partie intégrante de l’Arctique, il fait vivre l’écosystème et les populations. Nos objectifs étaient de présenter les données observées, ainsi que les projections du nombre de jours froids. Près de l’extrémité la plus septentrionale du Canada, au Nunavut, se trouve une station météorologique appelée Eureka qui a commencé à recueillir des données entre le début et le milieu du XXe siècle. Eureka est la région la plus froide du Canada située au-dessus du 60e degré de latitude. Au cours de son mois le plus froid, la température minimale moyenne est de -37,4 degrés Celsius et au cours de ses mois les plus chauds, elle est de 6,1 degrés Celsius. Entre les années 1950 et 2020, on observe une baisse constante du nombre de jours froids (caractérisés comme un jour où la température moyenne est de -30 degrés Celsius), avec une perte d’environ -3,13 jours/décennie. En utilisant les données RCP, nous avons pu donner une trajectoire approximative de l’avenir d’Eureka en termes de jours froids. Dans le scénario RCP 8.5 (haute teneur en carbone ou « maintien du statu quo »), Eureka connaîtra d’ici 2090 environ 55 jours froids, ce qui contraste fortement avec les 180 jours froids de 1955. Dans le scénario RCP 4.5 (faible teneur en carbone), Eureka connaîtra 110 jours froids d’ici 2090.



En octobre 2019, notre professeur de géographie de 10^e année, Mme Jennifer Janzen, a proposé à notre classe de travailler avec un professeur de l'Université de Winnipeg. Nous avons été invités à rencontrer le professeur Danny Blair du département de géographie. C'est lors de cette réunion que le professeur Blair a suggéré l'idée d'examiner le réchauffement climatique sous un angle différent, un point de vue centré sur l'Arctique, en considérant le changement climatique moins comme un gain de chaleur que comme une perte de froid. Cette idée nous a intrigués et nous a permis d'aller de l'avant avec le projet. En tant qu'élèves du secondaire, la perspective d'écrire un document universitaire qui pourrait être lu par des professionnels était assez intimidante. Bien que cela n'ait pas été facile et que nous ayons été confrontés à de nombreux obstacles en cours de route, nous avons tout de même réussi à atteindre notre objectif initial, à savoir l'analyse du changement climatique avec une approche centrée sur l'Arctique, en d'autres termes, la perte du froid.

L'Arctique s'est réchauffé à un rythme alarmant, provoquant des répercussions massives dans toute la région, ainsi que dans le monde entier. En tant que jeune génération, notre priorité est de créer un avenir meilleur et plus durable pour nous-mêmes et pour ceux qui viendront après nous. En effectuant cette recherche, nous avons pu vraiment comprendre le changement climatique d'un point de vue différent, un point de vue centré sur l'Arctique. Travailler pendant plus d'un an sur un projet qui nous tient tant à cœur a été une expérience extraordinaire, que nous ne sommes pas prêts d'oublier.

Mhanni, Soussi and Man discovered their interest in arctic issues during their Geography class in grade ten. After being offered the opportunity to work with a geography professor, they became first time published authors at the age of 16-17. They have now since graduated from the University of Winnipeg Collegiate and attend their respective universities.

Canada's top 10 weather stories of 2021

WRITTEN BY CMOS BULLETIN SCMO ON JANUARY 12, 2022. POSTED
IN CLIMATE, UNCATEGORIZED, WEATHER, WHAT'S CURRENT.

– By David Phillips –

This article was originally published by Environment and Climate Change Canada.

Introduction

Not in 26 years of releasing the Top 10 Weather Events has there been anything comparable to this year, where Canadians endured such a stream of weather extremes. The year began with windstorms causing multi-million dollar damage across the West in early January and ended with rain, windstorms and floods causing multi-billion dollars of damage in British Columbia. Although we cannot attribute a single weather event to human-caused climate change, the evidence is conclusive — we are experiencing more intense and more frequent extreme weather. Climate change is leading to more frequent and more intense disasters around the world. This was the year southern Canadians began seeing this firsthand. There were no new types of weather this year – our grandparents coped with the same rain, heat, floods, fires and drought. But the extremes were of a different nature than in the past. They were more widespread, intense, frequent and impactful.

Canada continued to warm in 2021 for the 26th consecutive year and was one of the warmest in 75 years. Canada's excessive heat in early summer helped to make July the planet's warmest month in more than a century and a half. No place in the world has warmed more than Canada's North. Three decades of gradual but relentless warming have dramatically changed the geography in the North: fragile ice shelves are crumbling into the ocean, sea ice is thinning and shrinking, sea levels are rising slowly and ocean waters are becoming less salty, more acidic and warmer throughout.

In 2021, Canadians witnessed the real threat and impact of climate change all around them and were shocked by the variety and frequency of weather extremes. British Columbia became ground zero for weather catastrophes. The province was dried out, scorched, flooded and inundated with mud, rock and debris flows. Owing to the extraordinary early summer heat and drought, British Columbia suffered a tragic week

of weather and from unbelievable fall-season rains and floods, likely the most destructive and expensive year to date.

The Prairies continued to be hot and dry as they have been for the past 2 or 3 years, with economic costs in the billions of dollars. The wildfire season started early, burned later, and became bigger and hotter, igniting a near-record area of forests across Canada. The smoke affected millions of Canadians for days and months. For instance, this year Calgary saw 512 hours of smoke and haze, far exceeding the average of 12 hours per year.

The unseasonably warm Atlantic Ocean waters led to another very active tropical storm season. Canada was touched by 6 tropical storms, including Hurricane Larry in Newfoundland and Labrador, the longest-lasting Category 5 hurricane in Atlantic basin history.

The year showed that heat can be a disaster and even more catastrophic than ever before thought possible. Temperature extremes in Canada covered a range of 100 degrees, varying from a record hot of 49.6 °C, causing nearly 800 fatalities in British Columbia and Alberta, to the coldest temperature in 4 years at -51.9 °C. Much of western and central Canada faced some of the coldest temperatures in years in mid-February when the dreaded Arctic blast impacted the entire country. In 2021, Calgary reinforced its reputation as the hailstorm capital when a half-billion-dollar hailer struck the city for a few minutes on July 2.

Volatile weather also occurred when a rare tornado, the first one in 45 years, touched down in Vancouver. In addition, the usual hot spot for tornadoes in Canada, the central Prairies, had a 2 month period in mid-summer without a single tornado. Yet Canada, overall, has never seen so many major EF2 tornadoes with winds exceeding 175 km/h, as in this year.

At times in 2021, Canada even broke records for the number of records broken. Property damage from weather cost Canadians millions of dollars and the economy billions. Based on preliminary estimates compiled by Catastrophe Indices and Quantification Inc. (CatIQ), there were 13 major catastrophic weather events with billions of dollars in insured losses. It will be months before final figures are tallied. In the end, insured damages will only be a fraction of the total economic costs and together with business losses and infrastructure costs for repairing and rebuilding, 2021 will undoubtedly be the most expensive in history.

From a list of at least 100 significant weather happenings across Canada in 2021, events were ranked from 1 to 10 based on factors that included the degree to which Canada and Canadians were impacted, the extent of the area affected, economic and environmental effects and the event's longevity as a top news story. Incredibly, British Columbia's terrible weather led the way in the first 5 of the Top 10 Weather Events in 2021.

Top 10 Weather Events in 2021

1. Record heat under the dome

A few days into summer, Canada, the second coldest country in the world, experienced a Death Valley moment with temperatures approaching 50 °C. Lytton, a village 260 km northeast of Vancouver in British Columbia's Fraser Canyon, set a new Canadian record high temperature of 49.6 °C on June 29, nearly 24 °C higher than normal. Two days earlier, on June 27, Lytton broke the previous national record (45 °C) that had stood for 84 years from Yellowgrass and Midale, Saskatchewan, and exceeded that record on June 28 and yet again on June 29. The next day, Canadians were shocked to see that 90% of the small town of Lytton had burned to the ground. The raging wildfire resulted in 2 deaths and displaced 1200. Lytton experienced a temperature hotter than any in the United States outside the Desert Southwest, and hotter than any temperature ever observed in Europe or South America. Indeed, it was the most extreme high temperature observed anywhere in the world above 45° latitude. Also remarkable, it was not just Lytton that broke the previous Canadian heat record, as 6 other locations exceeded the previous high recorded in 1937, including the cities of Kamloops and Kelowna.

In the final 10 days of June, a sprawling high-pressure ridge, an atmospheric juggernaut with incredible strength, height, scope and persistence, parked itself over western North America. Under this heat dome, the air was compressed enough to cook the atmosphere and dissipate clouds. Hot temperatures were made even hotter by the drought-stricken landscape. With so little moisture in the air and land, solar energy that might otherwise have gone into evaporating water, thus cooling, instead made hot air even hotter. The timing was also crucial. On June 21, the solar altitude is the highest and the day length is the longest of the year. The hot spell was particularly significant as it occurred early before people had a chance to acclimatize to summer weather.

The fact that the widespread heatwave happened so early in the season and lasted nearly 2 weeks was unprecedented and it affected millions of Canadians from the Canadian-American boundary north to the Arctic Circle. Daytime highs were 15 °C to 25 °C above normal with little reprieve at night as the mercury could not fall much below 20 °C. The dome would not budge and only expanded eastward. From June 24 to July 4, the inferno-like heat blew past 1000 daily temperature records over 11 days, with over 100 records between 40 °C and 50 °C and some by 12 degrees, not decimals. One eminent American climatologist claimed no other heatwave in the world had ever broken more temperature records than the Canadian heatwave.

The blistering heat also occurred along the Pacific Coast, and on June 28, Victoria recorded an unfathomable extreme near 40 °C, an all-time record a staggering 20 °C above average. This beat the previous all-time record by a significant 3 degrees! Kamloops had 6 days of greater than 40 °C temperatures in June, significant because the city had never seen 40 °C in June before. In addition to the extreme heat, some

cities in the west were under a special air quality advisory. In Alberta, Edmonton matched its record of 7 consecutive days with highs above 30 °C. Calgary broke 5 records in a row, including new June 29 and July 1 records of 36.3 °C and nearly broke the all-time highest temperature record for the city over the past 140 years of 36.6 °C, which was set in 2019. Among the thousands of temperature records broken across the Northwest was on June 30, when Fort Smith, Northwest Territories reached 39.9 °C, the highest temperature ever recorded north of latitude 60°.

This unbearable heat left millions overheated in western Canada. Power grids failed, asphalt melted, highways buckled, and fruit baked on vines and trees. City workers turned on portable spray parks, added heavy misters, converted hockey rinks into cooling centres, and opened libraries and recreation centres around the clock. Hospitals cancelled outdoor COVID-19 vaccination clinics or moved them indoors. Because it was almost impossible to go outside, people moved mattresses into basements to wait it out. Many local residents checked into air-conditioned hotels with their cats and dogs to escape the heat. Restaurants and bars closed after kitchen temperatures rose to potentially deadly levels. Some companies cut operating hours or suspended business, and outdoor workers opted to start before dawn and finish work at noon.

The hottest week in Canadian history was also one of the most harmful. In Vancouver alone, the historic heatwave was a contributing factor in the premature deaths of almost 600 people with more than half occurring over just 2 days. Alberta reported 185 heat-related fatalities. Two-thirds of the heatstroke victims were age 60 or older with underlying health conditions, socially isolated or living alone in their homes. More than 650 000 farm animals perished in the extreme heat. Poultry producers desperately sprayed barn walls with water to prevent birds from dying. Dairy cows gave less milk and raspberry growers watched as their crops withered on the stems. Countless wild animals and birds also perished in the record heat. Unfortunately, the late June heat dome coincided with the lowest tides in years and some of the longest days. As a result, along the Pacific coast, an estimated billion intertidal and marine organisms died, including mussels, clams and fish, leaving shorelines with a foul odour for days.

2. British Columbia's flood of floods

On November 13, on the same day when almost 200 countries agreed to the Glasgow Climate Pact at COP-26 with the aim of beginning to lessen the threat and impact of climate-triggered extremes, a mammoth storm began its descent on the south coast of British Columbia. For just over 2 days, massive amounts of rain, powered by jet stream winds, swamped a widespread and already soggy south coast and interior of British Columbia. The sum of 7 atmospheric rivers and 3 weather bombs in November created a flood of floods, quite likely the most destructive and expensive weather disaster in Canadian history.

Note:

While it is a well-known concept for meteorologists, 2021 was the year that the term atmospheric river became familiar in the national mainstream.

These “rivers in the sky”, also called “pineapple express” or “tropical punch” storms, are long, narrow conveyors of dense moisture from the tropics that cruise more than 3 kilometres above the ocean. The precipitation load is often 10 to 15 times the average discharge of major rivers like the Mississippi or St. Lawrence, or twice the discharge of the Amazon, the world’s largest river. Often lasting less than 24 hours, they act like giant firehoses aimed at landmasses, where they confront topography and suddenly drop their cargo. These excessive rains and melting snows in high terrain, often lead to flash floods, mudslides, landslides and debris flows.

In September, after an extraordinarily warm and dry spring and summer across British Columbia, concerns abruptly switched from drought to floods and from wildfires to winds. In an early start to a record wet fall season, several storms continued to soak and buffet the south coast of British Columbia for the next 3 months. Across the southwestern region, September and October were hugely wet with twice the normal precipitation. November was even wetter and windier when a historic 7 atmospheric river-fuelled storm drenched the south coast with historic amounts of warm rain, highlighted mid-month by a weekend superstorm. This large, wet system also featured unseasonably warm temperatures around 15 °C, enough to melt earlier snows at mid-elevations. The storm river arrived on November 13 penetrating right past the southern tip of Vancouver Island before releasing buckets of rain as it locked into place much deeper inland up the Fraser Valley. Further, it was not the usual 24-hour atmospheric river event, but a persistent 2.5-day episode having more time to unleash its load on the south as well. Nearly a typically month’s worth of rain poured into the region that weekend, combining with additional snowmelt in the Coast Mountains, to overwhelm watercourses of all sizes. The saturated ground just could not absorb any more water and runoff was immediate. Like so many weather disasters, it was not the single day’s weather or the one storm, but cumulative effects often beginning weeks or months before.

Rainfall totals associated with the mid-November atmospheric river were astronomical. Some places received between 200 and 300 mm in 2.5 days; well above November’s average monthly total. In 2 days, 40 daily rainfall records were eclipsed with totals experienced only once every 100 years. In many places in the southwest it rained every day during the first half of November, so when the pace picked up on November 13, it did not seem so strange, nor did early reports of stranded motorists. Even the usual rain-shadow along the eastern side of Vancouver Island was drenched by record-breaking rainfalls over 3 days, causing highway washouts and local flooding. At the same time, winds gusted up to 90 km/h, so strong, that buildings shook. At times during the week, there were power outages affecting several thousand power users.

With water flowing everywhere, the sides of mountains broke away, unleashing an avalanche of debris. Waters and mud rolled over all major highways in both directions, took out bridges, and trapped drivers and passengers. Walls of debris broadsided

vehicles sending them rolling over and off highways. The rain-flood storm led to the tragic loss of at least 6 lives and close to 15 000 evacuations. Search and rescue teams dug deep into the mud looking for cars and missing passengers. Parts of the Trans-Canada Highway were no longer drivable. British Columbia Highway 8 essentially fell into the Nicola River, and sections of the Coquihalla Highway – the major route connecting Vancouver to the British Columbia Interior and the rest of Canada – closed until 2022. Flooding submerged entire towns and parts of cities. Merritt's 7000 residents were evacuated for the second time this year when rising waters disabled the wastewater treatment plant. Dykes were breached, leaving sections of downtown Princeton underwater. Rural communities and First Nations communities became isolated when swollen rivers washed away the only roads into town and all connecting bridges. Several communities came under a state of local emergency, and everyone was in a province-wide emergency for at least 2 weeks – the third this year. The largest port in Canada was closed in Vancouver, worsening the already taxed supply chain situation across the country. Cell and internet services were interrupted by multiple severed fibres, making rescue efforts challenging. Valuable farm fields turned into wetlands. Approximately 1.3 million animals died in flooded fields, isolated by floods in a real agricultural disaster.

Canadian military personnel quickly moved in to help with rescues, recovery and restoration. They airlifted food and feed to various communities and large farms isolated by rising waters and shuttered roads. In the midst of the misery, there were many heroes as first responders, search and rescue teams, and thousands of ordinary citizens risked everything to recover, respond to, and shelter thousands put into perilous conditions. Thousands of workers and volunteers toiled tirelessly to restore a sense of normalcy in short order, though it may be well into 2022 before damaged infrastructure is restored.

Insurance cost-losses combined with non-insured private property losses are expected to be in the billions of dollars, once calculated in 2022. Uninsured losses to infrastructure (restoring and rebuilding bridges, roads and railways) may tally to multiple billions, likely making BC's flood of floods the most expensive weather event in Canadian history. In the same year that the province experienced the most tragic weather disaster in Canada, it was now also suffering the most expensive and most destructive natural disaster.

And the rains kept coming! British Columbia braced for more rain and flood impacts. Three more atmospheric rivers took aim at the south coast beginning November 24 through to the end of the month. While these storms were less intense and faster moving than the big one, additional rains in close succession exacerbated the vulnerabilities with cascading impacts. In the last week of November, rainfall totals in the south coast ranged from 100 mm at Vancouver to 350 mm at Hope. By the end of November, fall season 2021 was officially the wettest on record for at least 10 sites across the south coast of BC, and yet the wet season was, climatologically speaking, only 40% complete.

3. Canada dry coast to coast

Veteran farmers and ranchers do not hesitate to call this year's drought across Western Canada one of the worst in history. Farmers compare it to 1988 and 1961; historians compare it to the 1930s. What made the drought extraordinary was that the dryness was so widespread, severe and long-lasting. Even before summer was half over, dozens of rural communities had declared states of agricultural disaster. With a week to go before harvest, the Canadian Drought Monitor classified 99% of the Prairie agricultural landscape as a drought scene.

The lack of summer rains in the west contributed to the searing heat and spreading wildfires. Persistent blocking ridges redirected the jet stream farther north keeping water-bearing clouds from forming. As a result, southern regions between British Columbia's Lower Mainland and Interior, to the eastern Prairies and Northwestern Ontario faced one of their driest summers in 75 years, with many places recording less than half their normal rainfall during the growing season.

However, the seeds of this drought were sown months, if not seasons, before 2021. Across much of the west, fields through winter 2020-21 were brown for more days than they were white with snow. Winter had not been this dry in 50 years in parts of Alberta. Edmonton had its second driest winter in 136 years. In Calgary, the spring rain was less than half of normal. Southern Manitoba was Canada's epicentre for drought, especially in the Red River Valley and the Interlake region. Some places like Winnipeg had their 2 driest back-to-back years in over a century.

Crops were scorched and stunted as they withered under the blanketing dry-heat. Add strong moisture-sucking winds, and the meagre crops were beyond salvaging. By mid-July, as the hot became hotter and the dry became drier, no one thought it could get much worse. But it did. Hordes of heat-loving grasshoppers and teams of gophers started invading the west, moving fast and feasting on anything green. At harvest time, grains, instead of being "armpit high" were mere "boot-high". Further, with hay crops, only 10 to 25% of normal, cattle ranchers faced the prospect of auctioning off animals they could no longer feed. All Canadians felt the impacts of the drought through higher food prices. August rains came too late to help the cereals and canola although they did help later, producing crops such as corn, soybeans, potatoes and sunflowers.

At the end of summer, there were a few days of heavy rain, opposing the growing-season drought. In the Red River Valley, the end-of-August rainfall over 3 summer months totalled as much as 20% above normal. But, in agriculture, timing is everything. For example, in Winnipeg, three-quarters of the warm-season rainfall fell over a period of just 3 days. Moreover, in a 60-day period from early June to mid-August – the most critical time when grain crops grow feverishly under the long Prairie sun – a paltry 6% of normal rainfall occurred. Further, that 2 month period featured 25 days with temperatures above 30 °C. A similar picture occurred in southern Saskatchewan and central Alberta. It was just too dry and too hot for too long, and the crops just could not survive until mid-August. Drought causes drought. With extended periods of hot and dry

conditions, no local moisture was being added to the atmosphere, suppressing thunderstorm activity. Incredibly, between June 16 and August 23, no severe thunderstorm-spawned tornadoes occurred on the Prairies.

The impact of the drought on food producers across the Prairies was devastating. Compared to other agricultural drought years, the economic loss from this year's dryness was easily in the billions of dollars.

Some cities began worrying about running out of drinking water. The Red River flow at Emerson fell to 50% below normal. Multi-season stretches of dry weather and heat across the West drained reservoirs, slashing hydropower production to the lowest in decades, severely cutting revenue. In parts of Manitoba and Saskatchewan, the gumbo clay soil was so dry that home foundations began cracking and settling. When the later rains came, so did the leaking.

The dire situation spanned not just the Prairies but portions of northwestern Ontario and west to British Columbia. Across southern British Columbia, spring was also extraordinarily dry. Victoria Airport recorded just 53 mm of rain in spring – a new dry mark since records began 80 years ago. Kamloops recorded its second driest spring in more than a century. The drought continued into the summer. From June 16 to August 6, Vancouver had 53 consecutive days without a measurable rainfall (0.2 mm or more) – not a record but the longest in 35 years. Vintners worried that grapes would drop before they were ready for picking. Orchardists saw berries turn mushy in the heat.

In the east, going into the planting season, Ontario and Quebec had a significant moisture deficit with spring precipitation between 25-75% of normal totals. Deficits ranged from 110 to 130 mm in places such as Chatham-Kent in southwestern Ontario and in the Montreal area. Spring precipitation in Montreal was very close to the historical record dating from 1915. May was among the driest on record from London to Ottawa covering 75 years. Welcome rains finally came in June a little late for the strawberries but great for the crops that followed.

4. Wildfire season – early, active and unrelenting

Across Canada, the wildfire season started about a month early, due to the record dry spring and early loss of alpine snow. Statistics from the Canadian Interagency Forest Fire Centre revealed an active fire year. Nationally, the number of fires was 2500 more than in 2020 and the hectareage of woodland burned was 1.6 times the 10-year average.

In British Columbia, wildfires started up in late June and continued into September. The BC Wildfire Service reported 1522 fires that scorched 889 813 hectares of timber, bush and grassland – an area 1.5 times that of Prince Edward Island, almost 60 times the area burned in 2020, and the third most ever. The province had its warmest summer since records began in 1948. Furthermore, in the already dry Interior, warm-season rainfall was record low. Some places had not seen rain for 5 weeks or more. Adding to the hot and dry conditions, there was frequent dry lightning, gusty winds, low humidity

and bright sunshine that made for a long, busy, intense and challenging fire season. Fires were often fast-moving and aggressive which prompted 50 000 evacuations and a province-wide state of emergency for the third year out of the last 5. Notable fires in the province became larger and uncontrollable and essentially went wherever the winds took them. British Columbia fire crews were supplemented by others from across Canada, Mexico and the Canadian military, totalling 5300 wildfire fighters.



At the end of June, an out-of-control blaze took off in the steep and rocky terrain of British Columbia's Fraser Canyon, just south of the village of Lytton. Eventually, the fire destroyed an estimated 90% of Lytton including the post office and the health centre and caused 2 fatalities. In the middle of July, another major fire started between Kamloops and Vernon along Highway 97, known as the White Rock Lake fire. This fire spread through the community of Monte Lake – the second British Columbia community destroyed by fire this summer – and was only brought under control in mid-September. Insurance losses from both major fires totalled \$164 million. In addition to the human losses and property, fires killed millions of wild animals and destroyed wildlife habitats, and generated smoke that was carried both to the South Coast and east across the Rockies. Often in the path of forest fires this summer, Kamloops experienced a record 478 hours of smoke and haze. In the southeastern corner of the province, Castlegar also had a record 295 hours of smoke.

On July 10, fires were out-of-control in every province and territory except for Atlantic Canada and Nunavut. Alberta was a noticeable exception. Whereas the number of fires

was close to normal in Alberta, the area burned was surprisingly only 15 percent of normal. Little of the smoke affecting Albertans came from homegrown fires. Air-quality alerts became a daily fact-of-life across the West as air-cleansing rains and upper winds were absent for much of the summer. At times, the sun-blocking haze reduced afternoon temperatures by 5 °C or more. In Prairie big sky country, skies were often eerie-grey-orange and you couldn't see across the street. Calgary recorded 512 hours of smoke and haze (normal yearly count is 12 hours) – the dirtiest skies in 70 years of record keeping. At the Calgary Stampede, horseracing and chuckwagon races were cancelled over safety concerns for animals, participants and spectators. Edmonton was less affected with 125 hours this year, but that was still the second smokiest summer since 1953 and 9 times the normal number of smoke hours.

Another hot spot for burned woodland extended eastward from Saskatchewan to northwestern Ontario where the percentage of area burned was between 2 and 8 times the 10-year average. In Saskatchewan in May, the fast-moving Cloverdale Fire ignited between La Ronge and Prince Albert before jumping highways, burning down transmission lines and cutting power to 9000 customers. Prince Albert declared a local state of emergency. La Ronge suffered through 293 hours of smoke and haze in 2021. Regina recorded 147 smoke hours compared to just 5 hours in 2020 – the most the city has seen since 1995 and the third-highest number in nearly 70 years. Thick billowing smoke from wildfires east of Berens River, Manitoba and from northwestern Ontario left the air thick with the smell of burning timber. More than 1300 people from Manitoba First Nations communities were evacuated. In Winnipeg, hours of smoke totalled 239, the second most since 1953 and 16 times the normal.

In Northwestern Ontario, hot and dry weather in spring and summer contributed to prime fire conditions. There were 50% more forest fires compared to the 10-year average, but they burned 5 times the average area burned in a year. The Province of Ontario called it the worst forest fire season on record, surpassing the previous record in 1995 by 10%. The largest-ever fire on record occurred near Kenora, burning out of control for nearly 5 months. Ontario imposed restrictions on mining, rail, construction and transportation activities in order to reduce the likelihood of sparks igniting more fires. More than 3000 evacuees from Ontario First Nations communities were relocated to the south with an added 5000 people on short-notice alert.

5. Canada rides out four heatwaves

Across Canada, summer 2021 ranked as the fifth warmest season in the past 74 years. Only Nunavut had temperatures closer to normal. In the far west, British Columbia, Alberta and Saskatchewan experienced their warmest summers in at least 60 years, where heat warnings prevailed across entire provinces. Although the British Columbia heatwave was certainly the most impactful heat event of the year, the frequency of extreme heat all over the country was a significant part of all Canadians' weather experience in 2021. As a mark of how scorching and consistently hot it was, days with temperatures of 30 °C or greater occurred for 5 months. In Edmonton, hot days numbered more than all such days for the previous 8 years combined. In Winnipeg, no

year has ever had more days above 30 °C (35 in 2021, compared to a normal of 13). In Saskatoon, July 2 topped 40 °C. While summer went missing in the East in July, the heat came roaring back during the second and third weeks of August. Montreal recorded its warmest August on record with records dating back to 1871. Several cities also experienced very warm nights – part of a long-term trend seen across North America and Europe over the past several decades. For instance, Toronto had 14 nights with temperatures above 20 °C compared to an average of 4 such nights. Worst in the East was the oppressive and sultry humidity. At times the air in the East was not only hot and humid but also loaded with ash and smoke from wildfires in northwestern Ontario and Manitoba.

Whereas Canada was consistently warm from May to August, the heat came in waves, with at least 4 bouts of 40-30-20 days: humidex values near 40 or above, hot afternoons exceeding 30 °C, and tropical nights above 20 °C.

First heat wave

Around the May long weekend, maximum temperatures from Ontario to Newfoundland and Labrador rose to the high 20s and even above 30 °C. However, at the end of May, the early heatwave ended sharply with record below-freezing temperatures. The West's first heatwave came at the beginning of June, about a month earlier than normal, when 70 new record-high temperatures occurred. That was before the apocalyptic heat dome that scorched much of Western Canada at the end of June. In the precursor event, heat temperatures exceeded 35 °C in some Alberta and Saskatchewan towns and touched 40 °C in Manitoba, surpassing century-old records by as much as 4 or 5 degrees. Public health officials invoked early health measures to counter the heat extremes. It was a good test for what was to follow 3 weeks later.

Second heatwave

About a week after the first heatwave in the East, torrid heat enveloped the region again from June 4 to June 9 with several sites reporting temperatures exceeding 30 °C for 3 to 5 consecutive days, some at 14 degrees warmer than normal. Humidity was even more spectacular with humidex values exceeding 40. The hot and humid weather also brought deteriorating air quality and high-risk air quality health values. The heat triggered an early surge in electricity demand as residents cranked up the air conditioning and fans.

In Western Canada during the last week of June, the sizzling heatwave left little unsinged. Thousands of temperature records were shattered, including a Canadian record of 49.6 °C at Lytton, British Columbia. At the end of June, more than 80 per cent of the Prairies were under a lethal heat warning with a week or more of temperatures ranging between 30 °C and 50 °C. In Calgary, it was the second-hottest June on record, with the hottest day, June 29, coming in at 36.3 °C, only 0.2 °C off the highest temperature ever recorded in the city. In Vancouver, temperatures at the end of June

soared above 30 °C for 4 days and set a new all-time record of 32.4 °C on June 29. Normally, the city experiences a +30 °C temperature once every 3 or 4 years.

Third heat wave

Just days after the fatal heat dome shrunk, a third heat wave gripped the West. Again, scorching temperatures prevailed across the Prairies ranging from 30 to 35 °C during the 2 middle weeks of July. The heat was compounded by a prolonged drought. In the East, nature took a break during July. But during the second week of August, Ontario, Quebec and the Maritimes saw record high temperatures to the mid-30s, made worse by humidex values of 40 to 45. The third wave saw some of the warmest nights of the entire summer. For example, in Toronto, there were 5 overnight lows above 20 °C including August 10 that had a low of 23.4 °C at 3 a.m. and a corresponding humidex of 34.

Fourth heatwave

The summer's fourth and final wave was coast-to-coast in scope and the nation's most enduring heat spell lasting for 2 to 3 weeks. It began in the West during the final week of July and persisted to mid-August, typically the dog days of summer. By mid-August, heat warnings were in effect in 9 provinces. In British Columbia and Alberta, the multi-day heat was made worse by the struggle to contain wildfires and smoke. In the British Columbia Interior, some places topped 40 °C again, 10 ° warmer than seasonal values. The heat was too much for Okanagan's horticulture harvest. Apples still on trees were sunburned or baked. Alberta came under either heat warnings or smoke advisories or both. In Edmonton, the average June to mid-August temperature registered the second warmest period on record only below that in 1961. In early August, high-temperature records were smashed in at least 6 communities in the Northwest Territories, including Yellowknife's 32.6 °C on August 2, eclipsing the previous record of 32.5 °C, set on July 16, 1989.

In the East, there were only a couple of days between heat waves 3 and 4. With the third wave persisting from August 9 to 13 and the fourth from August 17 to 26, giving the impression of a hot spell lasting 15 to 20 days. In Montreal, because of the nearly 2-week long heat spell, August turned out to be the hottest in 145 years. The city did break the record set in 1916 for the number of days at 33 °C or more. Newfoundland and Labrador was not left out in the cold. On August 16, temperatures began reaching and exceeding 30 °C across Newfoundland and into southeastern Labrador.

6. Year of the EF2 tornado

Tornadoes with a rating of 2 or greater on the Enhanced Fujita scale (EF2) account for about 8% of all of the tornadoes that have struck Canada, with none of that rating occurring in some years. With wind speeds between 180 and 220 km/h, EF2s are strong enough to tear off roofs from well-built houses, push frame homes off

foundations, snap or uproot 50% of trees along the storm's track, lift cars off the ground and propel objects a few kilometres away.



Quebec's most significant EF2 tornado occurred in the afternoon of June 21 when warm humid air and an associated cold front generated multiple tornadoes between 3 p.m. and 5 p.m. The first tornado struck St-Valentin at 3:35 pm. Ten minutes later the day's strongest tornado hit a residential area east of Mascouche. The EF2-rated tornado lasted 15 to 20 seconds over a 6.5 km track and sideswiped the community with winds of 180 to 200 km/h. The tornado was both fatal and destructive. It took the life of a man who had sought refuge in a shed – the first tornado victim in Québec in 27 years. The municipality reported 75 to 100 homes had suffered major damage, from upper floors ripped away, to structures pushed off their foundation. Roof shingles, vinyl siding, tree parts and pieces of bicycles, lawnmowers and barbecues littered the ground for over 3 kilometres.

Weather forecasters in Ontario expected July 15 to be a busy and stormy day. Thunderstorms first appeared around noon and at 2:30 p.m., the first EF2 tornado touched down west of Highway 400 and moved through a southeast neighbourhood of Barrie. Eyewitnesses to the weather that day confirmed that nature gave little warning of impending severe conditions. There was no prior rain nor angry skies. The sky was without lightning and thunder, there were no strong foretelling winds and certainly no dark ominous clouds with frightening green patches. The Barrie tornado was confirmed

as a high-end EF2 with maximum winds of 210 km/h along a damage track of 12.5 km long and 510 m wide. In total, 150 homes were damaged with nearly half deemed uninhabitable. Several dwellings had second stories taken clear off. Nearly 700 vehicles were damaged, with a few lifted and rolled. Scores of fences were ripped up and a trampoline was launched and set down in someone else's yard. Broken glass and balls of insulation coated the scene for 3 kilometres. Preliminary property insurance losses were at over \$100 million. Fortunately, though, there were no deaths or critical injuries. As it turned out the Barrie tornado was not the day's only EF2. Surprisingly, 6 other tornadoes were confirmed as EF2 and 3 as EF1, although none were as destructive as the Barrie storm.

7. Dreaded Arctic blast freezes Canada in February

Winter was remarkably mild across Canada until February when suddenly the dreaded Arctic blast from Siberia arrived over the heart of North America. At the same time, a high-pressure system over Greenland intensified drawing mild air up along the Atlantic coast. This circulation created dramatic temperature contrasts of 20 °C below normal in Alberta and Saskatchewan and 20 °C above normal in southern Baffin Island. A moderate-strength La Niña in the equatorial Pacific Ocean was partly responsible, but the extreme cold of February's Arctic blast played a major role.

The centre of the Arctic blast settled on the Prairies for 2 weeks in February and wrapped its icy arms around all of Canada. Around Valentine's Day weekend, every single square kilometre of the country from Victoria to St. John's was frozen. The Prairies were under an extreme cold warning with afternoon highs of -34 °C and nighttime wind chills of -45 to -55. The extreme cold on the Prairies was said to be once in a lifetime cold and broke temperature records going back more than 50 years. During the second week of February, over 225 new daily low minimum temperature records were set across Western Canada and the Yukon with an equivalent number of low daily maximum records. Canada saw its coldest temperature in 4 years with -51.9 °C at Wekweètì, Northwest Territories. In Winnipeg, a new cold-weather record of -38.8 °C was set on February 13, colder than the peak on Mount Everest. From February 6 to February 14, the temperature in Winnipeg never got warmer than -22 °C. On February 7, Edmonton International Airport came within 0.1° of breaking an all-time daily record at -43.9 °C in 1994.

This extreme and enduring cold had adverse impacts on both individuals and communities. In some Prairie cities, neighbourhood agencies opened additional beds to shelter more people. Free overnight bus service was also provided to get people out of the cold. The extreme cold broke countless water mains and cracked urban rail lines. Energy utilities set many new daily records for natural gas consumption and the cold drove the demand for propane to the highest in decades. The bone-chilling cold was even too chilly for skiing and snowboarding. In Calgary, the cold weather delayed Chinook Blast, a new winter festival meant to celebrate Calgary's famous warm winds. In Edmonton, at the world's Longest Hockey Game minimum temperatures dipped to -42°C. Pucks hitting a goal post shattered into pieces.

The fact that it had not been a tough winter until February made the cold spell feel much colder. Prior to February's Arctic blast, the average afternoon temperature in Winnipeg between November and January was the warmest on record, with observations dating back to the 1870s. In addition, February's cold snap had minimal effect on the winter temperature as a whole. For North America, the average temperature from December 2020 to February 2021 inclusive still placed this winter as the 11th warmest of the past century.

8. Another hailer-flooder in Calgary

For the second year in a row, and for 9 of the last 12 years, Calgary hailstorms are making it to the year's list of significant Canadian weather events. The city has a well-known reputation as the hailstorm capital of Canada. Calgary's high altitude to the lee of the Rockies in a favoured area for storm development increases the chances of big hailers occurring each year. Last year, the number one weather story was a 20-minute hailer – a billion-dollar buster – the country's most expensive hailstorm and the fourth most expensive storm in Canadian history. On July 2, 2021, near-perfect atmospheric conditions prevailed allowing a major thunderstorm cell to pop up along the foothills and sweep eastward across the city. An early morning thunderstorm and a heat warning led to a stormy day. The day's maximum temperature exceeded 30 °C. The day before had been much hotter with a high of 36.3 °C (the city's second-highest temperature in 150 years).

On the wild Friday afternoon, a series of weather warnings and watches signalled the arrival of 5 hours of thunderstorms. The stormy results were 50 mm of rain, moderate-strength winds, and copious amounts of hailstones ranging in size from dimes to golf balls. More threatening were rotating funnel clouds and multiple lightning strikes. The storm led to localized flooding, turning roads into rivers and underpasses into canals. Emergency Services responded to 200 calls in 2 hours including rescues of stranded motorists when waters rose to vehicle door handles.

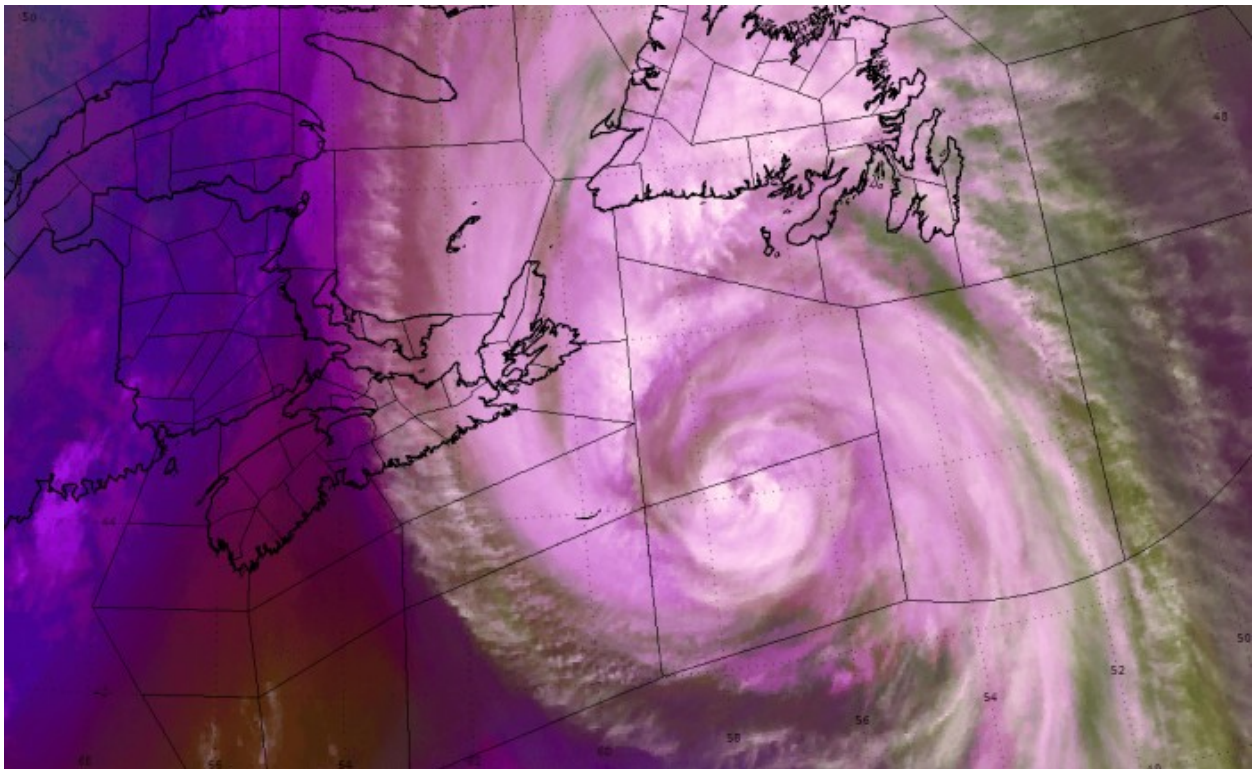
Basement sewer backups were also reported. The hail dimpled vehicles and riddled house siding with millions of dents. While there were nearly 16 000 insurance claims for damages to vehicles from cracked or smashed windshields and dented hulls totalling \$128 million; total storm losses from 39 000 insurance claims exceeded \$555 million.

9. Hurricane Larry belonged to Newfoundland

Following a record active hurricane season in 2020 with 30 tropical storms across the Atlantic basin, this year continued to be busy with 21 named tropical storms from Ana to Wanda, and 7 hurricanes, of which 4 were major or intense at sustained winds of 178 km/h or greater. Based on cyclone energy, tropical storms were stronger and longer, lasting about 50% above the long-term average.

From July 9 to 10, tropical storm Elsa brought 50 to 100 mm of torrential rains and strong winds to parts of the Maritimes during its post-tropical phase. Apart from

hydroelectric losses to 26 000 homes and businesses, the region escaped relatively unscathed. Tropical storm Henri made landfall in New England on August 22 before tracking south of the Maritimes as a post-tropical depression a few days later, but no major impacts were reported in Canada. Major Hurricane Ida was one of the most powerful hurricanes ever to strike the United States Gulf Coast, making landfall in Louisiana on August 29. But it was the remnants of Ida that brought 150 to 200 mm of rain to a large swath of the American Northeast from Philadelphia to Boston and record rains and enormous floods to New York City. Ida's remnants also tracked through the Maritimes on September 1 and 2 and into Newfoundland and Labrador the next day. In comparison with the United States, Ida was more manageable in Canada with soaking rains and wind gusts clocked at 70 to 110 km/h. In the 3 Maritime Provinces, 25 stations recorded in excess of 100 mm with half those stations in Prince Edward Island including Summerside and Charlottetown. Several stations broke new single-day rainfall records. With rainfall rates at more than 30 mm or more per hour and strong winds, several roadways and parking lots became overwhelmed. Streets in Charlottetown became impassable when vehicles were submerged up to the door handles. Following Ida's deluge, much of the province's shellfish sector (mussels and clams) closed for a week or longer due to the risk of contaminants from excess runoff.



Almost immediately upon developing off West Africa on August 31, Hurricane Larry grew into a large and powerful storm. It made history as the longest-living major hurricane in the Atlantic basin, with sustained winds above 175 km/h for almost an entire week from September 3 until September 8. On September 9, Larry passed 305 km east of Bermuda before accelerating towards Newfoundland and Labrador. Larry

entered Canadian waters on September 10 as a Category 2 hurricane with sustained winds of 155 km/h. The hurricane packed a lot of force with the usual strong winds and heavy rains along with causing large swells, dangerous surf, damaging breaking waves and rip currents. Until September 11, Larry was a so-called “fish storm” staying out over the ocean and posing no threat to ship or land.

Larry was no Igor at least from a total rainfall perspective, but Newfoundland and Labrador took a nasty blow from the wind and storm surge. Rains were hurricane-standard – heavy and intense, yet brief. Around midnight NDT on September 11, Larry made landfall as a Category 1 storm just west of the Avalon Peninsula with sustained winds of 130 km/h and wind gusts up to 180 km/h. Larry transitioned into a post-tropical storm while traversing the province. Winds caused widespread power outages from toppled trees and broken branches, one school lost its roof and in St. John’s a huge performance tent was destroyed. More than 60 000 customers lost power during the storm. In addition, there were widespread damages to coastal infrastructure. The storm surge combined with high tides to wreak havoc on some coastal communities in eastern parts of the province where several routes were eroded and closed for days. Several parks lost precious trees and were closed. Recalling the impacts from Igor in 2010, residents rushed out days following Labour Day to stock up on supplies to last several days. Damages would have been more extensive but weather-warned residents took pre-storm advisories seriously by tying down outdoor furniture and trimming trees, while work crews cleared culverts and catch basins and readied barricades. Clean up went on for days following Larry’s exit into the North Atlantic. Early-estimated property losses from the insurance sector exceeded \$25 million with 2200 claims.

On September 19, moisture from post-tropical storm Odette contributed heavy rains from thunderstorms across Eastern Nova Scotia, especially over Cape Breton Island. Ingonish Beach and Eskasoni were among the wettest places with 55 to 65 mm of rain with over half of the total falling in 1 hour. St. John’s had 50 mm of rain, which was made worse by Larry’s lesser rains a week before. Hurricane Sam pretty well left Newfoundland alone on the last days of September staying out to sea as it passed by Eastern Canada.

10. January prairie clipper

In the second week of January, the tail end of an atmospheric river system from the Pacific Ocean energized into an intense Alberta Clipper that raced across the western Prairies. The system brought strengthening downslope winds in excess of 100 km/h to much of southern and central Alberta and southern Saskatchewan following several days of impactful weather. There were 76 wind-measuring stations that captured gusts exceeding 100 km/h, including 13 with all-time January records, such as 137 km/h winds at Barnwell, Alberta and 143 km/h at Bratt’s Lake, Saskatchewan. At the Moose Jaw Airport, winds reached 161 km/h. During the storm, so many anemometers blew away that undoubtedly many more records were set than were reported.

The rain, freezing rain and lightning ahead of the system quickly changed to snow and blowing snow as the storm advanced eastward. The freezing rain led to slick polished surfaces and widespread power outages across the west. Blizzard conditions created zero visibility across the Prairies that led to several highway closures and saw people trapped in their cars for several hours. The fierce winds led to widespread structural losses. In southern Alberta, winds tipped over semi-trucks spreading debris across highways. Rooftop HVAC equipment went missing as did garbage bins. Saskatchewan bore the brunt of the storm's fury, seeing the most prolonged period of extreme wind gusts. In Regina, the indoor, elevated pedestrian walkway across major downtown arteries was damaged in places. Across rural districts, the storm smashed sheds and barns, bent irrigation equipment, and crumpled grain bins. Power outages were widespread, affecting cellular and internet services. Over 100 communities reported outages affecting more than 100 000 customers, some for 4 days. Before the storm left British Columbia, power losses had affected 212 000 customers in the lower mainland and southern Vancouver Island. This storm, and a wind squall a week later, resulted in total property insurance claims across the 4 western provinces approaching \$155 million, with the majority of the losses in Saskatchewan.

Regional weather highlights and runner-up events in 2021

Atlantic Canada

- First winter storm not until the New Year
- Weather bomb revs up snowblowers
- Groundhog Day storm 2021
- Storm debilitates Atlantic Canada for a week or more
- Winter's one day of misery for Moncton
- Lion-like March storm slams Atlantic Canada
- Rare March lightning
- Easter rain and ice storm with loss at sea
- Newfoundland's record April showers
- Rare Nova Scotia tornadoes
- Thin, weak ice off and on Labrador affects life
- Where are the icebergs?
- Atlantic Canada's atmospheric river

Quebec

- Groundhog Day storm slows traffic
- Early March blizzard closes highways
- Lightning storm wakes up Montrealers
- Winter-Spring storm slams the East

- Record minimum ice conditions in the Gulf
- Winter's last hurrah
- Pollen explosion
- Trois-Rivières thunderstorm
- August sweltering and sultry in Quebec
- October storms and two final tornadoes

Ontario

- Winter wallop shuts learning at home and school
- Lion-like storm
- Mid-March wind storm across Ontario
- Winter-Spring storm slams Ontario and beyond
- Ontario's April snowfall
- Pollen explosion
- Chatsworth tornado
- Soaker in southwestern Ontario
- Jet winds across Ontario
- Never-ending rainstorm across Ontario
- Ontario's record October mildness
- Northwestern Ontario's first snows are a doozy

Prairie Provinces

- Alberta wind squall
- Late March Prairie blows
- Pleas for rain finally answered on May long weekend
- Winds damage Manitoba property in early June
- Return to winter in June following May heatwave
- Altona tornado
- Bring the rain, forget the wind
- Rare multi-tornado day
- First tornado in weeks
- Rescue rains – too little too late
- August ends with a weather bang
- Time to let the cows out of the barn
- Sensational September across the Eastern Prairies
- Summer comes back in October
- Remembrance Day storm to remember

British Columbia

- BC's first winter storms
- Cold and record snows just days before Valentines
- March windstorm leads to power outages
- Flooding in the midst of coming drought

- September rains, rains and more rains
- Pacific weather bombs – among the most powerful ever
- Rare Vancouver tornado

The North

- Record January mildness
- Whitehorse's record snowy winter – a possible flood threat
- Another year of retreating and thinning sea ice
- Following record cold comes record warm in Yukon
- Winter snows = Summer floods
- Heat advisories in the North
- Weather rarity
- October in the North – more rubber boots than winter boots

David Phillips has been the Senior Climatologist for Environment and Climate Change Canada for 30 years and employed with the Meteorological Service of Canada for nearly 55 years. His work activities relate to the study of the climate of Canada and to promote awareness and understanding of meteorology. He is best known as the originator and author of the Canadian Weather Trivia Calendar for 31 years. He frequently appears on national and local media as a commentator on weather and climate matters. David is a fellow of both CMOS (1999) and the Royal Canadian Geographic Society (1993). He has written Canada's top ten weather events each year for 26 years beginning with the Saguenay Flood in 1996.

Les 10 événements météorologiques les plus marquants au Canada en 2021

WRITTEN BY CMOS BULLETIN SCMO ON JANUARY 12, 2022. POSTED
IN CLIMAT, MÉTÉO, QUOI DE NEUF.

– Par David Phillips –

Cet article a été publié pour la première fois par Environnement et Changement climatique Canada.

Introduction

En 26 ans de publication des 10 événements météorologiques les plus marquants, il n'y a pas eu de situation comparable à celle de cette année, où les Canadiens ont subi un tel flot de phénomènes météorologiques extrêmes. L'année a commencé par des tempêtes de vent qui ont causé plusieurs millions de dollars de dégâts dans l'Ouest au début de janvier et s'est terminée par des pluies, des tempêtes de vent et des inondations qui ont coûté plusieurs milliards de dollars en Colombie-Britannique. Bien que nous ne puissions pas attribuer un seul événement météorologique aux changements climatiques causés par l'homme, les preuves sont concluantes : nous connaissons des événements météorologiques extrêmes plus intenses et plus fréquents. Les changements climatiques entraînent des catastrophes plus fréquentes et plus intenses partout dans le monde. C'est l'année où les Canadiens habitant dans le sud du pays ont commencé à le voir de leurs propres yeux. Il n'y a pas eu de nouveaux types de phénomènes météorologiques cette année — nos grands-parents ont dû composer avec les mêmes pluies, les mêmes chaleurs, les mêmes inondations, les mêmes incendies et les mêmes sécheresses. Mais les phénomènes météorologiques extrêmes de 2021 ont été différents des années antérieures. Ils étaient plus généralisés, plus intenses, plus fréquents et plus percutants.

Le Canada a continué de se réchauffer pour la 26^e année consécutive en 2021, qui a été l'une des années les plus chaudes en 75 ans. La chaleur excessive du Canada au début de l'été a contribué à faire du mois de juillet le mois le plus chaud sur la planète depuis plus d'un siècle et demi. Aucun autre endroit dans le monde ne s'est autant réchauffé que le Nord canadien. Trois décennies de réchauffement graduel, mais incessant ont radicalement changé la géographie du Nord : les plateaux de glace

fragiles s'écroulent dans l'océan, la glace de mer s'amincit et rétrécit, le niveau des mers monte lentement et les eaux océaniques sont moins salées, plus acides et plus chaudes dans l'ensemble.

En 2021, les Canadiens ont été témoins de la menace et des répercussions réelles des changements climatiques tout autour d'eux et ont été choqués par la variété et la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes. La Colombie-Britannique est devenue l'épicentre des catastrophes météorologiques. La province a été asséchée, brûlée, inondée de boue, de roches et de débris. En raison de la chaleur et de la sécheresse extraordinaires au début de l'été, la Colombie-Britannique a connu une semaine tragique sur le plan météorologique et, en raison des incroyables pluies et inondations de l'automne, l'année la plus destructrice et la plus coûteuse à ce jour.

Le temps chaud et sec a continué de sévir dans les Prairies comme ce fut le cas au cours des 2 ou 3 dernières années, ce qui a coûté des milliards de dollars. Les feux de forêt ont commencé tôt, ils ont duré plus longtemps, étaient plus chauds et plus étendus, couvrant une superficie quasi record de forêts partout au Canada. La fumée a touché des millions de Canadiens pendant des jours et des mois. À Calgary, il y a eu 512 heures de brume sèche et de fumée cette année, soit beaucoup plus que la moyenne annuelle de 12 heures.

Les eaux exceptionnellement chaudes de l'océan Atlantique ont donné naissance à une autre saison de tempêtes tropicales très active. Le Canada a été touché par six tempêtes tropicales, dont l'ouragan Larry à Terre-Neuve-et-Labrador, qui est le plus long ouragan de catégorie 5 de l'histoire du bassin atlantique.

L'année a démontré que la chaleur peut être une catastrophe et peut même être plus mortelle que jamais auparavant. Les températures extrêmes au Canada ont varié de 100 degrés, allant d'une température record de 49,6 °C, causant près de 800 décès en Colombie-Britannique et en Alberta, à la température la plus froide en 4 ans de -51,9 °C quand un souffle arctique a touché tout le pays à la mi-février. En 2021, Calgary a consolidé sa réputation de capitale des tempêtes de grêle lorsqu'une tempête a frappé la ville pendant quelques minutes le 2 juillet, causant des dommages s'élevant à un demi-milliard de dollars.

Le déferlement d'événements météorologiques s'est poursuivi lorsqu'une rare tornade, la première en 45 ans, s'est abattue sur Vancouver. De plus, le point chaud habituel des tornades au Canada, le centre des Prairies, a connu une période de 2 mois au milieu de l'été sans une seule tornade. Pourtant, dans l'ensemble, le Canada n'a jamais connu autant de tornades de force 2 de plus de 175 km/h que cette année.

À certains moments en 2021, le Canada a même battu des records pour le nombre de records battus. Les dommages matériels causés par la météo coûtent des millions de dollars aux Canadiens, et des milliards de dollars à l'économie. D'après les estimations préliminaires compilées par Catastrophe Indices and Quantification inc. (CatIQ), il y a eu 13 événements météorologiques catastrophiques majeurs cette année, avec un

bilan des dommages assurés qui se chiffre à plusieurs milliards de dollars. Il faudra des mois avant que les chiffres définitifs soient compilés. En fin de compte, les dommages assurés ne représenteront qu'une fraction des coûts économiques totaux et, avec les pertes d'entreprise et les coûts de l'infrastructure pour la réparation et la reconstruction, 2021 sera sans aucun doute la plus coûteuse de l'histoire.

À partir d'une liste d'au moins 100 événements météorologiques importants survenus au Canada en 2021, les événements ont été classés d'un à dix en fonction de facteurs tels que la mesure dans laquelle le Canada et les Canadiens ont été touchés, l'étendue de la région touchée, les effets économiques et environnementaux et la longévité de l'événement dans les nouvelles. Aussi incroyable que cela puisse paraître, le mauvais temps en Colombie-Britannique a ouvert la voie aux 5 premiers des 10 événements météorologiques les plus marquants en 2021.

Les 10 événements météorologiques les plus marquants en 2021

1. Records de chaleur sous le dôme

Quelques jours après le début de l'été, le Canada, deuxième pays le plus froid du monde, a connu un moment digne de la vallée de la Mort avec des températures approchant les 50 °C. Lytton, un village situé à 260 km au nord-est de Vancouver, dans le canyon du Fraser en Colombie-Britannique, a établi un nouveau record canadien de température maximale de 49,6 °C le 29 juin, soit près de 24 °C de plus que la normale. Deux jours plus tôt, le 27 juin, Lytton avait battu le précédent record national (45 °C) qui tenait depuis 84 ans à Yellowgrass et Midale, en Saskatchewan, et avait dépassé ce record le 28 juin, puis encore une fois le 29 juin. Le lendemain, les Canadiens étaient sous le choc de voir que 90% de la petite collectivité de Lytton avait été réduite en cendres. L'intense feu de forêt a tué 2 citoyens et en a forcé 1 200 à se déplacer. Lytton a connu des températures plus élevées que n'importe lesquelles des températures enregistrées aux États-Unis à l'extérieur du désert du sud-ouest et plus élevées que n'importe lesquelles des températures jamais observées en Europe ou en Amérique du Sud. En effet, c'était alors la température extrême la plus élevée observée dans le monde au-dessus du 45e degré de latitude. Autre fait remarquable, ce n'est pas seulement Lytton qui a battu le précédent record canadien de chaleur, puisque six autres endroits ont dépassé le précédent record enregistré en 1937, dont les villes de Kamloops et Kelowna.

Au cours des dix derniers jours de juin, une crête de haute pression tentaculaire, un mastodonte atmosphérique d'une force, d'une hauteur, d'une portée et d'une persistance incroyables s'est immobilisé sur l'ouest de l'Amérique du Nord. Sous ce dôme de chaleur, l'air était suffisamment comprimé pour cuire l'atmosphère et dissiper les nuages. Les températures chaudes se sont par ailleurs accrues en raison de la

sécheresse. Vu la très faible teneur en humidité dans l'air et dans le sol, l'énergie solaire qui aurait pu servir à évaporer l'eau, et donc à rafraîchir l'environnement, a réchauffé l'air chaud davantage. Ces facteurs combinés ont été déterminants. Le 21 juin, le soleil est à son plus haut zénith et la durée du jour est la plus longue de l'année. La vague de chaleur a été particulièrement importante puisqu'elle est survenue tôt dans la saison, avant que les gens ne puissent s'acclimater aux températures estivales.

Le fait que cette vague de chaleur généralisée soit survenue si tôt dans la saison et qu'elle ait duré presque 2 semaines était sans précédent; celle-ci a touché des millions de Canadiens de la frontière canado-américaine vers le nord jusqu'au cercle arctique. Les températures maximales du jour étaient de 15 °C à 25 °C supérieures à la normale, et la nuit, le mercure ne descendait pas beaucoup plus bas que 20 °C. Le dôme ne bougeait pas et n'a fait que s'étendre vers l'est. Du 24 juin au 4 juillet, la chaleur infernale a battu plus de 1 000 records de températures quotidiennes en 11 jours, avec plus de 100 records se situant entre 40 °C et 50 °C, et certains étant supérieurs de 12 degrés. Un éminent climatologue étatsunien a affirmé qu'aucune autre vague de chaleur dans le monde n'avait battu autant de records de température que cette vague de chaleur canadienne.

La chaleur étouffante a aussi affecté la côte du Pacifique et, le 28 juin, Victoria a enregistré une température extrême inimaginable de près de 40 °C, un record absolu, soit 20 °C de plus que la moyenne. Le précédent record de tous les temps a été battu de 3 degrés, ce qui est ahurissant! Kamloops a connu 6 jours de températures supérieures à 40 °C en juin, ce qui est considérable, car la ville n'avait jamais enregistré une température de 40 °C en juin auparavant. En plus de la chaleur extrême, certaines villes de l'ouest ont fait l'objet d'un avis spécial sur la qualité de l'air. En Alberta, Edmonton a égalé son record de 7 jours consécutifs avec des températures supérieures à 30 °C. Calgary a battu 5 records d'affilés, y compris les nouveaux records de 36,3 °C du 29 juin et du 1er juillet et presque un record pour cette ville pour n'importe quel jour de la période de 140 ans. Le précédent record était de 36,6°C en 2019. Parmi les milliers de records de température battus dans le nord-ouest, notons celui du 30 juin, lorsque la température à Fort Smith, dans les Territoires du Nord-Ouest, a atteint 39,9 °C, soit la température plus élevée jamais enregistrée au nord du 60e parallèle.

Cette chaleur insupportable a laissé des millions de personnes en surchauffe dans l'ouest du Canada. Les réseaux électriques sont tombés en panne, l'asphalte a fondu, les autoroutes se sont déformées et les fruits ont cuit sur les vignes et les arbres. Les employés municipaux ont mis en service des parcs d'arrosage portatifs, ajouté de lourds brumisateurs, transformé les patinoires de hockey en centres de refroidissement et ouvert les bibliothèques et les centres de loisirs 24 heures sur 24. Les hôpitaux ont annulé les cliniques extérieures de vaccination contre le COVID-19 ou les ont déplacées à l'intérieur. Comme il était presque impossible de sortir, les gens ont installé des matelas dans les sous-sols pour attendre. De nombreux résidents se sont installés dans des hôtels climatisés avec leurs chats et leurs chiens pour échapper à la chaleur. Les restaurants et les bars ont fermé après que la température des cuisines ait atteint

des niveaux potentiellement mortels. Certaines entreprises ont réduit leurs heures d'ouverture ou suspendu leurs activités, et les travailleurs travaillant à l'extérieur ont choisi de commencer avant l'aube et de terminer à midi.

La semaine la plus chaude de l'histoire du Canada a également été l'une des plus dévastatrices. À Vancouver seulement, la vague de chaleur historique a contribué au décès prématuré de près de 600 personnes, dont plus de la moitié en 2 jours seulement. L'Alberta a signalé 185 décès liés à la chaleur. Deux tiers des victimes de coups de chaleur étaient âgées de 60 ans ou plus, souffraient de problèmes de santé sous-jacents, étaient isolées socialement ou vivaient seules à leur domicile. Plus de 650 000 animaux de ferme ont péri dans cette chaleur extrême. Les producteurs de volailles ont désespérément arrosé les murs des granges pour rafraîchir l'intérieur afin d'éviter que les oiseaux ne meurent. Les vaches laitières ont donné moins de lait et les producteurs de framboises ont vu leurs cultures se dessécher sur les tiges. D'innombrables animaux sauvages et oiseaux ont également péri dans cette chaleur record. Malheureusement, la formation du dôme de chaleur à la fin juin a coïncidé avec les marées les plus basses depuis des années et certains des jours les plus longs. Par conséquent, le long de la côte du Pacifique, on estime qu'un milliard d'organismes marins sont morts, particulièrement ceux de la zone de battement des marées comme des moules, des palourdes et des poissons, laissant sur les rivages une odeur nauséabonde pendant des jours.

2. Le déluge des déluges en Colombie-Britannique

Le 13 novembre, le jour même où près de 200 pays ont adopté le Pacte de Glasgow pour le climat lors de la COP26 afin d'atténuer la menace et l'incidence des phénomènes extrêmes attribuables au climat, une tempête gigantesque a entamé sa descente sur la côte sud de la Colombie-Britannique. Pendant un peu plus de 2 jours, des quantités ahurissantes de pluie, alimentées par les courants-jets causés par La Nina, ont submergé une zone étendue et déjà gorgée d'eau de la côte sud et de l'intérieur de la Colombie-Britannique. La somme de sept rivières atmosphériques et de 3 bombes météorologiques en novembre a entraîné le déluge des déluges, probablement la catastrophe météorologique la plus destructrice et la plus coûteuse de l'histoire du Canada.

Remarque : *Bien qu'il s'agisse d'un concept bien connu des météorologues, ce n'est qu'en 2021 que le terme « rivière atmosphérique » s'est fait connaître à l'échelle nationale par le grand public.*

Ces « rivières du ciel », également appelées Pineapple Express ou tempêtes punch tropical car l'humidité vient d'Hawaii, sont des convoyeurs longs et étroits d'humidité dense qui proviennent des tropiques et se déplacent à plus de 3 kilomètres au-dessus de l'océan. La charge des précipitations représente souvent 10 à 15 fois le débit moyen de grands fleuves comme le Mississippi ou le Saint-Laurent, ou 2 fois le débit de l'Amazone, le plus grand fleuve du monde. D'une durée souvent inférieure à 24 heures, elles agissent comme des boyaux d'arrosage géants dirigés vers les masses

continentales, où elles se heurtent à la topographie et larguent soudainement leur charge d'eau. Ces pluies excessives et la fonte des neiges en altitude entraînent souvent des crues soudaines, des coulées de boue, des coulées de débris et des glissements de terrain.

En septembre, après un printemps et un été extraordinairement chauds et secs en Colombie-Britannique, les préoccupations sont brusquement passées de la sécheresse aux inondations et des incendies aux vents. Au début d'une saison automnale très humide, plusieurs tempêtes ont commencé à secouer la côte sud de la Colombie-Britannique et à la gorger d'eau, et ce pendant 3 mois. Dans l'ensemble de la région du sud-ouest, les mois de septembre et d'octobre ont été extrêmement humides avec des précipitations 2 fois supérieures à la normale. Le mois de novembre a été encore plus humide et plus venteux alors que 7 tempêtes alimentées par les rivières atmosphériques ont arrosé la côte sud de quantités record de pluies chaudes, puis accentué au milieu du mois par le passage d'une intense tempête de fin de semaine. Cet important système chargé d'humidité était également accompagné de températures anormalement chaudes pour la saison, soit autour de 15 °C, ce qui a entraîné une fonte des neiges hâtive à moyenne altitude. La rivière atmosphérique est arrivée le 13 novembre en passant tout près de la pointe sud de l'île de Vancouver avant de libérer d'énormes quantités de pluie et de s'installer profondément dans les terres, dans la vallée du Fraser. De plus, l'événement différait de l'habituelle rivière atmosphérique de 24 heures; l'épisode s'étendit sur 2 jours et demi, disposant ainsi de plus de temps pour se déverser sur le sud. L'équivalent de près d'un mois de pluie s'est déversé sur la région pendant cette fin de semaine, se combinant ainsi à une importante fonte additionnelle des neiges dans la chaîne côtière, pour gonfler les cours d'eau de toutes tailles. Le sol saturé ne pouvait plus absorber d'eau et le ruissellement a été immédiat. Comme c'est le cas pour de nombreuses catastrophes météorologiques, la météo d'une seule journée ou d'une seule tempête n'est pas en cause, mais plutôt les effets cumulatifs des conditions se produisant souvent des semaines ou des mois auparavant.

Les précipitations totales associées à la rivière atmosphérique de la mi-novembre ont été astronomiques. Certains endroits ont reçu entre 200 et 300 mm en 2 jours et demi, ce qui va bien au-delà du total mensuel moyen de novembre. Pendant deux jours, 40 records de précipitations quotidiennes ont été battus par des totaux qui ne sont enregistrés que tous les 100 ans. Dans de nombreux endroits du sud-ouest, il a plu tous les jours pendant la première moitié du mois de novembre alors, lorsque l'intensité a augmenté le 13 novembre, ça n'a pas semblé si étrange, pas plus que les premiers rapports concernant des automobilistes coincés. Même la côte est de l'île de Vancouver, généralement pauvre en précipitations, a été aggravée par des chutes de pluie record pendant 3 jours, ce qui a provoqué des affaissements d'autoroutes et des inondations locales. Parallèlement, de fortes rafales pouvant atteindre 90 km/h ont fait trembler les bâtiments. À certains moments de la semaine, plusieurs milliers de personnes ont été privées d'électricité.

Puisque l'eau coulait en tous lieux, des flancs des montagnes se sont détachés et ont déclenché une coulée de débris. Les eaux et la boue ont submergé les principales

autoroutes dans les deux sens, détruit des ponts et piégé des conducteurs et des passagers. Des murs de débris ont heurté des véhicules, les renversant et les faisant tomber des autoroutes. La tempête de pluie et d'inondations a causé la mort d'au moins six personnes et près de 15 000 évacués. Les équipes de recherche et de sauvetage ont creusé profondément dans la boue à la recherche de voitures et de passagers manquants. Certaines parties de la route transcanadienne n'étaient plus praticables. L'autoroute 8 de la Colombie-Britannique est, pour l'essentiel, tombée dans la rivière Nicola, et des tronçons de la route de Coquihalla – la principale route liant Vancouver à l'intérieur de la Colombie-Britannique et au reste du Canada – seront fermés jusqu'en 2022. Les inondations ont submergé des villes entières et des parties de grandes villes. Les 7 000 habitants de Merritt ont été évacués pour la deuxième fois cette année lorsque la montée des eaux a mis hors service la station d'épuration des eaux usées. Les digues ont rompu, laissant des sections du centre-ville de Princeton sous l'eau. Des collectivités rurales et des collectivités des Premières Nations se sont retrouvées isolées lorsque les rivières en crue ont emporté les seules routes menant aux villes et tous les ponts de liaison. Plusieurs collectivités ont été placées en état d'urgence locale, et tous les citoyens à l'échelle de la province se sont retrouvés dans une situation d'urgence pendant au moins 2 semaines – la troisième fois cette année. Le plus grand port du Canada a été fermé à Vancouver, aggravant ainsi la situation de la chaîne d'approvisionnement déjà compromise dans tout le pays. Les services de téléphonie mobile et d'Internet ont été interrompus par de multiples fibres coupées, rendant l'émission d'avertissement et les efforts de sauvetage difficiles. De précieux champs agricoles se sont transformés en zones humides. Environ 1,3 million d'animaux sont morts dans les champs inondés, isolés par les inondations ou noyés dans les granges et les enclos dans une véritable catastrophe agricole.

Le personnel militaire canadien est rapidement intervenu pour contribuer aux activités de sauvetages de rétablissement et de restauration. De la nourriture a été rapidement expédiée par avion vers diverses collectivités, sans oublier de la nourriture pour animaux pour les grandes exploitations agricoles isolées par la montée des eaux et les routes fermées. En ces temps difficiles, de nombreux héros se sont illustrés, alors que les premiers intervenants, les équipes de recherche et de sauvetage et des milliers de citoyens ordinaires ont tout risqué pour retrouver, aider et abriter des milliers de personnes se trouvant dans des conditions périlleuses. Des milliers de travailleurs et de bénévoles ont travaillé sans relâche pour redonner rapidement le sentiment que la situation avait repris son cours normal, même si l'infrastructure endommagée ne sera complètement rétablie que bien après le début de 2022.

Les coûts des pertes assurées combinés aux pertes de biens privés non assurés devraient se chiffrer en milliards de dollars, quand la compilation sera complétée en 2022. Les pertes non assurées pour les infrastructures (restauration et reconstruction des ponts, des routes et des chemins de fer) pourraient s'élever à plusieurs milliards, ce qui fait probablement du déluge des déluges de la Colombie-Britannique l'événement météorologique le plus coûteux de l'histoire du Canada. La même année où la province a connu la pire canicule du Canada, elle a aussi subi l'inondation la plus coûteuse et la plus destructrice.

Les pluies ont par ailleurs continué à tomber! La Colombie-Britannique s'est préparée à affronter davantage de pluie et d'inondations. Trois autres rivières atmosphériques visaient la côte sud du 24 au 30 novembre. Bien que ces tempêtes aient été moins intenses et se soient déplacées plus rapidement que la première grande tempête, un nombre accru d'événements de pluie plus rapprochés a aggravé les vulnérabilités existantes en entraînant des effets en cascade. Au cours de la dernière semaine de novembre, les précipitations totales sur la côte sud ont varié de 100 mm à Vancouver à 350 mm à Hope. À la fin du mois de novembre, l'automne 2021 était officiellement le plus humide jamais enregistré dans au moins 10 stations de la côte sud de la Colombie-Britannique, et pourtant, la saison des pluies était, d'un point de vue climatologique, achevée à seulement 40 %.

3. Sécheresse d'un bout à l'autre du Canada

Les agriculteurs et les éleveurs d'expérience n'hésitent pas à qualifier la sécheresse qui a touché l'Ouest canadien cette année de l'une des pires de l'histoire. Les agriculteurs la comparent à celles de 1988 et de 1961; les historiens à celle des années 30. Cette sécheresse était si extraordinaire en raison de son étendue, de sa gravité et de sa persistance. Avant même le milieu de l'été, des dizaines de collectivités rurales avaient déclaré l'état de catastrophe agricole. À une semaine de la récolte, l'Outil de surveillance des sécheresses au Canada a classé 99 % du paysage agricole des Prairies en situation de sécheresse.

L'absence de pluies estivales dans l'ouest du pays a contribué à la chaleur torride et à la propagation des incendies de forêt. Des crêtes verticales persistantes ont redirigé le courant-jet plus au nord, empêchant ainsi la formation de nuages porteurs d'eau. Par conséquent, les régions du sud entre les basses-terres continentales et l'intérieur de la Colombie-Britannique, l'est des Prairies et le nord-ouest de l'Ontario ont connu l'un des étés les plus secs en 75 ans, de nombreux endroits ayant enregistré moins de la moitié des précipitations normales pendant la saison de croissance.

Cependant, les graines de cette sécheresse ont été semées des mois, voire des saisons, avant 2021. Dans une grande partie de l'Ouest, les champs étaient bruns pendant plus de jours que le blanc de la neige pendant l'hiver de 2020-2021. L'hiver n'avait pas été aussi sec depuis 50 ans dans certaines parties de l'Alberta. Edmonton a connu son deuxième hiver le plus sec en 136 ans. À Calgary il y a eu la moitié moins de pluies printanières que la normale. Le sud du Manitoba a été l'épicentre de la sécheresse au Canada, en particulier dans la vallée de la rivière Rouge et la région Interlake. Certains endroits comme Winnipeg ont connu les 2 années consécutives les plus sèches depuis plus d'un siècle.

Les cultures ont été brûlées et rabougries par la chaleur sèche. En raison des vents forts qui aspirent l'humidité, les maigres récoltes ne pouvaient être sauvées. À la mi-juillet, alors que la chaleur et la sécheresse s'accroissaient de manière croissante, personne ne pensait que la situation pouvait empirer davantage. Mais c'est arrivé! Des hordes de sauterelles aimant la chaleur et des groupes de rongeurs ont commencé à

envahir l'ouest, se déplaçant rapidement et se régaland de la verdure. Au moment de la récolte, les grains, au lieu de s'élever à la hauteur de la « poitrine », s'élevaient simplement à la hauteur des « mollets ». De plus, comme les récoltes de foin ne représentent que 10 à 25 % des récoltes normales, les éleveurs de bétail ont dû vendre aux enchères les animaux qu'ils ne pouvaient plus nourrir. Tous les Canadiens ont ressenti les effets de la sécheresse par la hausse du prix des aliments. Les pluies du mois d'août sont arrivées trop tard pour soutenir la production des céréales et du canola, bien qu'elles aient aidé les cultures produites plus tard comme le maïs, le soja, les pommes de terre et les tournesols.

Finalement, les pluies d'été ont été abondantes, par opposition à la sécheresse de la saison de croissance. Dans la vallée de la rivière Rouge, les précipitations à la fin du mois d'août, sur 3 mois d'été, avaient été supérieures de 20 % à la normale. Cela dit, en agriculture, le facteur temps est primordial. Par exemple, à Winnipeg, les trois quarts des précipitations de la saison chaude sont tombés sur une période de trois jours seulement. De plus, au cours d'une période de 60 jours allant du début juin à la mi-août – la période la plus critique où les cultures céréalières poussent fébrilement sous le long soleil des Prairies – il n'est tombé qu'un maigre 6 % des précipitations normales. De plus, cette période de 2 mois a connu 25 jours avec de températures supérieures à 30 °C. Une situation semblable s'est produite dans le sud de la Saskatchewan et le centre de l'Alberta. Les conditions météo ont été trop sèches et trop chaudes pendant trop longtemps, et les cultures n'ont pas pu survivre jusqu'à la mi-août. La sécheresse cause de la sécheresse! Avec de longues périodes de conditions chaudes et sèches, aucune humidité locale ne s'est ajoutée à l'atmosphère, ce qui a supprimé l'activité orageuse. Fait incroyable, entre le 16 juin et le 23 août, les orages violents n'ont produit aucune tornade dans les Prairies.

L'incidence de la sécheresse sur les producteurs alimentaires des Prairies a été dévastatrice. Par rapport aux autres années de sécheresse agricole, les pertes économiques liées à la sécheresse de cette année se chiffrent facilement en milliards de dollars.

Certaines villes ont commencé à s'inquiéter du manque possible d'eau potable. À Emerson, le débit de la rivière Rouge a chuté à 50 % sous la normale. Des périodes de sécheresse et de chaleur sur plusieurs saisons dans l'ouest ont asséché les réservoirs, réduisant ainsi la production d'énergie hydroélectrique à son niveau le plus bas depuis des décennies, ce qui a fortement réduit les revenus. Dans certaines régions du Manitoba et de la Saskatchewan, le sol argileux « gumbo » était si sec que les fondations des maisons ont commencé à se fissurer et à s'affaisser. Lorsque les pluies tardives sont arrivées, les fuites se sont multipliées.

La situation désastreuse ne s'étendait pas seulement aux Prairies, mais aussi à certaines parties du nord-ouest de l'Ontario et vers l'ouest jusqu'à la Colombie-Britannique. Dans tout le sud de la Colombie-Britannique, le printemps a également été exceptionnellement sec. L'aéroport de Victoria a enregistré seulement 53 mm de pluie au printemps – un nouveau record de sécheresse depuis que le début de

la consignation des données il y a 80 ans. Kamloops a enregistré son deuxième printemps le plus sec en plus d'un siècle. La sécheresse s'est poursuivie pendant l'été. Du 16 juin au 6 août, Vancouver a connu 53 jours consécutifs sans précipitations mesurables (0,2 mm ou plus), ce qui n'est pas un record, mais la plus longue période sèche depuis 35 ans. Les viticulteurs craignaient que les raisins ne tombent avant d'être prêts à être cueillis. Les baies des arboriculteurs sont devenues molles à cause de la chaleur.

Dans l'est du pays, à l'approche de la saison des semis, l'Ontario et le Québec ont connu un important déficit de précipitations printanières, entre 25 et 75 % des totaux normaux. Les déficits se situaient entre 110 et 130 mm dans des endroits comme Chatham-Kent dans le sud-ouest de l'Ontario et dans la région de Montréal. Le manque de précipitations printanières à Montréal a été très près du record historique datant de 1915. Le mois de mai a été l'un des plus secs jamais enregistrés depuis 75 ans, de London à Ottawa. Des pluies bienvenues sont finalement arrivées en juin, un peu tard pour les fraises, mais excellentes pour les cultures qui ont suivi.

4. Saison des feux de forêt – hâtive, active et incessante

Au Canada, la saison des feux de forêt a commencé environ un mois plus tôt que prévu, en raison d'un printemps sec record et de la fonte précoce de la neige des montagnes. Les statistiques du Centre interservices des feux de forêt du Canada (CIFFC) témoignaient d'une année active en matière de feux. À l'échelle nationale, le nombre d'incendies a augmenté de 2 500 par rapport à 2020 et la superficie des zones boisées brûlées a été 1,6 fois supérieure à la moyenne décennale.

En Colombie-Britannique, les feux de forêt ont commencé à la fin du mois de juin et se sont poursuivis jusqu'en septembre. Le BC Wildfire Service a signalé 1 522 incendies, lesquels ont brûlé 889 813 hectares de bois, de broussailles et de prairies, soit une superficie équivalente à une fois et demie celle de l'Île-du-Prince-Édouard, soit près de 60 fois la superficie brûlée en 2020 et la troisième plus importante jamais enregistrée. La province a connu son été le plus chaud depuis que l'on a commencé à consigner les données en 1948. De plus, dans les secteurs intérieurs déjà secs, les précipitations de la saison chaude ont atteint un niveau record. Certains endroits n'avaient pas vu de pluie depuis 5 semaines ou plus. En plus des conditions chaudes et sèches, il y a eu de fréquents épisodes de foudre sèche, des rafales, une faible humidité et un soleil éclatant, ce qui a donné lieu à une saison des feux longue, active, intense et difficile. Les incendies se déplaçaient souvent rapidement et étaient agressifs, ce qui a entraîné 50 000 évacuations et l'instauration de l'état d'urgence dans toute la province pour la troisième année sur les 5 dernières. Les feux d'envergure dans la province ont pris de l'ampleur et sont devenus incontrôlables, allant essentiellement là où les vents les portaient. Les équipes de pompiers de la Colombie-Britannique ont reçu l'aide d'autres équipes provenant de partout au Canada, du Mexique et de l'armée canadienne, portant le total des pompiers spécialisés en lutte contre les feux de forêt à 5 300.



À la fin du mois de juin, un incendie incontrôlé a pris naissance sur le terrain escarpé et rocheux du canyon du Fraser, en Colombie-Britannique, juste au sud du village de Lytton. Au bout du compte, l'incendie a détruit environ 90 % de Lytton, y compris le bureau de poste et le centre de santé, et a fait 2 morts. À la mi-juillet, un autre incendie majeur s'est déclaré entre Kamloops et Vernon le long de l'autoroute 97, connu sous le nom d'incendie de White Rock Lake. Cet incendie s'est propagé dans la collectivité de Monte Lake – la deuxième collectivité de la Colombie-Britannique détruite par un feu cet été – et n'a été maîtrisé qu'à la mi-septembre. Les pertes couvertes par des assurances liées aux 2 grands incendies ont atteint 164 millions de dollars. Outre les pertes humaines et matérielles, les incendies ont tué des millions d'animaux sauvages et détruit leurs habitats; la fumée générée par ces incendies s'est déplacée vers la côte sud et vers l'est à travers les Rocheuses. Souvent sur la trajectoire des feux de forêt cet été, Kamloops a connu un record de 478 heures de fumée et de brouillard. Dans le sud-est de la province, Castlegar a également enregistré un record de 295 heures de fumée.

Le 10 juillet, des feux incontrôlés étaient actifs dans chaque province et territoire, à l'exception du Canada atlantique et du Nunavut. L'Alberta était une exception notable. Alors que le nombre de feux approchait de la normale en Alberta, la superficie brûlée ne représentait étonnamment que 15 % de la normale. Seule une petite partie de la fumée affectant les Albertains provenait d'incendies d'origine locale. Les avertissements sur la qualité de l'air sont devenus une réalité quotidienne dans l'Ouest, car les pluies et les vents d'altitude qui purifient l'air d'habitude ont été absents pendant une grande partie

de l'été. Dans certains cas, la brume qui bloquait le soleil réduisait les températures de l'après-midi de 5 °C ou plus. Le ciel immense des Prairies était souvent d'un gris orange étrange et on ne pouvait pas voir de l'autre côté de la rue. Calgary a enregistré 512 heures de fumée et de brume (le compte annuel normal est de 12 heures), soit les ciels les plus sales en 70 ans de relevés. Au Stampede de Calgary, on a annulé les courses de chevaux et de chariots pour protéger la santé des animaux, des participants et des spectateurs. Edmonton a été moins touchée avec 125 heures de fumée cette année, mais a tout de même connu le deuxième été le plus enfumé depuis 1953 et 9 fois le nombre normal d'heures de fumée.

Un autre point chaud de forêts brûlées s'étendait vers l'est depuis la Saskatchewan jusqu'au nord-ouest de l'Ontario; le pourcentage de surface brûlée y était de 2 à 8 fois supérieur à la moyenne décennale. En Saskatchewan, en mai, l'incendie à propagation rapide de Cloverdale s'est déclenché entre La Ronge et Prince Albert avant de traverser les autoroutes, de brûler les lignes de transmission et de priver d'électricité 9 000 clients. Prince Albert a déclaré l'état d'urgence locale. La Ronge a subi 293 heures de fumée et de brume. Regina a enregistré 147 heures de fumée, par rapport à seulement 5 heures en 2020. C'est le nombre d'heures le plus élevé que la ville ait connu depuis 1995 et le troisième plus élevé en près de 70 ans. La fumée épaisse dégagée par les feux de forêt à l'est de Berens River, au Manitoba, et dans le nord-ouest de l'Ontario a laissé une odeur de bois brûlé dans l'air. Plus de 1 300 personnes des collectivités des Premières Nations du Manitoba ont été évacuées. À Winnipeg, le nombre d'heures de fumée a atteint 239, soit le deuxième nombre d'heures le plus élevé depuis 1953 et 16 fois la normale.

Dans le nord-ouest de l'Ontario, le temps chaud et sec du printemps et de l'été a contribué à la création de conditions propices aux incendies. Il y a eu 50 % plus de feux de forêt par rapport à la moyenne décennale, mais ces feux ont brûlé 5 fois la superficie moyenne brûlée en un an. La province de l'Ontario a déclaré qu'il s'agissait de la pire saison de feux de forêt jamais enregistrée, celle-ci dépassant de 10 % le précédent record de 1995. Le plus grand incendie jamais enregistré est survenu près de Kenora et a fait rage de manière incontrôlable pendant près de 5 mois. L'Ontario a imposé des restrictions aux activités d'exploitation minière, de l'industrie ferroviaire, de construction et de transport afin de réduire la probabilité que des étincelles déclenchent d'autres incendies. Plus de 3 000 personnes évacuées des collectivités des Premières Nations de l'Ontario ont été relogées dans le sud et 5 000 autres personnes ont été placées en état d'alerte à court terme.

5. Le Canada survit à quatre vagues de chaleur

Dans l'ensemble du Canada, l'été 2021 s'est classé au cinquième rang des saisons les plus chaudes des 74 dernières années. Seul le Nunavut a connu des températures plus près de la normale. Dans l'extrême ouest, la Colombie-Britannique, l'Alberta et la Saskatchewan ont connu leurs étés les plus chauds depuis au moins 60 ans, et des avertissements de chaleur ont été émis dans des provinces entières. Bien que la vague de chaleur de la Colombie-Britannique ait certainement été l'événement le plus

marquant de l'année, la fréquence de la chaleur extrême dans tout le pays a constitué une part importante de l'expérience météo de tous les Canadiens en 2021. Pour montrer à quel point la chaleur était torride et constante, des journées avec des températures de 30 °C ou plus ont été enregistrées pendant 5 mois. À Edmonton, le nombre de journées chaudes a surpassé le nombre total de journées chaudes des 8 années précédentes réunies. À Winnipeg, aucune année antérieure n'a connu un nombre plus élevé de journée de plus de 30 °C (35 en 2021 par comparaison à une normale de 13). À Saskatoon, le 2 juillet, il a fait plus de 40 °C. Si l'été a disparu dans l'Est en juillet, la chaleur est revenue en force au cours des deuxième et troisième semaines d'août. Montréal a enregistré le mois d'août le plus chaud de son histoire, les données étant consignées depuis 1871. Plusieurs villes ont également connu des nuits très chaudes, ce qui s'inscrit dans une tendance à long terme observée en Amérique du Nord et en Europe au cours des dernières décennies. À titre d'exemple, Toronto a connu 14 nuits avec des températures supérieures à 20 °C, la moyenne étant de quatre pour ce type de nuits. Dans l'Est, les pires conditions étaient l'humidité oppressante et étouffante. Par moments, l'air était non seulement chaud et humide, mais aussi chargé de cendres et de fumée provenant des feux de forêt du nord-ouest de l'Ontario et du Manitoba.

Alors que le Canada a connu une chaleur constante de mai à août, la chaleur s'est manifestée par vagues, avec au moins 4 épisodes de jours 40-30-20 : des valeurs d'humidex de 40 ou plus, des après-midi chauds dépassant les 30 °C et des nuits tropicales supérieures à 20 °C.

Première vague de chaleur

Autour de la longue fin de semaine de mai, les températures maximales, de l'Ontario jusqu'à Terre-Neuve-et-Labrador, ont atteint les 20 °C et même dépassé les 30 °C. Toutefois, à la fin du mois de mai, la vague de chaleur précoce s'est terminée brusquement avec des températures record inférieures au point de congélation. La première vague de chaleur dans l'Ouest est survenue au début du mois de juin, soit environ un mois plus tôt que la normale, avec 70 nouveaux records de température. C'était avant même l'apparition du dôme de chaleur apocalyptique qui a frappé une grande partie de l'Ouest canadien à la fin du mois de juin. Au cours de l'événement précurseur, la chaleur a dépassé les 35 °C dans certaines villes de l'Alberta et de la Saskatchewan et a atteint 40 °C au Manitoba, dépassant ainsi des records centenaires de 4 ou 5 degrés. Les responsables de la santé publique ont invoqué des mesures sanitaires précoces pour contrer les chaleurs extrêmes. C'était là un bon test pour ce qui allait suivre 3 semaines plus tard.

Deuxième vague de chaleur

Environ une semaine après la première vague de chaleur dans l'Est, une chaleur torride a de nouveau enveloppé la région du 4 au 9 juin. Plusieurs sites ont signalé des températures dépassant les 30 °C pendant 3 à 5 jours consécutifs, certaines dépassant la normale de 14 degrés. L'humidité a été encore plus spectaculaire avec des indices

humidex de plus de 40. Le temps chaud et humide a également occasionné une détérioration de la qualité de l'air, faisant grimper les indices de qualité de l'air à élevés, posant ainsi un plus grand risque pour la santé. La chaleur a entraîné une hausse précoce de la demande en électricité, les citoyens ayant augmenté leur utilisation des systèmes de climatisation et des ventilateurs.

Dans l'Ouest canadien, au cours de la dernière semaine de juin, la canicule s'est fait largement ressentir. Des milliers de records de température ont été battus, dont un record canadien de 49,6 °C à Lytton, en Colombie-Britannique. À la fin du mois de juin, plus de 80 % des Prairies faisaient l'objet d'un avertissement de chaleur mortelle, avec une semaine ou plus de températures allant entre 30 °C et 50 °C. À Calgary, le mois de juin a été le deuxième plus chaud jamais enregistré; la journée la plus chaude, le 29 juin, ayant atteint 36,3 °C, à seulement 0,2 °C de la température la plus élevée jamais enregistrée dans la ville. À Vancouver, à la fin du mois de juin, les températures ont dépassé les 30 °C pendant 4 jours et la ville a enregistré un nouveau record absolu de 32,4 °C le 29 juin. Normalement, la ville connaît une température de plus de 30 °C une fois tous les 3 ou 4 ans.

Troisième vague de chaleur

Quelques jours seulement après l'atténuation du dôme de chaleur accablante, une troisième vague de chaleur s'est abattue sur l'Ouest. Une fois de plus, des températures caniculaires ont prévalu dans les Prairies, allant de 30 à 35 °C pendant les 2 semaines de la mi-juillet. La chaleur a été aggravée par une sécheresse prolongée. Dans l'Est, la nature a pris une pause en juillet. Mais au cours de la deuxième semaine d'août, l'Ontario, le Québec et les Maritimes ont connu des températures record environnant les 35 °C, aggravées par des valeurs d'humidex allant de 40 à 45. La troisième vague a apporté certaines des nuits les plus chaudes de tout l'été. À Toronto, il y a eu 5 nuits où la température a été supérieure à 20 °C, y compris le 10 août, lorsque la température a atteint 23,4 °C à 3 h du matin et que l'indice humidex était de 34.

Quatrième vague de chaleur

La quatrième et dernière vague de l'été s'est étendue d'un océan à l'autre et a été la vague de chaleur la plus longue du pays, s'étirant sur 2 à 3 semaines. Elle a débuté dans l'Ouest au cours de la dernière semaine de juillet et s'est poursuivie jusqu'à la mi-août, soit la période typiquement chaude de l'été. À la mi-août, des avertissements de chaleur étaient en vigueur dans 9 provinces. En Colombie-Britannique et en Alberta, la chaleur qui a duré plusieurs jours a été aggravée par les feux de forêt et la fumée. Dans l'intérieur de la Colombie-Britannique, certains endroits ont à nouveau enregistré des températures supérieures à 40 °C, soit 10 degrés de plus que les valeurs saisonnières. La chaleur intense a compromis les récoltes de produits horticoles dans l'Okanagan. Les pommes encore dans les arbres étaient brûlées par le soleil ou cuites. Plusieurs régions de l'Alberta ont fait l'objet soit d'avertissements de chaleur, soit d'avertissements de fumée, soit des deux. Edmonton a enregistré la deuxième période

de températures moyennes les plus élevées jamais enregistrée de juin à la mi-août, juste en dessous de celle de 1961. Au début du mois d'août, des records de température élevée ont été battus dans au moins six collectivités des Territoires du Nord-Ouest, notamment à Yellowknife où la température a atteint 32,6 °C le 2 août, éclipsant le précédent record de 32,5 °C établi le 16 juillet 1989.

Dans l'Est, seulement quelques jours séparaient la troisième et la quatrième vague de chaleur. La troisième vague a persisté du 9 au 13 août et la quatrième du 17 au 26 août, ce qui donna l'impression d'une période de chaleur de 15 à 20 jours.

À Montréal, en raison d'une vague de chaleur de près de 2 semaines, le mois d'août s'est avéré être le plus chaud depuis 145 ans. La ville a battu le record établi en 1916 pour le nombre de jours à 33 °C ou plus. Terre-Neuve-et-Labrador n'a pas été laissée pour compte. Le 16 août, les températures ont commencé à atteindre et à dépasser les 30 °C à Terre-Neuve et dans le sud-est du Labrador.

6. Une année de tornades EF2

Les tornades d'une intensité égale ou supérieure à 2 sur l'échelle Fujita améliorée (EF2) représentent environ 8 % de toutes les tornades qui ont frappé le Canada; avec certaines années où on n'en comptait aucune. Avec des vitesses de vent entre 180 et 220 km/h, les tornades EF2 sont suffisamment fortes pour arracher les toits de maisons, sortir des maisons préfabriquées de leurs fondations, casser ou déraciner 50 % des arbres sur sa trajectoire, soulever des voitures du sol et propulser des objets à quelques kilomètres de distance.



Le 21 juin, la tornade de force EF2 la plus importante du Québec a frappé dans l'après-midi lorsque de l'air chaud et humide et un front froid ont généré plusieurs tornades confirmées entre 15 h et 17 h. La première tornade s'est abattue sur St-Valentin à 15 h 35. Dix minutes plus tard, la tornade la plus puissante de la journée a frappé une zone résidentielle à l'est de Mascouche. La tornade de force EF2 a duré entre 15 et 20 secondes sur une trajectoire de 6,5 km et a balayé latéralement la collectivité avec des vents allant de 180 à 200 km/h. La tornade a été à la fois mortelle et destructrice. Elle a coûté la vie à un homme qui s'était réfugié dans un cabanon – la première victime d'une tornade au Québec en 27 ans. Selon la municipalité, entre 75 et 100 maisons ont subi des dommages importants, allant d'étages supérieurs arrachés à des structures sorties de leurs fondations. Des bardeaux de toiture, des morceaux de revêtement en vinyle, des bouts d'arbres, et des pièces de bicyclettes, de tondeuses à gazon et de barbecues se sont répandus sur le sol sur plus de 3 kilomètres.

Le 15 juillet, en Ontario, les météorologues s'attendaient à ce que ce soit une journée d'activité orageuse. Les orages se sont manifestés vers 12 h et à 14 h 30. La première tornade de force EF2 a touché le sol à l'ouest de l'autoroute 400, dans un quartier du sud-est de Barrie. Des témoins oculaires de l'événement météo survenu ce jour-là ont confirmé que la nature n'a donné que peu de signes des conditions extrêmes à venir. Il n'y a eu au préalable ni de pluie ni de ciel menaçant. Il n'y avait pas d'éclairs et de tonnerre dans le ciel, pas de vents forts annonciateurs ou de nuages sombres et inquiétants. On a confirmé que la tornade de Barrie était une tornade de force EF2 de

haut niveau avec des vents maximums de 210 km/h et une trajectoire de 12,5 km de long et de 510 m de large. Au total, 150 maisons ont été endommagées et près de la moitié ont été jugées inhabitables. Plusieurs habitations ont vu leur deuxième étage arraché net. Près de 700 véhicules ont été endommagés, dont quelques-uns qui ont été soulevés et renversés. Des dizaines de clôtures ont été arrachées et un trampoline a été projeté dans le jardin de quelqu'un d'autre. Des débris recouvraient la scène sur 3 kilomètres. Les pertes préliminaires de biens couverts par des assurances s'élèvent à plus de 100 millions de dollars. Heureusement, il n'y a eu ni décès ni blessures graves. La tornade de Barrie n'est pas la seule tornade de force EF2 qui a frappé cette journée-là. Étonnamment, six autres tornades ont été confirmées comme étant de force EF2 et 3 de force EF1, bien qu'aucune n'ait été aussi destructrice que celle de Barrie.

7. Un froid arctique gèle le Canada en février

L'hiver a été remarquablement doux dans tout le Canada jusqu'en février, quand soudain, un souffle arctique venant de Sibérie a frappé l'Amérique du Nord. Parallèlement, un système de haute pression au Groenland s'est intensifié, apportant de l'air doux le long de la côte atlantique. Cette circulation a créé des contrastes de température spectaculaires : 20 °C sous la normale en Alberta et en Saskatchewan et 20 °C au-dessus de la normale sur le sud de l'île de Baffin. Le courant la Niña sur l'océan Pacifique équatorial est en partie responsable du phénomène, mais le froid extrême du souffle arctique de février a joué un rôle majeur.

Le souffle arctique s'est installé dans les Prairies pendant 2 semaines en février et s'est étendu à tout le pays. Au cours de la fin de semaine de la Saint-Valentin, chaque kilomètre carré du pays, de Victoria à St. John's, était gelé. Les Prairies ont fait l'objet d'un avertissement de froid extrême avec des températures maximales de -34 °C en après-midi et un refroidissement éolien allant de -45 à -55 pendant la nuit. Le froid extrême qui a régné dans les Prairies est excessivement rare et des records de température remontant à plus de 50 ans ont été battus. Au cours de la deuxième semaine de février, plus de 225 nouveaux records de températures minimales basses quotidiennes ont été établis dans l'ensemble de l'Ouest canadien et du Yukon, avec un nombre équivalent de records de températures maximales basses quotidiennes. Le Canada a connu sa température la plus froide en 4 ans, soit -51,9 °C à Wekweèti, dans les Territoires du Nord-Ouest. À Winnipeg, un nouveau record de froid de -38,8 °C a été établi le 13 février, ce qui plus froid que la température au sommet du mont Everest. Du 6 au 14 février, la température à Winnipeg n'a jamais grimpé au-dessus de -22 °C. Le 7 février, la température à l'aéroport international d'Edmonton est passée à 0,1 °C de battre le record quotidien de -43,9 °C établi en 1994.

Ce froid extrême et durable a eu des effets néfastes dans les communautés. Dans certaines villes des Prairies, les organismes communautaires de quartier ont offert des lits supplémentaires pour abriter davantage de personnes. Un service gratuit de transport par autobus de nuit a également été mis en place pour sortir les gens du froid. Le froid extrême a brisé d'innombrables conduites d'eau et fissuré les voies ferrées urbaines. Les services publics de l'énergie ont établi de nombreux nouveaux records

quotidiens de consommation de gaz naturel et le froid a fait grimper la demande en propane à son plus haut niveau depuis des décennies. Le froid était si glacial, qu'il n'était même pas possible de faire du ski ou de la planche à neige. À Calgary, le Chinook Blast, un nouveau festival d'hiver visant à célébrer les vents chauds légendaires de Calgary, a été retardé en raison du temps froid. À Edmonton, lors du plus long match de hockey du monde, les températures minimales sont descendues à -42 °C. Les rondelles éclataient en morceaux lorsqu'elles frappaient les poteaux des buts.

Comme l'hiver rigoureux ne s'est présenté qu'en février, la vague de froid fut d'autant plus intense. Avant l'arrivée du souffle arctique, la température moyenne en après-midi à Winnipeg entre novembre et janvier était la plus chaude jamais enregistrée, les observations remontant aux années 1870. La vague de froid de février a eu un effet minime sur la température hivernale dans son ensemble. En Amérique du Nord, compte tenu de la température moyenne de décembre 2020 à février 2021 inclusivement, cet hiver demeure le 11e plus chaud du présent siècle.

8. Encore de la grêle et des inondations à Calgary

Pour la deuxième année consécutive, et pour 9 des 12 dernières années, les tempêtes de grêle de Calgary figurent sur la liste des événements météo importants de l'année, faisant ainsi honneur à sa réputation de capitale canadienne de la grêle. Calgary est située en altitude, sous le vent des Rocheuses dans une zone propice au développement des tempêtes, ce qui augmente les chances que s'y forment de gros grêlons chaque année. L'averse de grêle de 20 minutes qui avait frappé Calgary en juin 2020 avait été l'événement météo numéro un de l'an dernier. Cette tempête de grêle d'un milliard de dollars fut la plus coûteuse au pays cette année-là et demeure la quatrième tempête la plus coûteuse de l'histoire du Canada.

Le 2 juillet 2021, des conditions atmosphériques quasi parfaites ont permis à une importante cellule orageuse de se former le long des contreforts et de balayer la ville en direction est. Un orage matinal combiné à un avertissement chaleur a donné lieu à une journée orageuse. La température maximale de la journée a dépassé les 30 °C. La veille, il avait fait encore plus chaud avec un maximum de 36,3 °C (la deuxième température la plus élevée de la ville en 150 ans). Dans l'après-midi du vendredi, une série d'avertissements et de veilles météorologiques ont signalé l'arrivée de 5 heures d'orages. Ces orages ont généré 50 mm de pluie, des vents de force modérée et une quantité importante de grêlons variant de la taille d'une pièce de dix cents à celle d'une balle de golf. Les nuages en entonnoir avec un mouvement de rotation et les multiples éclairs étaient encore plus menaçants. La tempête a provoqué des inondations localisées, transformant les routes en rivières et les passages souterrains en canaux. Les services d'urgence ont répondu à 200 appels en 2 heures, notamment pour assurer le sauvetage d'automobilistes qui se sont retrouvés coincés en raison des eaux montées à la hauteur des poignées de porte de leur véhicule. Des refoulements d'égouts dans les sous-sols ont également été signalés. La grêle a criblé de millions de bosses les véhicules et le revêtement des maisons. Près de 16 000 réclamations

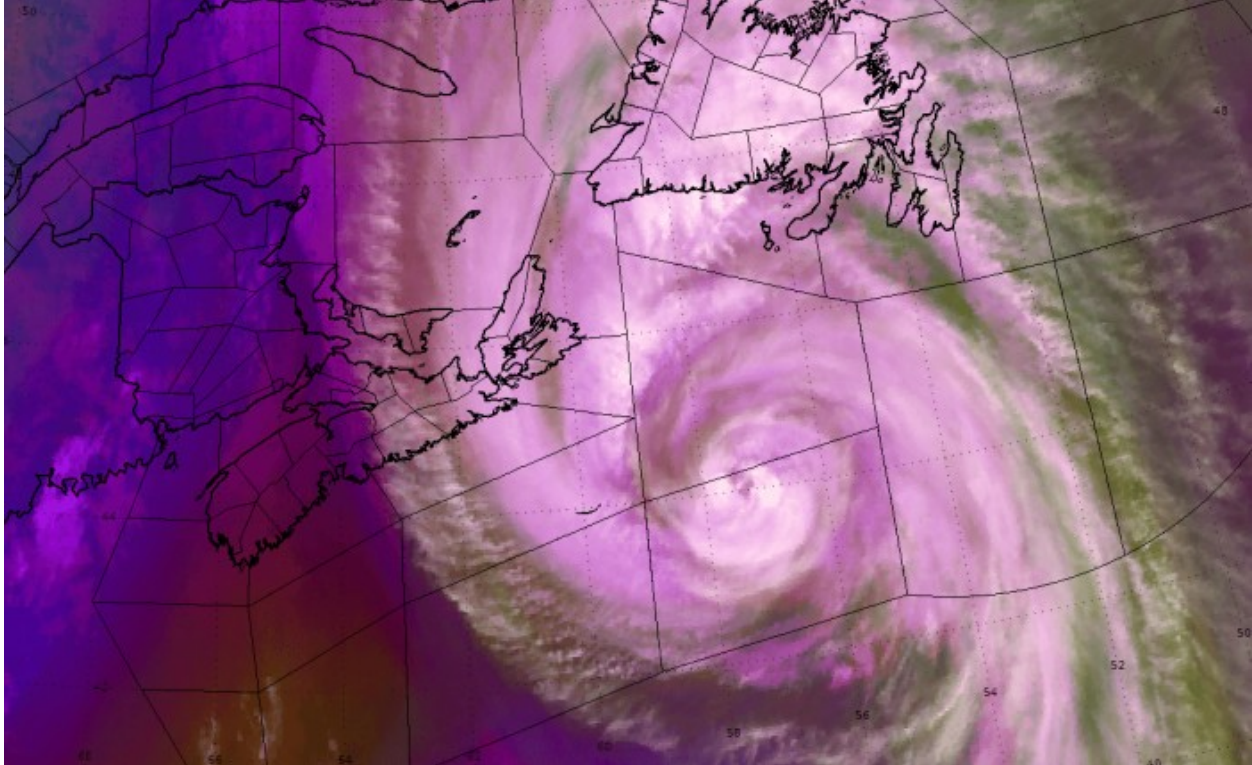
d'assurance pour des dommages causés aux véhicules, comme des pare-brise fissurés ou brisés et de la tôle cabossée, ont été soumises, pour un montant total de 128 millions de dollars. Les pertes totales causées par la tempête ont par ailleurs fait l'objet de 39 000 réclamations d'assurance dont la valeur dépassait 555 millions de dollars.

9. L'ouragan Larry frappe Terre-Neuve

Après une saison record d'ouragans en 2020, avec 30 tempêtes tropicales dans le bassin atlantique, cette année fut encore une fois chargée d'activité. Le bassin a connu 21 tempêtes tropicales nommées, d'Ana à Wanda, et 7 ouragans, dont 4 étaient d'envergure majeure avec des vents soutenus de 178 km/h ou plus. Ces tempêtes tropicales étaient plus fortes et d'une durée plus longue que la normale, avec une énergie cyclonique supérieure d'environ 50 % à la moyenne à long terme.

Les 9 et 10 juillet, la tempête tropicale Elsa a généré de 50 à 100 mm de pluies torrentielles et des vents forts dans certaines parties des Maritimes pendant sa phase post-tropicale. Hormis des pannes d'électricité qui ont touché 26 000 foyers et entreprises, la région s'en est sortie relativement indemne. La tempête tropicale Henri a touché terre en Nouvelle-Angleterre le 22 août avant de passer au sud des Maritimes sous forme de dépression post-tropicale quelques jours plus tard, mais sans impact majeur au Canada.

L'ouragan Ida a été l'un des ouragans les plus puissants à frapper la côte américaine du golfe du Mexique, touchant terre en Louisiane le 29 août. Ida a généré de 150 à 200 mm de pluie sur une grande partie du Nord-Est américain, de Philadelphie à Boston, ainsi que des pluies record et des inondations importantes à New York. Les restes d'Ida ont également traversé les Maritimes les 1er et 2 septembre, et ont atteint Terre-Neuve-et-Labrador le jour suivant. En comparaison à la dévastation qu'ont connue les États-Unis, Ida s'est avérée plus comme une nuisance au Canada, avec des pluies diluviennes et des rafales de 70 à 110 km/h. Dans les 3 provinces maritimes, 25 stations ont enregistré plus de 100 mm de pluie, dont la moitié à l'Île-du-Prince-Édouard, notamment Summerside et Charlottetown. Plusieurs stations ont battu de nouveaux records de précipitations en une journée. Avec des précipitations de 30 mm ou plus à l'heure et des vents forts, plusieurs routes et stationnements ont été submergés. Les rues de Charlottetown sont devenues impraticables et plusieurs véhicules se sont retrouvés à moitié submergés. À la suite du déluge d'Ida, une grande partie de l'industrie des mollusques et crustacés (moules et palourdes) de la province a cessé ses activités pendant une semaine ou plus en raison du risque de contamination par les eaux de ruissellement excessives.



Après s'être formé au large de l'Afrique de l'Ouest le 31 août, l'ouragan Larry s'est presque immédiatement transformé en une puissante tempête. Larry est entré dans l'histoire en devenant l'ouragan majeur qui a duré le plus longtemps dans le bassin atlantique, avec des vents soutenus de plus de 175 km/h qui ont soufflé pendant presque une semaine entière, du 3 au 8 septembre. Le 9 septembre, Larry a atteint 305 km à l'est des Bermudes avant d'accélérer sa course vers Terre-Neuve-et-Labrador et d'entrer dans les eaux canadiennes le 10 septembre sous forme d'ouragan de catégorie 2 avec des vents soutenus de 155 km/h. Avec des vents violents et des pluies abondantes, Larry a provoqué une forte houle, de dangereux ressacs, des vagues déferlantes destructrices et des courants de retour. Jusqu'au 11 septembre, Larry est toutefois resté au-dessus de l'océan, ne représentant aucune menace pour les navires ou les terres.

Larry n'était pas Igor, du moins du point de vue des quantités de pluie reçues, mais Terre-Neuve-et-Labrador a été durement touchée par le vent et les ondes de tempête. Les pluies ont été dignes d'un ouragan – abondantes et intenses, mais brèves. Vers minuit HAT, le 11 septembre, Larry a touché terre sous la forme d'une tempête de catégorie 1 au sud-ouest d'Avalon, avec des vents soutenus de 130 km/h et des rafales atteignant parfois 180 km/h. Larry s'est transformé en tempête post-tropicale en traversant la province. Les vents ont occasionné de nombreuses pannes de courant en raison des arbres renversés et des branches cassées ont arraché le toit d'une école. À St. John's, une énorme tente de spectacle a été emportée. Plus de 60 000 clients ont été privés d'électricité pendant la tempête. Les infrastructures côtières ont également subi de nombreux dommages. L'onde de tempête, combinée au niveau d'eau élevé, a

fait des ravages dans certaines collectivités côtières comme Placentia-St. Mary's et St. Vincent's où plusieurs routes se sont affaissées et ont été fermées pendant plusieurs jours. Plusieurs parcs ont perdu des arbres précieux et ont été fermés.

Les dégâts auraient été plus importants si les citoyens n'avaient pas pris au sérieux les avertissements de tempête. Se souvenant des dégâts d'Igor en 2010, les habitants se sont précipités après la fête du Travail afin de faire des provisions pour plusieurs jours. Ils ont attaché leurs meubles de jardin et taillé leurs arbres pendant que les villes nettoyaient les ponceaux et les bassins collecteurs et préparaient des barricades. Malgré tout, le nettoyage a duré plusieurs jours après le passage de Larry. Selon les estimations préliminaires, les pertes matérielles traitées par le secteur des assurances ont dépassé 25 millions de dollars et fait l'objet de 2 200 réclamations.

Le 19 septembre, l'humidité de la tempête post-tropicale Odette a provoqué de fortes pluies sous forme d'orages dans l'est de la Nouvelle-Écosse, notamment sur l'île du Cap-Breton. Ingonish Beach et Eskasoni ont été parmi les endroits les plus pluvieux et ont reçu entre 55 et 65 mm de pluie, dont plus de la moitié est tombée en une heure. St. John's a reçu 50 mm de pluie, les pluies moins importantes de Larry tombé la semaine précédente ont toutefois contribué à aggraver la situation. L'ouragan Sam a quant à lui pratiquement laissé Terre-Neuve tranquille les derniers jours de septembre et est resté au large.

10. Un clipper Albertain en janvier

Au cours de la deuxième semaine de janvier, la queue d'une rivière atmosphérique provenant de l'océan Pacifique s'est intensifiée pour devenir un intense clipper de l'Alberta qui a rapidement traversé l'ouest des Prairies. Le système a propagé des vents descendants de plus de 100 km/h sur une bonne partie du sud et du centre de l'Alberta ainsi que du sud de la Saskatchewan, après plusieurs jours de mauvais temps. Des rafales supérieures à 100 km/h, dont 13 ayant établi des records pour le mois de janvier, notamment des vents de 137 km/h à Barnwell (Alberta) et de 143 km/h à Bratt's Lake (Saskatchewan), ont été enregistrées par 76 stations d'anémométrie. À l'aéroport de Moose Jaw, les vents ont atteint 161 km/h! Pendant la tempête, plusieurs anémomètres se sont envolés, il est donc certain que beaucoup plus de records ont été établis que ce qui a été rapporté.

La pluie, la pluie verglaçante et les éclairs à l'avant du système se sont rapidement transformés en neige et en poudrière lorsque la tempête a progressé vers l'est. La pluie verglaçante a apporté des surfaces glissantes et des panes de courant généralisées dans l'ouest du pays. En raison du blizzard, la visibilité était nulle dans les Prairies, ce qui a entraîné la fermeture de plusieurs autoroutes et laissé des personnes coincées dans leur voiture pendant plusieurs heures. Les vents violents ont brisé de nombreuses structures. Dans le sud de l'Alberta, les vents ont renversé des semi-remorques, répandant des débris sur les autoroutes. Des appareils de chauffage, de ventilation et de climatisation posés sur des toits ont disparu, ainsi que des poubelles. C'est la Saskatchewan, où la période de rafales et de vent extrêmes fut la plus longue, qui a été

le plus touchée par la violente tempête. À Regina, la passerelle piétonne couverte qui traverse en surplomb les pri

ncipales artères du centre-ville a été endommagée par endroits. Dans les zones rurales, la tempête a détruit des hangars et des granges, tordu de l'équipement d'irrigation et déformé des silos à grains. Les pannes d'électricité étaient généralisées, affectant les services cellulaires et l'Internet. Plus de 100 collectivités ont signalé des pannes touchant plus de 100 000 clients, certaines pannes s'étirant sur 4 jours. Avant que la tempête ne quitte la Colombie-Britannique, les pannes d'électricité avaient touché 212 000 clients dans les basses-terres continentales et le sud de l'île de Vancouver. À la suite de cette tempête et des rafales survenues une semaine plus tard, des réclamations d'assurance de biens d'une valeur totale de près de 155 millions de dollars ont été soumises dans les 4 provinces de l'Ouest, la majorité des pertes ayant été enregistrées en Saskatchewan.

Événements météorologiques marquants par région et événements finalistes en 2021

Canada atlantique

- La première tempête hivernale ne survient pas avant le Nouvel An
- Une « bombe météorologique » actionne les souffleuses à plein régime
- La tempête du jour de la marmotte de 2021
- Une tempête paralyse le Canada atlantique pendant plus d'une semaine
- Une misérable journée hivernale pour Moncton
- Une tempête en mars qui fait une entrée en lion sur le Canada atlantique
- Des éclairs inhabituels en mars
- Pluie de Pâques et tempête de verglas avec perte en mer
- Averses d'avril record à Terre-Neuve
- Rares tornades en Nouvelle-Écosse
- La glace mince et faible sur la côte du Labrador perturbe la vie
- Où sont les icebergs?
- La rivière atmosphérique du Canada atlantique

Québec

- La tempête du jour de la marmotte ralentit la circulation
- Le blizzard cause la fermeture de routes au début de mars
- La foudre réveille les Montréalais
- Une tempête hivernale printanière frappe l'Est
- Un record minimum de glace dans le golfe
- Le dernier soubresaut de l'hiver

- Explosion de pollen
- Un orage à Trois-Rivières
- Un mois d'août accablant et lourd à Québec
- Tempêtes d'octobre et deux dernières tornades

Ontario

- La tempête hivernale force l'arrêt de l'apprentissage à la maison et à l'école
- Une tempête qui commence en lion
- Une tempête de vent à la mi-mars en Ontario
- Une tempête hivernale printanière balaie l'Ontario et au-delà
- Chutes de neige d'avril en Ontario
- Explosion de pollen
- Tornado à Chatsworth
- Une pluie battante dans le sud-ouest de l'Ontario
- Les courants-jets traversent l'Ontario
- Une tempête de pluie qui s'éternise en Ontario
- Record de chaleur en octobre en Ontario
- Premières chutes de neige exceptionnelles dans le nord-ouest de l'Ontario

Provinces des Prairies

- Une bourrasque de vent sur l'Alberta
- Des vents balaient les Prairies à la fin mars
- Les prières pour la pluie finalement exaucées pendant la longue fin de semaine de mai
- Les vents endommagent des propriétés du Manitoba au début de juin
- Retour à l'hiver en juin après la vague de chaleur de mai
- Une tornade à Altona
- Apportez la pluie, oubliez le vent
- Rare journée de plusieurs tornades
- Une première tornade depuis des semaines
- Des pluies de secours : trop faibles trop tard
- Le mois d'août s'achève sur un coup d'éclat météorologique
- Il est temps de sortir les vaches de l'étable
- Septembre sensationnel dans l'est des Prairies
- L'été revient en octobre
- La tempête du jour du Souvenir dont on se souviendra

Colombie-Britannique

- Premières tempêtes hivernales en Colombie-Britannique
- Froid et neige record quelques jours avant la Saint-Valentin
- Une tempête de vent en mars qui cause des pannes d'électricité
- Inondation avant la prochaine sécheresse
- En septembre, il pleut, il mouille

- Les bombes météorologiques du Pacifique – parmi les plus puissantes de tous les temps
Rare tornade à Vancouver

Le Nord

- Douceur record en janvier
- Hiver enneigé record à Whitehorse et risque d'inondations
- Une autre année de recul et d'amincissement de la couverture de la glace de mer
- Après un temps froid record, le Yukon enregistre un temps chaud record
- Chutes de neige hivernales = inondations estivales
- Avis de chaleur dans le Nord
- Météo rare
- Octobre dans le Nord –les bottes de pluie remplacent les bottes d'hiver

David Phillips has been the Senior Climatologist for Environment and Climate Change Canada for 30 years and employed with the Meteorological Service of Canada for nearly 55 years. His work activities relate to the study of the climate of Canada and to promote awareness and understanding of meteorology. He is best known as the originator and author of the Canadian Weather Trivia Calendar for 31 years. He frequently appears on national and local media as a commentator on weather and climate matters. David is a fellow of both CMOS (1999) and the Royal Canadian Geographic Society (1993). He has written Canada's top ten weather events each year for 26 years beginning with the Saguenay Flood in 1996.

As climate science researchers and educators, we need to do more for our students than just teach them about their dismal futures

WRITTEN BY [CMOS BULLETIN SCMO](#) ON JANUARY 5, 2022. POSTED IN [CLIMATE, OTHER, WHAT'S CURRENT](#).

– By Dr. Heather Short –

I resigned from my tenured position teaching climate science at a small college in August of this year. It wasn't to take a better job offer, or to use as a bargaining chip for better pay; it was an act of conscientious objection to an educational system that is preparing students for a future that will not exist. Students are climate-crisis-fatigued, angry, confused, hopeless, and often in denial because the world outside of the classroom is in denial. They need to have a climate-literate world of support outside of the classroom, and they need to see us 'adults' behaving as though we are in the emergency that they learn about at school; that we are actively working to avoid a hellish future for them.

Teaching young people about the Earth System is very rewarding- the science is interesting and the systems-thinking and historical nature of the discipline is different from what most students have previously experienced as 'science'. There are a lot of 'ah-ha' moments as they make connections between the basic physics, chemistry, and biology that they've learned in the allied sciences, and place those connections in the context of complex evolving systems through geologic time. It's great fun.

Many of us became scientists because we enjoy collecting data and figuring out what it might be telling us. We have curious minds and love the process of scientific discovery, in our own labs on our own machines, in our own subject areas. Collaboration with other scientists is great—we speak the same science-language and share the same basic

knowledge of how the physical world works, and it is essential to the process of reaching scientific consensus.



Photo taken by Mika

Baumeitser

We did not, however, become scientists in order to become public figures or political activists. We are taught how to share our research with peers and students, not the general public and certainly not with politicians and heads of corporations. That was not part of the plan. None of us took courses in graduate school about communicating the end of the world as we know it, to the public, or to anyone.

However, this is exactly what I found myself doing after 25 years of teaching geology, earth systems, and climate science. What was abstract and interesting at the beginning

of my career, over time became increasingly dissonant with what was not happening politically in order to prevent climate and ecological breakdown. Teaching young people about the climate system and its human-caused breakdown while they do not have the agency to stop it, while we scientists and educators plod along in our (mostly) secure lives and jobs, is morally problematic.

The IPCC recommends that humanity reduce CO2 emissions by 45% of 2010 levels by 2030 in order to give us a 66% chance of keeping global heating below 1.5° C above preindustrial levels. **This guideline is the bare minimum** of what governments should be aiming for as it does not include the possibility of near-term, self-amplifying feedbacks in earth systems, which would accelerate heating and related impacts. The Canadian government's new emissions reduction pledges at COP26 are an incremental step in the right direction but do not come close to what is necessary to mitigate climate catastrophe. Climate Action Tracker rates Canada's climate target, policies, and finance as "Highly Insufficient," in the same category as Brazil, China, Saudi Arabia, and Australia. As Bill McKibben has said, winning too slowly is the same thing as losing.

On our present course, we are on track to reach 2° C heating in the next 30 years and to experience the devastating heat, floods, and fires that come with it, even without passing tipping points in earth systems that would trigger amplifying feedbacks. However, new climate modelling tells us that the climate is likely to stabilize within decades, not centuries, once humanity stops pumping greenhouse gases into the atmosphere. This is good news. It means that the sooner and more aggressively that we act, the more likely it is that the living world will have a livable future. Most non-scientists do not understand this, and fall into one of two coping mechanisms: despair or passive denial, neither of which lead to action, political or otherwise. In times of massive upheaval and uncertainty, people tend to want to cling to what is familiar, which leads to more business-as-usual and a tragic lack of imagination- trying to 'solve' the climate and ecological crises within the structures of the system that got us here in the first place.

More than just learning about climate science and its implications in our classrooms, our students need to see action. They need to be shown that we understand the implications of what we teach them for their lives and futures and that we've got their backs. This means educating our colleagues, administrators, public officials, politicians, and the public at large on basic climate literacy, through free lectures, courses, advice, and op-eds in local and national newspapers. It means writing expert statements in defence of those who are able to participate in civil disobedience in protest of government and corporate inaction to prevent climate breakdown. It means creating and participating in an independent, no-fossil-fuel-industry-ties National Climate Science Advisory Panel, to serve as a double-check to government policies and news stories, much like SAGE did for Covid response advise for the World Health Organization, or the newly-formed European Scientific Advisory Board on Climate Change.

What needs to happen now is for those of us who are climate scientists and educators, who can articulate the immense scale and urgency of radical greenhouse gas emissions reductions, to step out onto the public stage. There is a severe lack of scientific

authority in public and political discussions in Canada, and we have an obligation to use our collective credibility to inform public opinion and government policy. This is an extraordinary time to be alive, and it is crucial that we use our privilege as climate-science-literate Global Northerners who have benefitted from decades of unmitigated extraction and emissions, to speak the scientific truth as publicly as possible.

This is the original version of an article that was published in the Globe and Mail on January 1, 2022.

Dr. Heather Short holds a PhD in Earth Sciences and has been teaching college and university students for 25 years. She now works as a consulting content specialist for climate literacy courses at Sterling College, Vermont. She trusts scientific consensus and would like to encourage everyone to think about how they can contribute to transformative systemic change in all aspects of society. She can be reached on Twitter, by email, or on her website.

En tant que chercheurs et éducateurs dans le domaine de la climatologie, nous devons faire plus pour nos étudiants que simplement leur enseigner un avenir sombre.

WRITTEN BY [CMOS BULLETIN SCMO](#) ON JANUARY 5, 2022. POSTED IN [CLIMAT, OCÉANS, QUOI DE NEUF](#).

– Par Dr. Heather Short –

J'ai démissionné de mon poste permanent d'enseignante en climatologie dans une petite université en août de cette année. Ce n'était pas pour accepter une meilleure offre d'emploi, ou pour l'utiliser comme monnaie d'échange pour obtenir un meilleur salaire; c'était un acte d'objection de conscience à un système d'éducation qui prépare les étudiants à un avenir qui n'existera pas. Les étudiants sont fatigués par la crise climatique, en colère, confus, désespérés et souvent dans le déni, parce que le monde à l'extérieur de la salle de classe est dans le déni. Ils doivent pouvoir compter sur un monde de soutien compétent en matière de climat en dehors de la salle de classe, et ils doivent nous voir, nous les « adultes », nous comporter comme si nous étions dans la situation d'urgence qu'on leur enseigne à l'école, comme si nous travaillions activement pour leur éviter un avenir infernal.

Beaucoup d'entre nous sont devenus des scientifiques parce que nous aimons recueillir des données et découvrir ce qu'elles peuvent nous dire. Nous avons un esprit curieux

et nous aimons le processus de découverte scientifique, dans nos propres laboratoires, sur nos propres machines, dans nos propres domaines. La collaboration avec d'autres scientifiques est formidable – nous parlons le même langage scientifique et partageons les mêmes connaissances de base sur le fonctionnement du monde physique, et elle est essentielle pour parvenir à un consensus scientifique.

En revanche, nous ne sommes pas devenus scientifiques pour devenir des personnalités publiques ou des militants politiques. On nous apprend à partager nos recherches avec nos pairs et nos étudiants, mais pas avec le grand public et encore moins avec les politiciens et les dirigeants d'entreprises. Cela ne faisait pas partie du plan. Aucun d'entre nous n'a suivi de cours à l'école d'études supérieures sur la façon de communiquer la fin du monde tel que nous le connaissons, au public ou à quiconque.

Pourtant, c'est exactement ce que je me suis retrouvé à faire après 25 ans d'enseignement de la géologie, des systèmes terrestres et de la climatologie. Ce qui était abstrait et intéressant au début de ma carrière est devenu, au fil du temps, de plus en plus dissonant avec ce qui ne se passait pas au niveau politique pour empêcher l'effondrement du climat et de l'écologie. Enseigner aux jeunes le système climatique et son effondrement causé par l'humain alors qu'ils n'ont pas la possibilité de l'arrêter, tandis que nous, scientifiques et éducateurs, nous nous complaisons dans nos vies et nos emplois (généralement) sûrs, est moralement problématique.



Photo taken by Mika

Baumeitser

Au-delà de l'apprentissage de la climatologie et de ses conséquences dans nos salles de classe, nos étudiants ont besoin de voir de l'action. Il faut leur montrer que nous comprenons les conséquences de ce que nous leur enseignons pour leur vie et leur avenir, et que nous les soutenons. Cela signifie sensibiliser nos collègues, les administrateurs, les fonctionnaires, les politiciens et le grand public sur les notions de base du climat, par l'entremise de conférences gratuites, de cours, de conseils et d'articles dans les journaux locaux et nationaux. Cela signifie rédiger des déclarations d'experts pour défendre ceux qui sont en mesure de participer à la désobéissance civile pour protester contre l'inaction des gouvernements et des entreprises pour prévenir la dégradation du climat. Cela signifie qu'il faut créer et participer à un groupe consultatif national sur la climatologie, indépendant et non lié à l'industrie des combustibles fossiles, qui servira de contre-vérification des politiques gouvernementales et des

articles de presse, tout comme SAGE l'a fait pour les conseils de réponse à la COVID pour l'Organisation mondiale de la Santé, ou le tout nouveau conseil scientifique consultatif européen sur le changement climatique.

Ce qu'il faut maintenant, c'est que ceux d'entre nous qui sont des climatologues et des éducateurs, et qui sont en mesure d'expliquer l'ampleur et l'urgence d'une réduction radicale des émissions de gaz à effet de serre, prennent la parole sur la scène publique. L'autorité scientifique fait cruellement défaut dans le débat public et politique au Canada, et nous avons l'obligation d'utiliser notre crédibilité collective pour informer l'opinion publique et les politiques gouvernementales. C'est un moment extraordinaire à vivre, et il est crucial que nous utilisions notre privilège en tant que Nordistes du monde instruits en matière de climatologie, qui ont bénéficié de décennies d'extraction et d'émissions non atténuées, pour dire la vérité scientifique aussi publiquement que possible.

This is the original version of an article that was published in the Globe and Mail on January 1, 2022.

Dr. Heather Short holds a PhD in Earth Sciences and has been teaching college and university students for 25 years. She now works as a consulting content specialist for climate literacy courses at Sterling College, Vermont. She trusts scientific consensus and would like to encourage everyone to think about how they can contribute to transformative systemic change in all aspects of society. She can be reached on Twitter, by email, or on her website.

Listening to Narwhal

WRITTEN BY [CMOS BULLETIN SCMO](#) ON FEBRUARY 3, 2022. POSTED IN [OCEANS, WHAT'S CURRENT](#).

– By Kristin Westdal –

Mittimatalik (formerly Pond Inlet) is a small hamlet on the north end of Baffin Island in the Canadian Arctic. Surrounded by mountains, rivers, and glaciers, the community sits on the shores of beautiful Eclipse Sound. These waters are a biological hot spot, teeming with marine life, including the world's largest population of narwhal each summer. To protect this habitat, Canada established the [Tallurutiup Imanga National Marine Conservation Area](#).



Milne Inlet and the mine with a hunters vessel in the foreground and ship in the background – Oceans North

At the same time, a huge iron ore mine located in this region is raising concerns about the impact of industrial shipping on narwhal and other marine mammals. Baffinland Iron Mines Corporation's Mary River mine wants to double its production, a proposal that has prompted [opposition from local Inuit communities](#).

To assess how narwhal respond to shipping noise, Oceans North launched an acoustic monitoring project eight years ago in collaboration with our local partner, Alex Ootoowak. Since then, our research has been studying the effect of an increase in underwater sound from vessel traffic. We have deployed two hydrophones in the region each year to gather data. As the project expanded, we teamed up with Dr. Josh Jones at the Scripps Institution of Oceanography, who had been measuring underwater sound in nearby Barrow Strait. With Josh's assistance and new instruments that could be deployed all year, we were able to focus on the critical migration time in the spring and fall.



Alex Ootoowak deploying hydrophone - Julie Killiketee

To date, our research shows that narwhal are disturbed by the presence of large vessels and the underwater noise they generate. Local hunters have corroborated this observation. We've found that narwhal react to ship noise at lower acoustic ranges than was expected and that this noise can mask their social communication and navigation abilities. It can also cause behavioural disturbances that affect their ability to carry out vital life functions.

Over the last two years, hunters have noticed a significant decrease in the number of narwhals in the region, an observation confirmed through aerial survey abundance

estimates. The effects of vessel traffic at current volumes have shown the potential to harm individual narwhal or change patterns of local abundance and distribution, patterns long recognized by Inuit who live in this area.



Narwhal swimming near the Eclipse Sound floe edge – Kristin Westdal

Oceans North, through our partnerships in Mittimatalik, plans to continue this important work that can provide the data needed to protect narwhal and other marine life as climate change and industrial expansion pose risks to the Arctic.

Kristin Westdal is Arctic Field Science Director at Oceans North, a charitable organization that supports marine conservation in partnership with Indigenous and coastal communities.

Écouter le narval

WRITTEN BY [CMOS BULLETIN SCMO](#) ON FEBRUARY 3, 2022. POSTED
IN [OCÉANS, QUOI DE NEUF](#).

– Par Kristin Westdal –

Mittimatalik (anciennement Pond Inlet) est un petit hameau situé à l'extrémité nord de l'île de Baffin, dans l'Arctique canadien. Entourée de montagnes, de rivières et de glaciers, la communauté se trouve sur les rives du magnifique Eclipse Sound. Ces eaux sont un point chaud biologique, regorgeant de vie marine, y compris la plus grande population de narvals au monde chaque été. Pour protéger cet habitat, le Canada a établi l'aire marine nationale de conservation [Tallurutiup Imanga](#).



Milne Inlet et la mine avec un bateau de chasseurs au premier plan et un navire en arrière-plan – Océans Nord

Parallèlement, une énorme mine de fer située dans cette région suscite des inquiétudes quant aux conséquences de la navigation industrielle sur le narval et d'autres mammifères marins. La mine Mary River de la Baffinland Iron Mines Corporation veut doubler sa production, une proposition qui a suscité [l'opposition des communautés inuites locales](#).

Pour évaluer comment le narval réagit au bruit des navires, [Océans Nord](#) a lancé un projet de surveillance acoustique il y a huit ans, en collaboration avec notre partenaire

local, Alex Ootoowak. Depuis, nous étudions l'effet de l'augmentation des sons sous-marins provenant du trafic maritime. Chaque année, nous avons déployé deux hydrophones dans la région pour recueillir des données. Lorsque le projet a pris de l'ampleur, nous avons fait équipe avec Josh Jones, de la Scripps Institution of Oceanography, qui mesurait le bruit sous-marin dans le détroit de Barrow, tout proche. Grâce à l'aide de Josh et à de nouveaux instruments pouvant être déployés toute l'année, nous avons pu nous concentrer sur la période critique de migration au printemps et à l'automne.



Alex Ootoowak déploie un hydrophone - Julie Killiketee

À ce jour, nos recherches montrent que les narvals sont perturbés par la présence de grands navires et le bruit sous-marin qu'ils génèrent. Les chasseurs locaux ont corroboré cette observation. Nous avons constaté que les narvals réagissent au bruit des navires à des portées acoustiques plus faibles que prévu, et que ce bruit peut masquer leur communication sociale et leurs capacités de navigation. Il peut également provoquer des perturbations comportementales qui influent sur leur capacité à remplir leurs fonctions vitales.

Au cours des deux dernières années, les chasseurs ont remarqué une baisse importante du nombre de narvals dans la région, une observation confirmée par les

estimations d'abondance des relevés aériens. Les effets du trafic maritime aux volumes actuels ont montré le potentiel de nuire aux narvals individuels ou de changer les modèles d'abondance et de distribution locales, modèles reconnus depuis longtemps par les Inuits qui vivent dans cette région.



Narval nageant près du bord de la banquise d'Eclipse Sound. – Kristin Westdal

Océans Nord, grâce à ses partenariats à Mittimatalik, prévoit poursuivre ce travail important qui peut fournir les données nécessaires pour protéger le narval et d'autres formes de vie marine alors que le changement climatique et l'expansion industrielle constituent des risques pour l'Arctique.

Kristin Westdal est directrice scientifique pour l'Arctique à Oceans North, une organisation caritative qui soutient la conservation marine en partenariat avec les communautés indigènes et côtières.