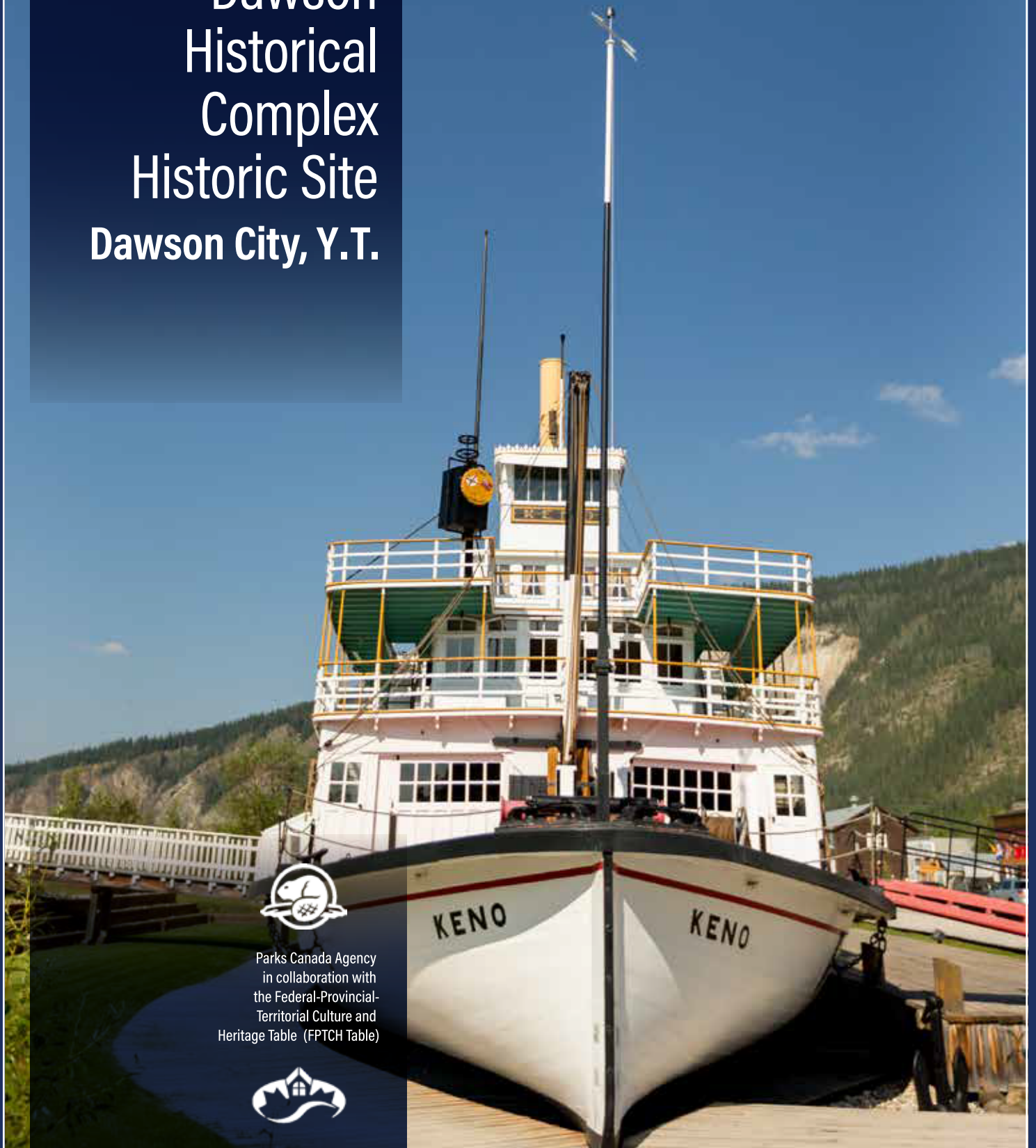


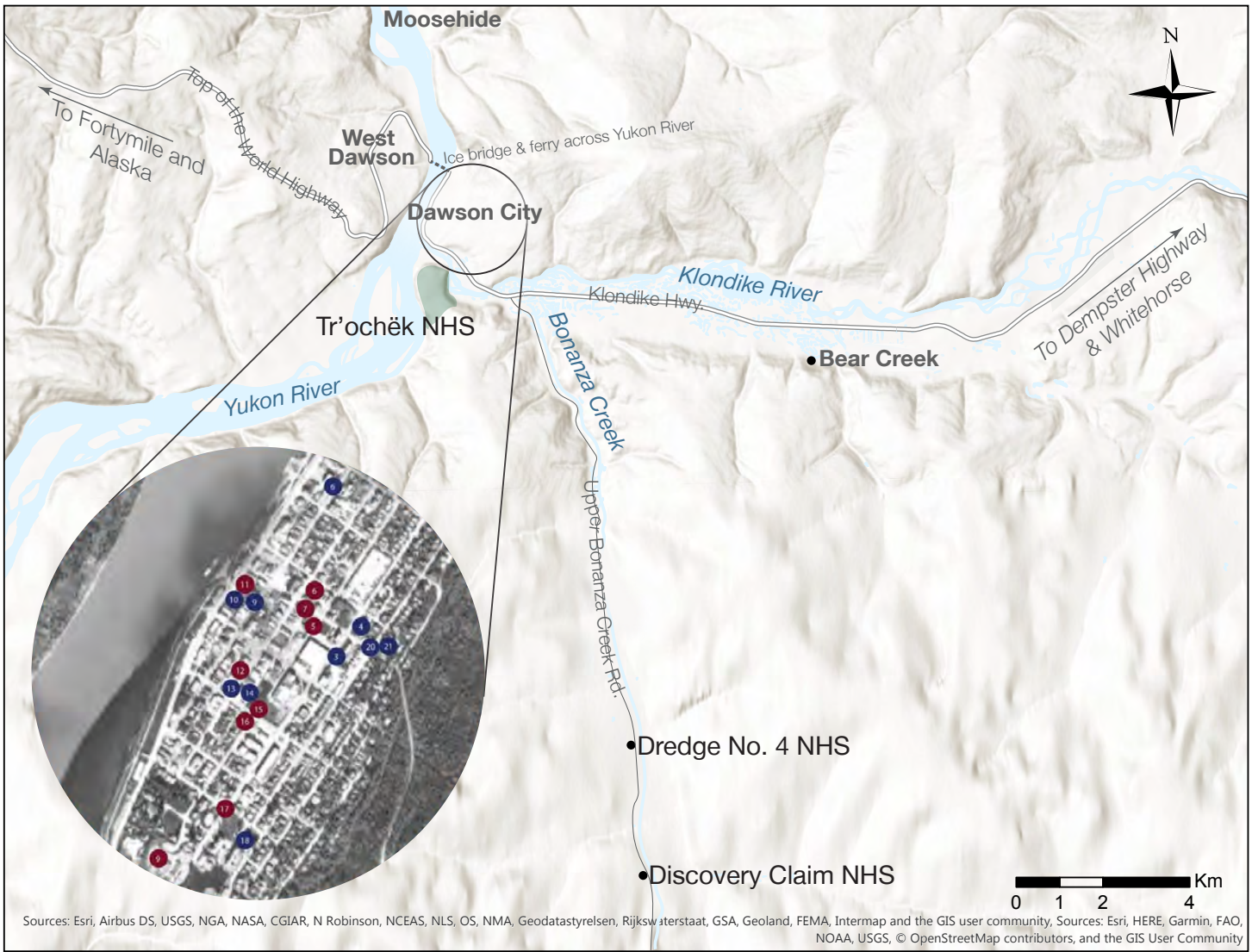
CLIMATE CHANGE
ADAPTATION WORKSHOP
SEPTEMBER 2017

Dawson
Historical
Complex
Historic Site
Dawson City, Y.T.



Parks Canada Agency
in collaboration with
the Federal-Provincial-
Territorial Culture and
Heritage Table (FPTCH Table)





Sources: Esri, Airbus DS, USGS, NGA, NASA, CGIAR, N Robinson, NCEAS, NLS, OS, NMA, Geodatastyrelsen, Rijkswaterstaat, GSA, Geoland, FEMA, Intermap and the GIS user community, Sources: Esri, HERE, Garmin, FAO, NOAA, USGS, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

Front photograph:

The S.S. Keno National Historic Site of Canada is a steam powered sternwheeler river vessel which rests on the bank of the Yukon River beside Front Street in Dawson, Yukon Territory. It is an iconic symbol of the Klondike National Historic Sites, and a reminder of the nearby Dawson Historical Complex National Historic Complex National Historic Site of Canada.

All photos are courtesy of Parks Canada Agency unless otherwise noted.

ABOUT THE EVENT

The Dawson Historical Complex National Historic Site Climate Change Adaptation Workshop was one in a series of climate change adaptation workshops led by Parks Canada Agency across Canada from 2017 to 2019. The workshops aimed to identify the pressing impacts of climate change on cultural resources at select heritage places, and to develop potential adaptation options.

These workshops should be seen as part of an ongoing discussion regarding the impacts of climate change on cultural resources, bringing better understanding of climate change risks and feasible/effective climate change adaptation measures for National Historic Sites and other heritage places. In time, follow-up workshops should be considered, not only to expand the understanding of climate change risks at these heritage places, but also to continue the exploration of adaptation measures that might be implemented to help protect these heritage places from the effects of climate change.

ABOUT THE REPORT

This report was prepared for the Federal-Provincial-Territorial Culture and Heritage Table (FPTCH) in collaboration with Parks Canada Agency to enable sharing of workshop findings within the FPTCH community, to increase knowledge climate change adaptation at heritage places.

This report is meant to be read in conjunction with the accompanying *Program Overview* document which applies to all workshops.

The Climate Change Adaptation Workshop Report Series is the result of a collaboration between Parks Canada Agency and the Federal-Provincial-Territorial Culture and Heritage Table (FPTCH Table). This report, like all others in this series of Climate Change Adaptation Workshop reports and the *Program Overview*, is available on the FPTCH SharePoint.

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2020

Cette publication est aussi disponible en français.

Contents

- Acknowledgements..... 4
- 1. Introduction 5
- 2. Methodology..... 6
 - The Adaptation Framework 6
 - The Dawson Historical Complex National Historic Site Climate Change Adaptation Workshop 7
- 3. Regional Climate Context 8
- 4. Local Site Context 9
 - Scope Definition 9
 - Site History..... 10
- 5. Cultural Resources at Risk..... 11
 - Heritage Buildings and Local Assets 11
- 6. Climate Change Impacts 12
 - General Impacts 12
 - Site-specific Impacts 14
- 7. Understanding Risk Levels 16
 - Likelihoods and Consequences of the Identified Impacts 16
 - Impacts of Permafrost Thaw 17
 - Impacts of Wildfires..... 17
 - Impacts of Flood Risks 17
 - Impacts of Drainage Issues 18
- 8. Brainstorming and Prioritizing Adaptation Options 18
 - Recommended Approaches for Adapting to Climate Change 18
- 9. Moving Forward 22
 - Next Steps for Climate Change Adaptation Options 22

Acknowledgements

The Federal-Provincial-Territorial Culture and Heritage Table (FPTCH Table), Culture and Heritage Resources Working Group (CHR WG) and Parks Canada Agency would like to thank the Yukon Government, Yukon College, and the City of Dawson for their contributions to this collaboration.

1. Introduction

The Klondike National Historic Sites (NHS) reflect the social, economic and political features of the Yukon region over the last century. The Dawson Historical Complex NHS, located in Dawson City, is one of these and comprises about 18 historical buildings built during the 19th century Yukon Gold Rush.

From a climate change perspective, an important fact about Dawson City is that much of the town was built on permafrost. As climate change and other factors cause the permafrost to thaw, the stability and architecture of the city's buildings are being compromised. The continued degradation could result in the loss of an important historic site from a significant page in Canada's history.

CULTURAL RESOURCE: A human work or a place that gives evidence of human activity or has spiritual or cultural meaning and has been determined to have historic value.

Dawson City is situated 541 km north of Whitehorse along the Klondike Highway on a piece of flat land at the confluence of the Yukon and Klondike Rivers. It is bordered by the ridge culminating in the Midnight Dome and the high hills rising above Moosehide Slide.

The Klondike region was one of a number of sites across Canada chosen for inclusion in an ongoing series of Climate Change Adaptation Workshops (CCAWs) for Heritage Places. Sites were chosen to offer a breadth of geographic diversity and a wide-ranging cross-section of climate issues and impacts as well as variety in terms of the natural and cultural resources affected. The Dawson Historical Complex NHS represents a northern site facing unique regional climate issues and impacts, the most significant of which is permafrost thaw.

The Dawson Historical Complex NHS Climate Change Adaptation Workshop (CCAW) took place September 20-21, 2017. Its purpose was to advance the understanding of climate impacts to cultural resources and explore possible adaptation options, with a focus on the particular needs of this site and similar northern geographies.

The event was organized as a two-day workshop based on the *Climate Change Adaptation Framework for Parks and Protected Areas* developed by the Canada Parks Council and Parks Canada. In addition to the Dawson Historical Complex NHS, it focused on several heritage structures within the Klondike NHSs, including Dredge No. 4. It was held in Dawson City and attended by a group of about 16 people representing the Yukon government, the City of Dawson, Yukon College and Parks Canada (local Field Unit and National Office). The intent of this site-specific workshop was to identify key climate change impacts at the NHSs, assess their likelihood and consequences to determine risk, and develop possible adaptation options.

2. Methodology

The Adaptation Framework

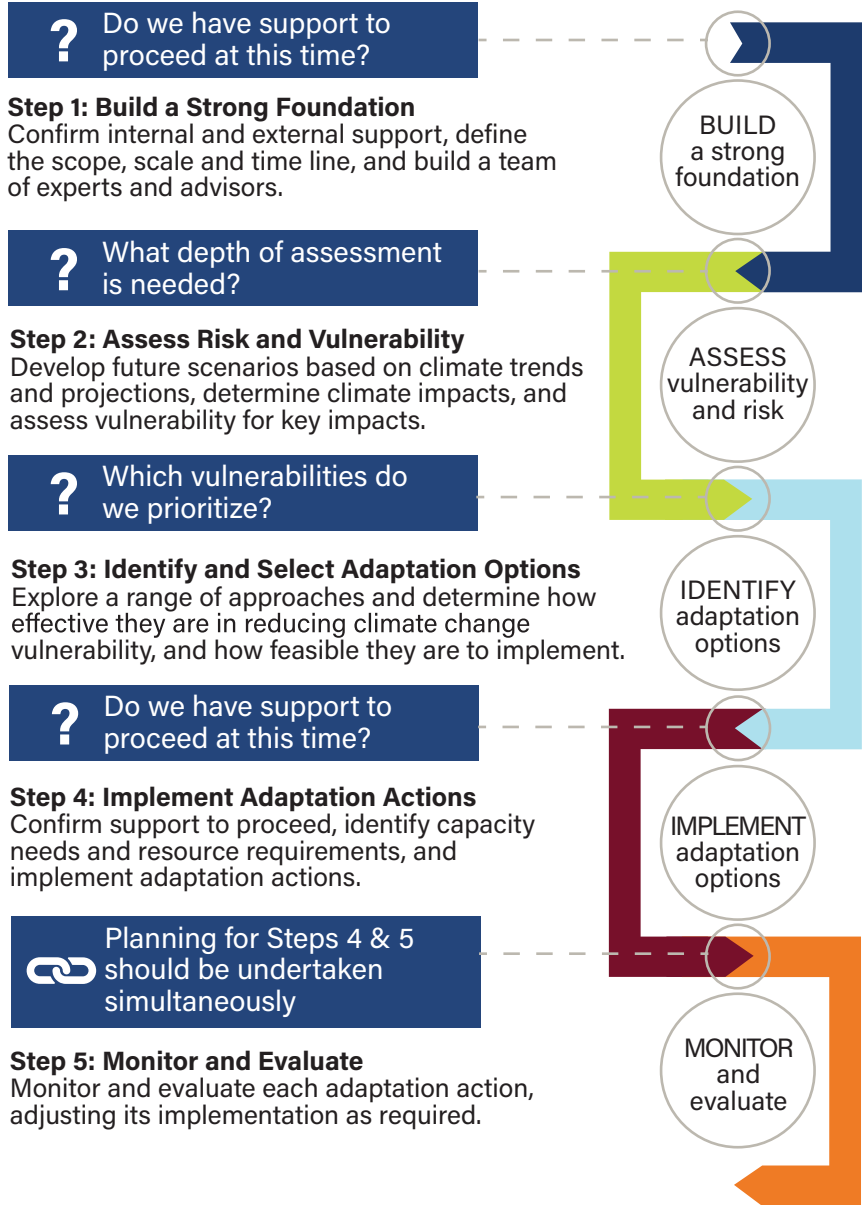
The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) defines adaptation as “adjustments in ecological, social, or economic systems in response to actual or expected climatic stimuli and their effects or impacts.” It involves “changes in processes, practices, and structures to moderate potential damages or to benefit from opportunities associated with climate change.”

Many adaptation frameworks have been previously developed for various organizations and domains. The Parks Canada Climate Change Team and the Canadian Parks Council Climate Change Working Group developed the Climate Change Adaptation Framework used in this workshop series by building upon the adaptation cycle presented in “Adapting to Climate Change” from the International Union for Conservation of Nature

(IUCN) and integrating more than a dozen frameworks from a variety of sources.

The five-step framework (shown on this page) is scalable and adaptable. It can be applied to various resources (natural, cultural, facilities, etc.) or a combination. It can be as detailed (quantitative) or conceptual (qualitative) as desired, and considers the overall goals and objectives of the system of interest at every stage.

Climate Change Adaptation Framework



The Dawson Historical Complex National Historic Site Climate Change Adaptation Workshop

The aim of the two-day Climate Change Adaptation Workshop was to highlight the key climate change impacts at Dawson Historical Complex NHS and identify and prioritize effective adaptation options.

The workshop began with a review of general concerns about climate change in the area. Participants took a bus tour of Dawson City to see the historic buildings within the NHS that are most affected by climate change and become familiar with site-specific concerns. They also visited Dredge No. 4 NHS and the Former Territorial Courthouse. The first day of the workshop included presentations on current and historical climate conditions specific to the region, as well as possible future climate scenarios and expected changes in climate conditions.

Participants then broke into smaller groups. Each group was assigned one potential scenario and brainstormed possible impacts. Members focused on determining each impact's likelihood, the severity of consequences if it were to occur, and the overall effect it could have on management objectives.

As a larger group, participants then prioritized impacts according to three possible categories for the next phase of the workshop:

- Short list: need to discuss during workshop
- Long list: should be considered at a later date
- Off the list: no action needed (for now)

Due to the overwhelming concern regarding permafrost thaw, on the second day of the workshop the group analyzed the impacts of this climate change scenario together. Specifically, members focused on the successes and failures of different foundation types currently being used. Then each breakout group continued to discuss one climate change impact in detail. They focused on brainstorming and prioritizing adaptation options for the identified impact and ranked the proposed options in terms of effectiveness versus feasibility. Considering each proposed adaptation option's advantages, disadvantages, feasibility and effectiveness, the groups selected which options warranted further study and discussed the logical next steps.



Attendees: Climate Change Adaptation Workshop September 20-21, 2017

Yukon Government

- Archaeology: Brent Riley

Yukon College

- Permafrost Science: Dr. Fabrice Calmels

City of Dawson

- Trina Buhler

Parks Canada Agency

- Built Heritage: David Scarlett, Shelley Bruce, Lydia Miller
- Climate Change: Scott Parker, Liz Nelson,
- Technical Services: Tom Buzzell
- Carpentry: Mike Castellerin, Mike Perry
- Cultural Resource Management: Blythe MacInnis
- Visitor Experience: Janice Cliff
- Site Management: David Rohantensky
- Terrestrial Archaeology: Virginia Sheehan

3. Regional Climate Context

Thawing permafrost, changing ice conditions (and resulting flood risks) , and increased wildfire incidence are the climate change drivers having the greatest effects in Canada’s Northern Territories region.¹

Annual temperatures in the region have increased by 2.4°C over the past century (since 1901). Climate models project a further increase of 2.5°C by 2040, with winter temperatures warming by as much as 4°C.

Annual precipitation in Dawson City has already increased by 17 percent since 1901, with summers seeing the greatest overall increase. It is projected that annual total precipitation for the region will increase by another 10 percent by 2040, and by 10 to 40 percent between 2041 and 2070.

Despite this projected increase in precipitation, more drought in the region is also expected in the future, which will increase the number of forest fires. In fact, the incidence of wildfire in the region is already increasing. Since 1985, an annual average of 137 fire starts in Yukon have burned an average of 171,840 hectares every year. The 2004 forest fire season was the worst in the history of Dawson City and its surrounding area. Unprecedented high temperatures, unusual lightning storms and a lack of rainfall resulted in a record-breaking number of fires and area burned. As summer temperatures continue to rise and the growing season lengthens, the risk of wildfires will only increase. Willows and brush in the area will provide fuel.

Warmer, longer summers and warmer winters with increased snow depth and freeze-thaw events are also reducing the capacity of the ground to refreeze. This is accelerating permafrost thaw and frost-heave. Currently, the probability of permafrost at any point in the region is 77 percent, but a 2°C temperature increase will decrease this number to 10 percent. As permafrost thaws, it will also contribute to overall warmer annual temperatures in the region.

Warmer temperatures have also resulted in widespread melting of glaciers in the region. Over the past 50 years, Yukon has lost 22 percent of its glacial cover. Winter ice jams along the Yukon River are also of concern; a breach of Dawson City’s dike could have devastating effects for the community. More rainfall and an increase in freeze-thaw events in the spring may also increase flood risk in this low-lying community despite the protective berm along the river. Heavy rainfall events and progressive permafrost thaw may also combine to exacerbate existing drainage issues.

¹ All data in this section is taken from Parker, Scott, “Let’s Talk about Climate Change: Northwest Region,” version 1.2 (August 29, 2017) or from Parker, Scott, “Dawson Historical Complex National Historic Site Climate Adaptation Workshop: Background Climate Data and Information (September 2017). Both published by Parks Canada, Office of the Chief Ecosystem Scientist.

4. Local Site Context

Scope Definition

This CCAW workshop focused on the core of Dawson City and its historical and cultural resources.



Dawson City is situated 541 km north of Whitehorse along the Klondike Highway on a piece of flat land at the confluence of the Yukon and Klondike Rivers. Much of the town was built on permafrost.



Graphics courtesy of Built Heritage, Parks Canada Agency, 2018

The workshop also looked at Dredge No. 4 NHS, located about 12 kilometres from the Klondike Highway on Bonanza Creek Road in the Klondike Goldfields. This area symbolizes the importance of dredging operations in the Yukon from 1899 to 1966. Dredges were brought to the Yukon in 1899 as an efficient means of mining for Klondike gold (by digging up the river valley and shifting the earth for gold). Corporate mining played a major role in the viability of the community of Dawson City and the Yukon Territory. Parks Canada has been working for years to restore and stabilize this piece of Klondike history.

Site History

In the late 1800s, at the peak of the Klondike Gold Rush, some 30,000 prospectors settled in Dawson City. Located at the junction of the Yukon and Klondike Rivers, the city quickly became the largest Canadian community west of Winnipeg and a supply and service hub for miners looking to strike it rich. Today, the Dawson Historical Complex NHS and the broader Klondike NHS provide a glimpse into life during this important time in Canadian history.

Dawson City's unpaved streets with raised wooden boardwalks, collection of boomtown facades, mix of vernacular construction techniques with ad hoc additions, and frontier character combine to give a vivid picture of the life during the Klondike Gold Rush. The city is characterized by the original surveyed streets of the gold rush boom town.

The Dawson Historical Complex NHS consists of historical buildings scattered throughout the downtown core (see Scope, above, and diagram) that tell the tale of the city's early development during and immediately after the Klondike Gold Rush. The structures, all built between 1898 and 1910, also document the town's historical role as the administrative, financial, commercial, social and transportation centre of the region during the period.

In the summer season, many of these buildings are open to the public and are brought back to life by costumed guides. Growing numbers of tourists visit Dawson City annually. In 2017, some 113,000 people visited the city—more than three times the number of visitors in 2013.²

WHAT WAS THE KLONDIKE GOLD RUSH? The discovery of gold in the Yukon area in 1896 led to a stampede of about 100,000 prospectors to Yukon and Alaska between 1897 and 1899. This migration resulted in the establishment of Dawson City in 1896 and, subsequently, the development of Yukon Territory in 1898. The discovery of gold, and the resulting influx of people from all walks of life, led to the rapid development of the region.

² Tourism Yukon 2017 Year-End Report. Retrieved from: http://www.tc.gov.yk.ca/pdf/2017_Year_End_Report_FINAL.pdf.

5. Cultural Resources at Risk

Climate change poses a number of risks to cultural resources at Dawson Historical Complex NHS. These are summarized below.

Heritage Buildings and Local Assets

There are more than 18 historical structures within the Klondike NHSs, most of them built in the 19th century during the Yukon Gold Rush. These include:

- Ruby's Place
- The Palace Grande Theatre
- The Yukon Saw Mill
- The Former Yukon Territorial Courthouse
- The Dawson Daily News
- The Old Dawson City Post Office
- The SS Keno
- St. Andrew's Presbyterian Church
- Third Avenue Hotel Complex
- Bear Creek Compound
- Dredge No. 4
- Red Feather Saloon
- Bank of British North America
- Klondike Thawing Machine Company
- Bill Bigg's Blacksmith Shop
- Northwest Mounted Police Married Quarters
- Caley's Store
- Commissioner's Residence

Many of these buildings are affected to some degree by permafrost degradation. The town's streetscape, boardwalk, and the majority of buildings in the core have raised in elevation over time. As a result, many of the properties have foundations at lower levels than adjacent properties, and therefore have drainage issues. This means water must be pumped out of many properties from May to July. In addition, the drainage issues are being exacerbated as newer, taller buildings are constructed around the community. This "race to the sky" is amplifying the risk of further damage to the heritage buildings.

In 2016, the federal government announced it was allocating \$9.9 million for several projects for Parks Canada sites in the Yukon. Almost half of this funding went to stabilizing and renovating the Former Territorial Courthouse NHS in Dawson City, but several other buildings within the Dawson Historical Complex NHS also received rehabilitation funding, including the Dawson Daily News building, Ruby's Place building, St. Andrews Church and the Third Avenue Complex.

In 1979, Dawson City was severely flooded. In response, a large earth dike was built along the town's waterfront. During the workshop, participants agreed that flooding could cause the dike to be breached or fail altogether, although this was unlikely. However, there were no technical specialists present at the workshop to confirm or deny the risks associated with the existing dike.

6. Climate Change Impacts

General Impacts

This subsection explains how the increased risks of thawing permafrost, flooding (and resulting drainage issues) and increased risk of wildfires threaten heritage buildings, cultural landscapes, archaeological resources and historic artefacts in Dawson City. The next subsection, Site-specific Impacts, describes how these climate drivers may affect specific resources and assets within the NHSs. These drivers are likely to have similar effects on other parks and historic sites in northern regions.

Effects on infrastructure

Permafrost thaw is resulting in the destabilization of many structures as building foundations shift and landscapes succumb to water ponding and settlement. These changes increase maintenance efforts and costs, and could affect the number of visitors as well as the quality of their experiences.

Permafrost degradation and/or changes in ice patterns could also weaken the structural integrity of the dike that prevents flooding in the region. Flooding could lead to the loss of entire buildings, as well as degradation of structures, silt deposits within buildings, and water and ice damage. Some buildings could be forced to move to new locations.

There is also an increasing risk to assets and infrastructure from wildfires. Wildfires could result in the immediate loss of or damage to heritage buildings. Water from firefighting efforts can also damage heritage structures, as can soot and smoke from neighbouring fires. Fires may lead to a need for hazardous site assessments. More severe heat and drought may also create conditions where fire suppression is no longer feasible or effective.

Flooding from extreme rainfall, or as the result of drainage issues, could cause significant damage to buildings, leading to foundation failures, structural instability, damage to building envelopes, damage from debris or remnant silt and gravel, and damage to propane tanks, sewage systems, water systems and electrical systems.

Increased drainage issues could result in increased humidity, which in turn could result in increased mold and rot within heritage buildings. Drainage issues could also increase maintenance efforts and costs, increase variability in ground floor levels within structures, and further decrease Universal Accessibility.

Longer growing seasons and warmer conditions may lead to an increased presence and abundance of invasive plant species (such as willows), which could contribute to drainage issues and permafrost thaw.

Effects on cultural resources

Cultural resources within the NHSs are also at risk as the result of increased wildfires, flooding, and drainage issues. Damage to or loss of cultural resources is possible during and after flooding, as well as during and after wildfires. Drainage issues could also damage these resources, and could ultimately cause them to be lost altogether. Mould, rot, fungal decay and corrosion due to increased temperatures, humidity and precipitation could also potentially deteriorate cultural resources at the sites.

Effects on archaeological resources and historic documents and artefacts

Increased flooding can damage or cause the complete loss of historic documents, artefacts and archaeological resources. Ultimately, these effects could result in a loss of service to the public by affecting a site's ability to present commemorative integrity and preserve historically relevant context.

Wildfires also pose a significant risk for archaeological resources, historic documents and other artefacts. Even if they are not lost in a fire, they could be damaged by water from firefighting efforts.

Effects on visitor experience

The patterns mentioned above may change the experiences of visitors to Dawson Historical Complex NHS and the Klondike National Historic Sites more broadly. They may also influence when tourists are most likely to visit:

- Visitation may increase overall due to a longer, warmer summer.
- More frequent, intense and long-lasting wildfires could impact air quality and influence visitation rates and activities. For example, parks and historic sites may close, activities may be moved indoors or visitors may be forced to evacuate.
- Thawing permafrost could negatively impact visitor experience by making roads in the region and the town's boardwalk inaccessible.
- Structural degradation of buildings could make them unsafe, and therefore inaccessible to the public.

Cumulative effects

At Dawson Historical Complex NHS, participants identified several climate drivers already having effects, as described above:

- Rising temperatures
- Thawing permafrost
- Increased flood risk
- Increased frequency of wildfires
- Increased draining issues

These patterns are causing, or are expected to cause, consequences that include:

- Damage to infrastructure
- Poor air quality
- Climate grief
- Loss of access to important places

CLIMATE GRIEF: Rising rates of anxiety, anger and sadness in response to extreme weather and climate change.

These consequences, when combined, can have cumulative effects. For example:

- Poor air quality may lead to fewer visitors.
- Damage to infrastructure may lead to higher maintenance costs, loss of property and fewer visitors.
- Loss of access to important places may cause climate grief.

Site-specific Impacts

The Dawson Complex NHS Climate Change Adaptation Workshop zeroed in on four priority impacts and their potential effects on built heritage and cultural resources. The site-specific impacts listed below are influenced by the regional climate drivers introduced in Section 3, Regional Climate Context. These drivers are having (or are likely to have) a number of effects on historic sites and parks in northern regions. (Note: Impacts that were mentioned but not prioritized for discussion at the Dawson City workshop included increased snow load, decreased safety, increased infestation and changes in visitation.)

The four impacts prioritized for in-depth discussion were:

- Permafrost thaw
- Risk of wildfires
- Flood risk
- Drainage issues

1. Impacts from permafrost degradation

Warming soils and increasing freeze-thaw events are accelerating permafrost thaw and frost-heaving in the region. This could lead to damage of or complete loss of Dawson Historical Complex NHS heritage buildings and/or artefacts.

Workshop attendees identified the following range of possible impacts from permafrost degradation:

- Increased foundation instability in heritage structures
- Cracking foundations/interiors
- Negative impacts on visitor experience, leading to decreased visitation
- Increased maintenance requirements
- Uneven settlement, building movement or relocation, shifting foundations, cracking interiors, and structural instability, possibly leading buildings to become inhabitable
- Increased drainage issues
- Ecological consequences, such as soil contamination or saturation, and forest stand death, leading to increased fire fuel load

Permafrost thaw could also weaken the structural integrity of the protective dike and increase the risk of flooding the city as a whole.

2. Impacts from increased wildfire risk

Longer and warmer summers increase the risk of wildfires. Increased precipitation can also increase the risk of wildfires by promoting plant productivity, thereby increasing the amount of fuel in the areas (such as willows and brush).

Workshop attendees identified the following specific potential impacts for Dawson Historical Complex NHS due to increased wildfire risks:

- Loss of heritage buildings, artefacts and infrastructure
- Loss of or severe damage to contemporary structures, roads, bridges and water and electrical systems
- Water damage to structures as the result of firefighting practices
- Increased repair and maintenance needs
- Water and/or smoke damage to structures and/or artefacts
- Land erosion due to loss of vegetation
- Diminished water quality (due to sediment)
- Reduced visitation due to smoke or increased risk

3. Impacts from increased flood risk

Winter ice jams along the Yukon River could increase the chance that the community's protective dike could be breached, which would have devastating effects for Dawson City. Increases in rainfall and in freeze-thaw events in the spring could also lead to flooding in this low-lying community, despite the dike. This could result in loss of or structural damage to heritage buildings and/or artefacts.

Other consequences of increased flooding could include more drainage issues, increased need for maintenance, uneven settlement, shifting foundations, cracking interiors, structural instability (rendering buildings inhabitable) and the need to move or relocate buildings altogether.

Increased precipitation and the resulting flooding could also lead to:

- Landscape erosion
- Loss of archeological resources
- Soil contamination or saturation and resultant forest stand death, leading to increased fire fuel load
- Increased maintenance requirements
- Increased drainage issues

Flooding in the region could hurt tourism, as the city's roads and boardwalk could become inaccessible. It could also lead to ecological consequences, mining closures or slowdowns, local businesses being affected, and supply chains disrupted.

4. Impacts from drainage issues

As previously stated, annual precipitation in Dawson City has increased by 17 percent since 1901, with summers seeing the greatest overall increase—and the region is only expected to get wetter. Heavy rainfall events and progressive permafrost thaw may combine to exacerbate existing drainage issues in the community. Drainage issues could lead to erosion, soil instability, landscape ponding and sinkholes.

In addition, workshop attendees identified the following possible impacts from increased drainage issues:

- Increased humidity, mould and rot in heritage buildings
- Increased maintenance costs
- Sewage contamination of water supply
- Possible instability of the dike

The number of visitors to the NHS could also decrease if the city's roads and boardwalk become inaccessible due to poor drainage.

7. Understanding Risk Levels

Likelihoods and Consequences of the Identified Impacts

Workshop participants assigned risk statements for each of the prioritized impacts. For each proposed scenario, participants were asked to rate the impacts according to the following questions:

1. **What is the likelihood of the impact?** (rare, unlikely, possible, likely or almost certain)
2. **What is the consequence of the impact?** (negligible, minor, moderate, major or catastrophic)

Then, based on the identified combination of likelihood and consequence, participants ranked the overall risk level as low, moderate, high or extreme.

Risk statements for the prioritized impacts are below.

Impacts of Permafrost Thaw

Overall, the risk level for impacts from permafrost thaw/freeze-thaw/frost heave on historic buildings within the NHS is **extreme**. This determination was based on the following assessments:

If permafrost thaw were to continue to occur...

- Impacts to building stability are **certain** and the consequences could be **catastrophic**. Permafrost thaw could cause structural instability, such as shifting of foundations, building leveling, and landscape/ponding settlement. Therefore, the risk level for this impact is **extreme**.
- Impacts to heritage structures are **certain** and the consequences could be **catastrophic**, including their potential loss. Therefore, the risk level for this impact is **extreme**.

These are key vulnerabilities that merit immediate discussion to:

- *protect commemorative integrity;*
- *minimize maintenance costs and effort; and*
- *mitigate the impact on visitation and visitor experience.*

Impacts of Wildfires

Overall, the risk level of impacts to heritage buildings and artefacts due to wildfire is **extreme**. This determination was based on the following assessments:

If an increase in wildfires were to occur...

- Impacts to heritage buildings are **almost certain** and the consequences could be **catastrophic** as buildings could cease to exist or be permanently altered. Wildfires could result in the loss of or damage to artefacts inside and outside of the fire protection area. Therefore, the risk level for this impact is **extreme**.
- Impacts to buildings due to increased fuel loads are also **almost certain** and could be **catastrophic**. Therefore, the risk level for this impact is **extreme**.
- Impacts to buildings from water damage due to fire suppression are **almost certain** and the consequences could be **moderate**, with buildings still present but degraded. Therefore, the risk level for this impact is **high**.

These are key vulnerabilities that merit immediate discussion to protect commemorative integrity.

Impacts of Flood Risks

Overall, the risk level of impacts from flooding on buildings is **moderate**. This determination was based on an assessment that if flooding were to occur, **major** impacts to heritage buildings and artefacts are **unlikely**: buildings would not be dramatically altered or significantly damaged, nor would their value be undermined.

This is a key vulnerability that merits immediate discussion to protect commemorative integrity.

Impacts of Drainage Issues

Overall, the risk level for impacts to buildings due to increased drainage issues is **high**. This determination was based on the following assessments:

If drainage issues were to continue to occur...

- Impacts to buildings are **almost certain** and the consequences could be **moderate**. Buildings could be seen as degraded (but still present) due to uncontrolled drainage and ponding on heritage sites. This could result in increased maintenance, ground floor variability, inaccessibility, foundation mould, and variability in foundation fill levels.

This is a key vulnerability that merits immediate discussion to:

- *protect the site's commemorative integrity;*
- *minimize maintenance costs and effort;*
- *avoid further damage due to drainage;*
- *prevent accessibility issues; and*
- *reduce the chances of foundation mould (tied to permafrost thaw).*

8. Brainstorming and Prioritizing Adaptation Options

Recommended Approaches for Adapting to Climate Change

The final stage of the workshop focused on potential adaptation options and next steps. Participants were asked to look at current adaptation methods, then list their advantages and disadvantages, rate their likely effectiveness and feasibility, and note any additional thoughts. For each of the four impacts, the group was asked to answer the following two questions:

1. **How do we currently manage this impact?**
2. **How could we manage this impact in the future?**

The group then brainstormed new and revised adaptation measures, evaluated each of them (as well as current methods), and then used these evaluations to decide which adaptation options to explore further.

Participants produced colour-coded charts evaluating all adaptation options according to green, yellow or red:

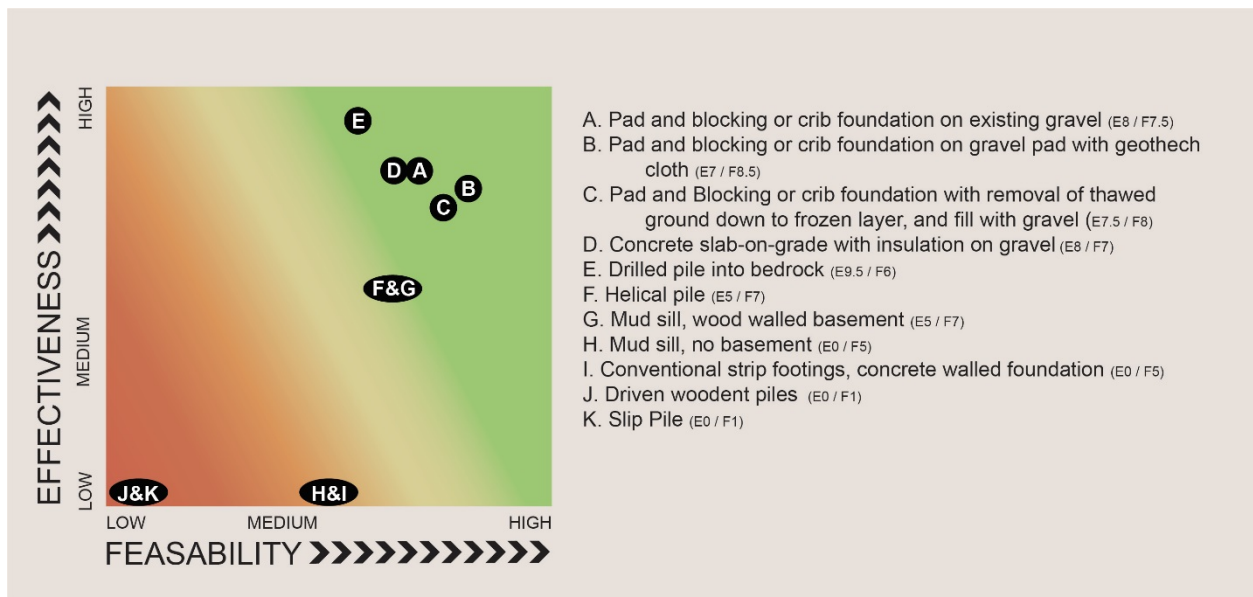
- **Green** for options the group would recommend for implementation;
- **Yellow** for options the group would consider, but which would require further research or might only be favourable in certain conditions; and
- **Red** for options that should not be considered in future.

Below is a summary of the proposed adaptation options for each of the three impacts. (Note: Some of these options have already been put into place.)

IMPACT 1. DAMAGE FROM PERMAFROST THAW

When permafrost is exposed to warmed earth, air, or adjacent building foundations, it becomes susceptible to thawing. In Dawson City, the most effective strategy currently used to stabilize foundations is to remove the thawed permafrost and dig down to stable soils or rock and to backfill under new building foundations with gravel fill. However, any removed or exposed permafrost creates further thawing of the adjacent permafrost.

Workshop participants generally accepted that permafrost thaw was going to continue. Therefore, they agreed that the above foundation strategy was the best solution to adapt historic structures. A group discussion also resulted in a detailed list of all of the foundation types currently being used in Dawson City, examining the pros and cons of each, and ranking them in terms of their effectiveness and feasibility.



Graphic courtesy of Built Heritage, Parks Canada Agency, 2018

“Green” adaptation options to consider immediately:

- Consider the best foundation types to mitigate risks from permafrost thaw. Foundation types that were discussed and are currently being used in Dawson City include:
 - Mud-silled, wood-walled foundation (in buildings with a basement)
 - Pile drilled into bedrock
 - Helical piles
 - Concrete slab on grade (using insulation underneath, built on solid gravel subsurface)
 - Pad and blocking/crib foundation built on new gravel pad as described above
- Replace damaged storm sewers and collapsed drainage infrastructure under heritage properties.

“Yellow” adaptation options to consider at a later date:

- Use space frames (on gravel pad) to maintain permafrost and allow for ground floor level to be closer to historic streetscape.
- Use a radiant cooled slab foundation to allow for ground floor level to be closer to historic streetscape.
- Use thermosyphons (horizontal loops) or thermal piles (vertical).

“Red” adaptation options discussed and dismissed as infeasible or ineffective:

- Use conventional concrete foundations, strip footings (in buildings with basement).
- Use mud sills (in buildings with no basement).
- Use slip piles for foundations.
- Use driven piles (wooden) for foundations.
- Use adfreeze piles (not feasible because it relies on permafrost for stability).

Options proposed but not evaluated:

- Use of a foundation using concrete grade beams, with separate heated crawlspace.

IMPACT 2. DAMAGE FROM WILDFIRE RISKS

“Green” adaptation options to consider immediately:

- Coordinate fire protection training with other Field Units/Parks Canada staff.
- Install external sprinklers and sprinkler packs in heritage buildings.
- Monitor buildings/structures that currently use dry sprinkler systems.
- Ensure compliance with building codes for fire protection.
- Manage landscapes to mitigate fire risk (i.e., clear routes between buildings).
- Investigate and propose installation plans for lightning rods.
- Collaborate with Parks Canada and Canadian Forest Service to better understand fire loads.
- Conduct inventory and analyze existing roofing and siding materials in terms of flammability (such as roofing materials, wear decks, coatings, etc.).
- Look into the potential risks associated with building materials and substitutions that maintain heritage value.

“Yellow” adaptation options to consider at a later date:

- Rely on territorial government to ensure FireSmart practices and maintain FireSmart standards, since they have a fire base in the area.
- Remain connected into the City of Dawson’s fire panel and rely on the local fire department, which has hydrants located throughout town.

“Red” adaptation options discussed and dismissed as infeasible or ineffective:

- None mentioned.

Options proposed but not evaluated:

- Ensure that firefighting systems meet current codes.

IMPACT 3. DAMAGE FROM FLOODING

“Green” adaptation options to consider immediately:

- Continue to rely on the community’s protective dike.
- Build higher to reduce damage to buildings’ contents.
- Raise grade to reduce risk and increase drainage.

- Waterproof buildings and use mould-resistant woods and finishes/coatings.
- Move artefacts out of flood-risk areas, such as to second stories or Bear Creek.
- Create a comprehensive flood plan that incorporates all of the above considerations.

“Yellow” adaptation options to consider at a later date:

- None mentioned.

“Red” adaptation options discussed and dismissed as infeasible or ineffective:

- None mentioned.

IMPACT 4. DAMAGE FROM DRAINAGE ISSUES

“Green” adaptation options to consider immediately:

- Enact bylaws that restrict the height of buildings (according to average surrounding grade).
- Add more stringent requirements for water management in development applications.
- Ensure the city and Parks Canada collaborate regarding boardwalk and streetscape levels.
- Ensure building inspectors are aware of applications for developments that are adjacent to historic properties.
- Replace existing collapsed underground drainage pipes and connect them to city storm system.
- Create a LiDAR/survey database (including ground-penetrating radar and geotechnical information).
- Encourage the city to put in place extra provisions to protect heritage properties.
- Create a dialogue with the Federal Heritage Buildings Review Office (FHBRO) regarding target elevations and heritage values.

“Yellow” adaptation options to consider at a later date:

- Plant more water-consuming vegetation to absorb excess water.

“Red” adaptation options discussed and dismissed as infeasible or ineffective:

- None mentioned.

Options proposed but not evaluated:

- Install mechanical ventilation to reduce foundation mould.
- Increase manpower and equipment (such as fans, pumps and de-humidifiers) to better deal with drainage issues.
- Create a climate-controlled window display box or install interior dehumidifiers to reduce moisture damage.
- Plant vegetation on the southeast corners of buildings to create shade and reduce the likelihood of localized permafrost thaw.

9. Moving Forward

Next Steps for Climate Change Adaptation Options

During the brainstorming and prioritizing exercise and at the close of the workshop, participants offered different perspectives on next steps for advancing climate change adaptation at Dawson Historical Complex NHS and for achieving some of the proposed options. These are grouped by impact and theme below.

Impact 1: Permafrost thaw

- Gather monitoring data on **GREEN** category foundations to do a comparative analysis of initial versus maintenance costs. (See Effectiveness/Feasibility chart under Impact 1.)
- Raise the issue of building codes with Dawson's Building Codes and Standards Committee and with Engineers Canada.
- Continue to learn about **ORANGE** building approaches to determine whether they should be considered in the future and to learn why they have failed in the past. (See Effectiveness/Feasibility chart under Impact 1.)
- Investigate the seismic implications of the different foundation types.
- Look into overall town surveys and Light Detection and Ranging (LiDAR) data to capture building movements over a one-year period.

Impact 2: Wildfire risks

- Investigate and propose an installation plan for lightning rods.
- Inventory and analyze existing roofing and siding materials in terms of flammability: look into potential risks of building materials and determine substitutes that preserve heritage value.
- Coordinate fire protection training and resources to ensure there is capacity within Dawson City if needed (i.e., staff exchanges, additional staff training, external sprinklers and sprinkler packs, etc.)
- Arrange to have Dawson City added as a case-study for the Canadian Forest Service fuel load assessment.

Impact 3: Flooding

- Develop a comprehensive flood response plan that is complete with training and equipment (including personal protective equipment [PPE]) and including not only buildings, but a complementary plan for artefacts).
- Consider using waterproofing, mould proofing and fans to deal with drainage issues, flooding, structural stability and pest infestations (always keeping heritage values in mind.) Make a business case for accepting the incremental costs involved given the multiple benefits of this approach.
- When developing a flood response plan, consider: structural degradation of buildings; ice damage to buildings; buildings floating to new locations; loss of artefacts; water damage (structures and contents); and silt deposits.
- Learn more about monitoring and maintenance of the community's dike and raise the issue at next multi-stakeholder Emergency Measures Organization meeting.
- Learn more about the condition of the dike.

Impact 4: Drainage issues

- Replace collapsed drainage infrastructure under heritage properties and extend storm sewers onto north/south line.
- Enlist the support of building inspectors to deal with drainage issues and educate and support them to ensure they are aware of how drainage is affecting neighbouring heritage properties.
- Ensure there are stringent requirements in place for development, and building permits and applications.
- Put more provisions and bylaws in place to protect heritage properties.
- Collaborate with the city and Parks Canada on building levels and grades.
- Start a larger dialogue on building levels/grade with FHBRO (making it clear how important it is to the streetscape).
- Look into LiDAR or geotechnical survey data to gain additional information about drainage and permafrost issues.
- Study the increase in water-consuming vegetation.
- Implement water management strategies, such as swales and eavestroughs, in sites that could benefit from them.

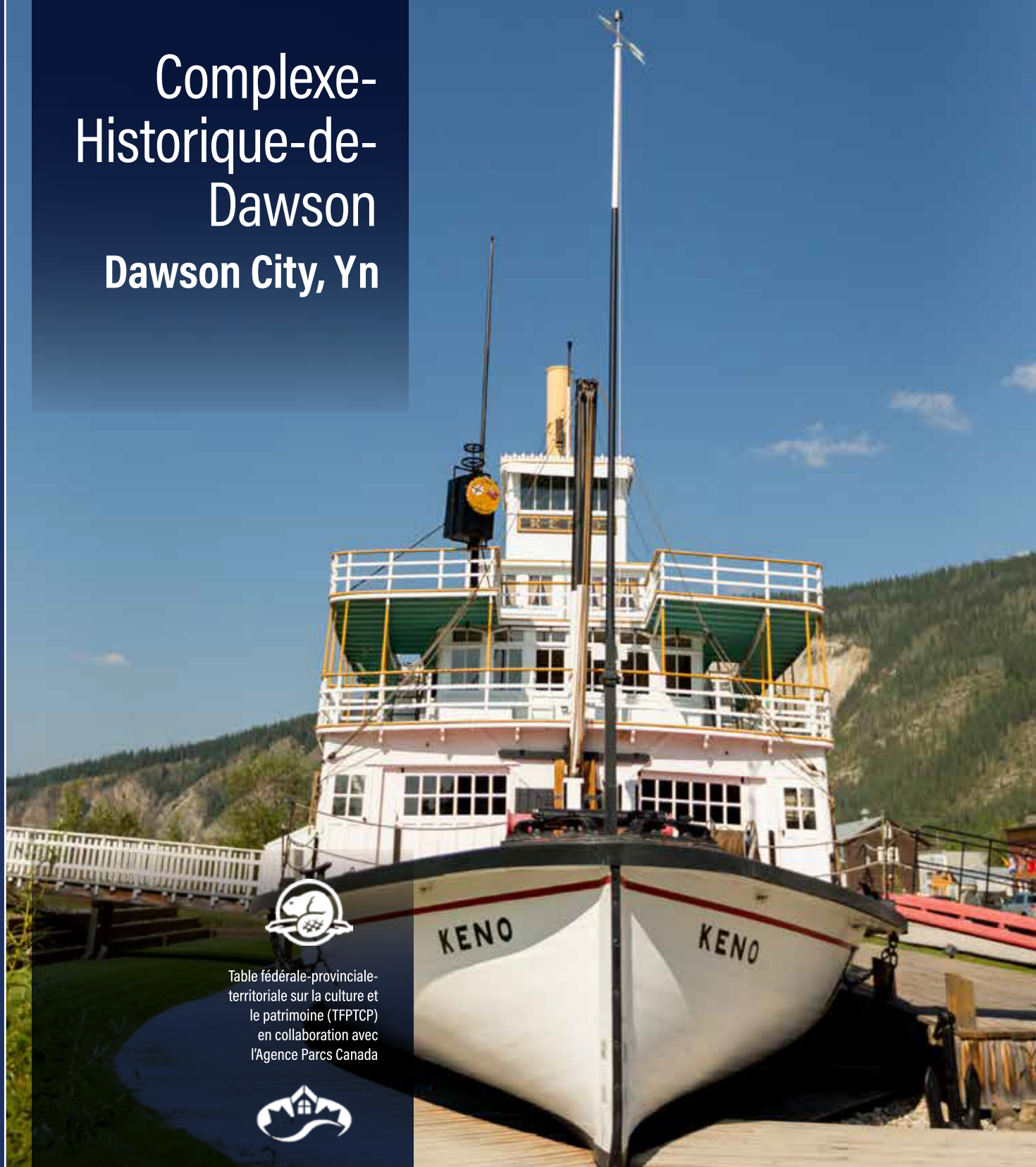
Workshop participants agreed that the first step in following through on the above-identified prioritized adaptations options is to seek support from internal and external stakeholders. Making progress on these initiatives will also entail identifying the capacity and resource requirements for their implementation, then establishing timelines that are integrated with existing management processes (wherever possible). The participants also emphasized the importance of coming up with an approach to monitor and evaluate each adaptation option and to integrate these activities into the implementation timelines.

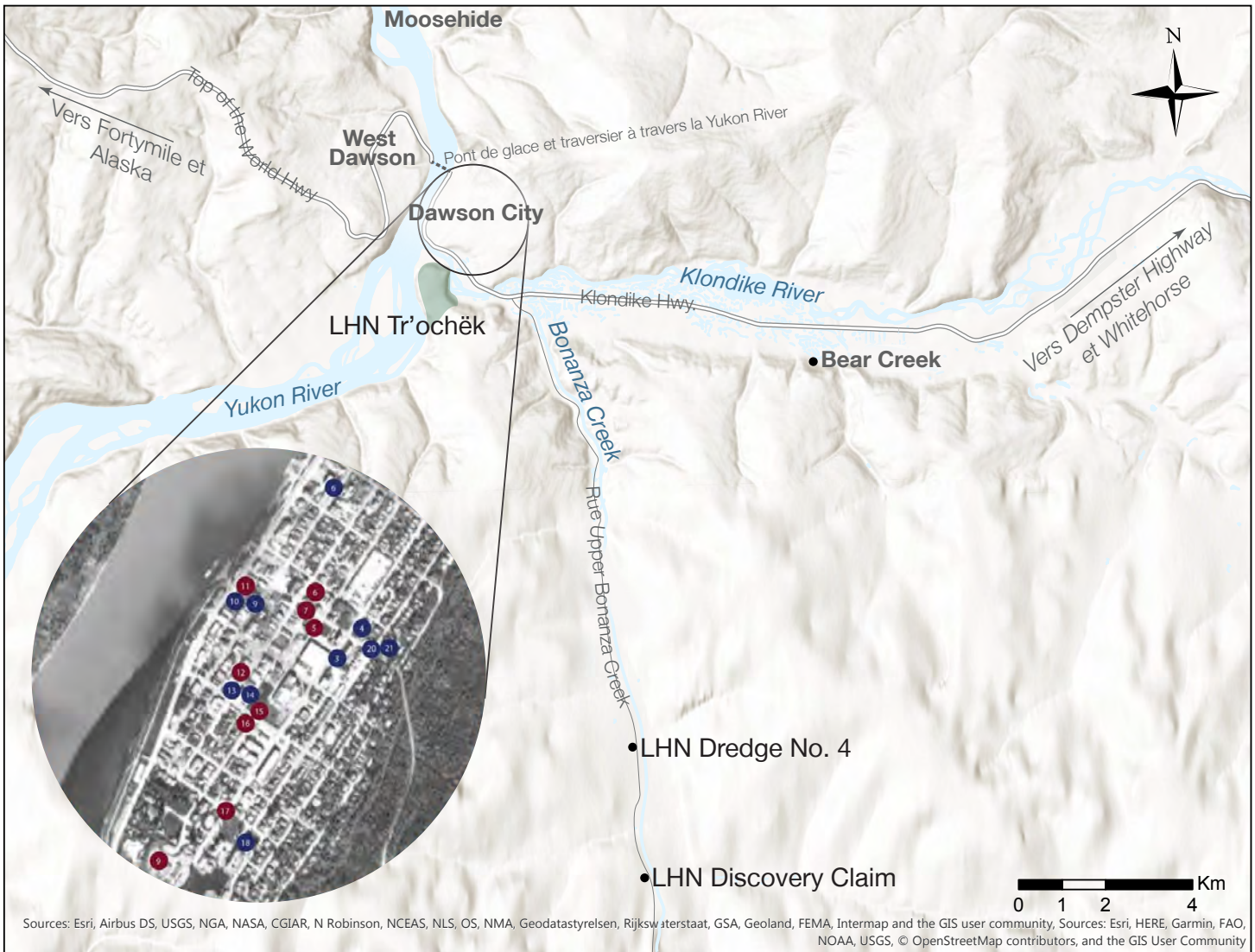
SÉRIE DE RAPPORTS
D'ATELIERS SUR
L'ADAPTATION AUX
CHANGEMENTS
CLIMATIQUES
SEPTEMBRE 2017

Complexe- Historique-de- Dawson Dawson City, Yn



Table fédérale-provinciale-
territoriale sur la culture et
le patrimoine (TFPTCP)
en collaboration avec
l'Agence Parcs Canada





Photographie en page couverture :

Le lieu historique national du Canada S.S. Keno est un vapeur fluvial à une roue accosté sur la rive du fleuve Yukon, près de la rue Front, à Dawson, dans le territoire du Yukon. C'est un symbole emblématique des lieux historiques nationaux du Klondike, et un rappel du Lieu historique national du Canada du Complexe-Historique-de-Dawson qui se trouve à proximité.

Sauf indication contraire, toutes les photos proviennent de Parcs Canada

À PROPOS DE L'ÉVÉNEMENT

L'Atelier sur l'adaptation aux changements climatiques du lieu historique national du Canada du Complexe-Historique-de-Dawson fait partie d'une série d'ateliers sur l'adaptation aux changements climatiques pour les lieux patrimoniaux menés par l'Agence Parcs Canada à travers le Canada, de 2017 à 2019. Ces ateliers avaient pour objectif d'identifier les répercussions pressantes des changements climatiques sur les ressources culturelles dans différents lieux patrimoniaux, et d'élaborer de possibles options d'adaptation.

Ces ateliers devraient être considérés comme faisant partie d'une discussion continue quant aux impacts des changements climatiques sur les ressources culturelles, afin d'assurer une meilleure compréhension des risques liés aux changements climatiques et des options d'adaptation possibles qui y sont associées et qui pourraient être déployées efficacement dans les lieux historiques nationaux et autres sites patrimoniaux. À terme, des ateliers de suivi devraient être envisagés, non seulement pour approfondir notre compréhension des risques liés aux changements climatiques dans ces lieux patrimoniaux, mais également pour poursuivre l'exploration des mesures d'adaptation qui pourraient être mises en oeuvre, afin d'aider à protéger ces lieux patrimoniaux des effets des changements climatiques.

À PROPOS DU RAPPORT

Ce rapport a été préparé pour la Table fédérale-provinciale-territoriale sur la culture et le patrimoine (TFPTCP) en collaboration avec l'Agence Parcs Canada, afin de diffuser le travail issu des ateliers auprès de la collectivité FPTCP et d'accroître les connaissances sur l'adaptation aux changements climatiques dans les lieux patrimoniaux. Ce rapport doit être lu parallèlement au document intitulé Synthèse du programme qui s'applique à tous les ateliers.

La série de rapports d'ateliers sur l'adaptation aux changements climatiques est le fruit d'une collaboration entre l'Agence Parcs Canada et la Table fédérale-provinciale-territoriale sur la culture et le patrimoine (TFPTCP). Ce rapport, tout comme l'ensemble des rapports de la série d'ateliers sur l'adaptation aux changements climatiques et la Synthèse du programme, sont disponibles sur le site SharePoint de la TFPTCP.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2020

This publication is also available in English.

Table des matières

Remerciements	4
1. Introduction.....	5
2. Méthodologie	6
Le cadre d’adaptation	6
L’atelier sur l’adaptation aux changements climatiques du Lieu historique national du Complexe-Historique-de-Dawson.....	7
3. Contexte climatique régional	8
4. Contexte local du site.....	9
Définition de la portée	9
Historique du site.....	10
5. Ressources culturelles en péril.....	11
Bâtiments patrimoniaux et biens locaux.....	11
6. Impacts des changements climatiques.....	12
Impacts généraux.....	12
Impacts propres aux sites.....	14
7. Compréhension des niveaux de risque.....	16
Probabilités et conséquences des impacts identifiés	16
Impacts du dégel du pergélisol.....	17
Impacts des feux de forêt.....	17
Impacts des risques d’inondation.....	18
8. Remue-méninges et priorisation des options d’adaptation	19
Approches recommandées pour l’adaptation aux changements climatiques	19
9. Prochaines étapes.....	23
Prochaines étapes pour les options d’adaptation aux changements climatiques.....	23

Remerciements

Le groupe de travail sur les ressources liées à la culture et au patrimoine (GT RCP) de la Table fédérale-provinciale-territoriale sur la culture et le patrimoine (La Table FPTCP) et l'Agence Parcs Canada, tiennent à remercier le gouvernement du Yukon, le Collège du Yukon et la Ville de Dawson de leur contribution à ce travail de collaboration.

1. Introduction

Les lieux historiques nationaux (LHN) du Klondike reflètent les caractéristiques sociales, économiques et politiques de la région du Yukon tout au long du siècle dernier. Le LHN du Complexe-Historique-de-Dawson, situé à Dawson, est l'un d'eux et comprend environ 18 bâtiments historiques construits pendant la ruée vers l'or du XIX^e siècle au Yukon.

Abordant la question des changements climatiques, il importe de souligner qu'une grande partie de la ville de Dawson a été construite sur le pergélisol. Au fur et à mesure que les changements climatiques et autres facteurs, provoquent le dégel du pergélisol, la stabilité des bâtiments de la ville est compromise. La dégradation continue de ces architectures urbaines, pourrait entraîner la perte d'un lieu historique important lié à un pan déterminant de l'histoire du Canada.

RESSOURCE CULTURELLE : Œuvre humaine, objet ou endroit qui a été reconnu, selon sa valeur patrimoniale, comme étant directement associé à un ou plusieurs aspects importants de l'histoire et de la culture humaines.

La ville de Dawson est située à 541 km au nord de Whitehorse, le long de la route du Klondike, sur un terrain plat, au confluent du fleuve Yukon et de la rivière Klondike. Elle est bordée par la crête qui culmine avec le Midnight Dome et les hautes collines qui s'élèvent au-dessus de la Moosehide Slide.

La région du Klondike a été retenue parmi plusieurs sites du pays pour accueillir une série d'ateliers sur l'adaptation aux changements climatiques (AACC) dans les lieux patrimoniaux, fruit d'une collaboration entre le groupe de travail sur les ressources liées à la culture et au patrimoine (GT RCP) de la Table fédérale-provinciale-territoriale sur la culture et le patrimoine (TFPTCP) et l'Agence Parcs Canada. Les différents sites ont été choisis de manière à illustrer tant la grande diversité géographique du pays, que le large éventail des problématiques posées par les changements climatiques au Canada ainsi que les impacts qui en découlent, ou encore, la vaste gamme de ressources naturelles et culturelles touchées.

Le LHN du Complexe-Historique-de-Dawson est représentatif des sites nordiques et fait face à des problématiques spécifiques liées à des impacts climatiques régionaux uniques, dont le plus important est le dégel du pergélisol.

L'atelier sur l'adaptation aux changements climatiques (AACC) du Complexe-Historique-de-Dawson a eu lieu les 20 et 21 septembre 2017. Son but était d'approfondir la compréhension que nous avons des impacts du climat sur les ressources culturelles et d'examiner de potentielles options d'adaptation, en mettant l'accent sur les réalités de ce site en particulier et plus globalement, sur celles des régions nordiques semblables.

L'événement a été organisé sous la forme d'un atelier de deux jours axé sur le Cadre d'adaptation au changement climatique (disponible dans le SharePoint de la Table FPTCP) pour les parcs et les zones protégées, développé par le Conseil des parcs du Canada et Parcs Canada. Outre le cas du LHN du Canada du Complexe- Historique-de-Dawson, les discussions ont porté sur ceux de plusieurs autres structures patrimoniales du LHN du Klondike, notamment la Drague-Numéro-Quatre. L'atelier a eu lieu à Dawson et a réuni un groupe d'environ 16 personnes représentant le gouvernement du Yukon, la ville de Dawson, le Collège du Yukon et Parcs Canada (tant l'unité de gestion locale que le Bureau national). Cet atelier visait à cerner les principaux impacts des changements climatiques sur le LHN, à évaluer leurs probabilités et conséquences afin de déterminer les risques qui y sont associés et à élaborer des options d'adaptation possibles pour le site.

2. Méthodologie

Le cadre d'adaptation

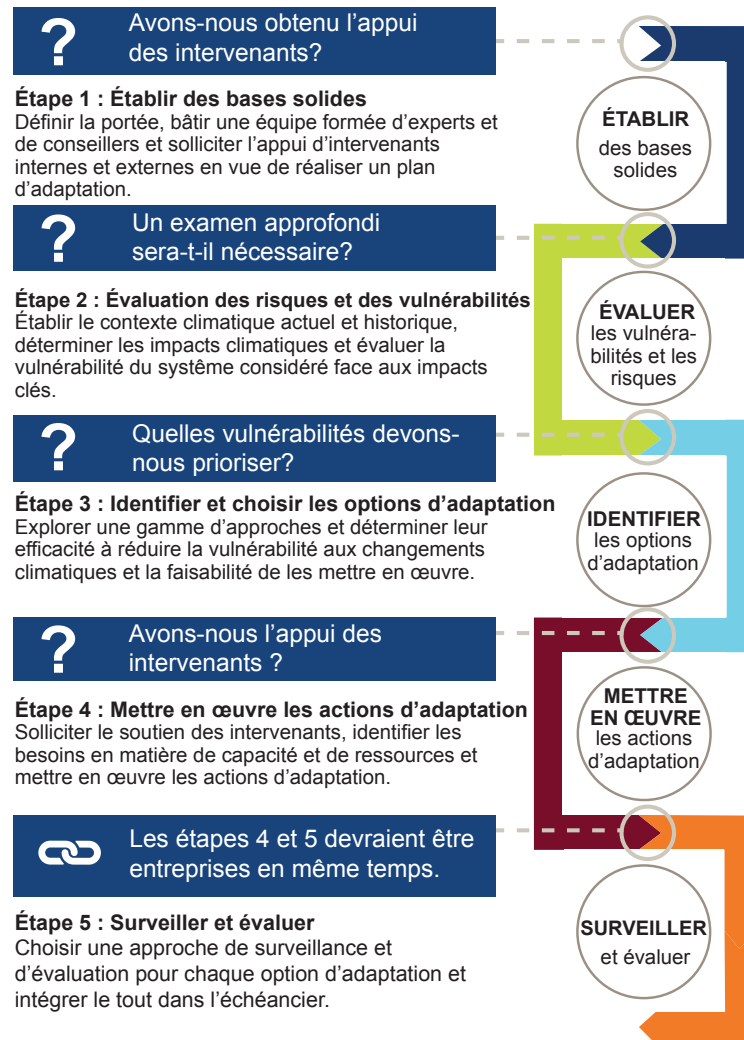
La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) définit l'adaptation comme « l'adaptation des systèmes écologiques, sociaux ou économiques en réponse aux stimuli climatiques réels ou prévus et à leurs effets ». Il s'agit de « modifier les processus, les pratiques et les structures afin d'atténuer les dommages potentiels ou de profiter des possibilités associées aux changements climatiques ».

De nombreux cadres d'adaptation ont déjà été élaborés par divers organismes dans différents champs d'expertises. L'équipe dédiée aux questions liées aux changements climatiques chez Parcs Canada, ainsi que le Groupe de travail sur les changements climatiques du Conseil canadien des parcs, ont élaboré le Cadre d'adaptation aux changements climatiques utilisé dans cette série

d'ateliers en s'appuyant sur le cycle d'adaptation présenté dans « Adaptation aux changements climatiques » de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), et en procédant à l'intégration de plus d'une douzaine de cadres provenant de diverses sources.

Le cadre d'adaptation en cinq étapes (illustré sur la présente page) est évolutif et adaptable. On peut l'appliquer à diverses ressources liées à la nature, à la culture, aux installations, ou à une combinaison de ressources. Il peut être aussi détaillé (quantitatif) ou conceptuel (qualitatif) que souhaité et, à chaque étape, il prend en compte les paramètres, soit les buts et objectifs généraux du système concerné.

Le cadre d'adaptation



L'atelier sur l'adaptation aux changements climatiques du Lieu historique national du Complexe-Historique-de-Dawson

L'atelier de deux jours sur l'adaptation aux changements climatiques avait pour but de déterminer les principaux impacts des changements climatiques sur le LHN du Complexe-Historique-de-Dawson, de trouver des options d'adaptation efficaces et de les mettre en œuvre selon un ordre de priorité.

L'atelier a débuté par un examen des préoccupations générales concernant les changements climatiques dans la région. Les participants ont ensuite fait une visite de la ville de Dawson, en autobus, pour jeter un coup d'œil aux bâtiments historiques du LHN les plus touchés par les changements climatiques, et se familiariser avec les préoccupations inhérentes au site. Ils ont également visité le LHN de la Drague-Numéro-Quatre ainsi que l'ancien palais de justice territorial.

La première journée de l'atelier a aussi comporté des présentations sur les conditions climatiques de la région, tant actuelles qu'historiques, ainsi que sur les scénarios climatiques anticipés sur le futur et les changements escomptés quant aux conditions climatiques. Les participants se sont ensuite divisés en groupes restreints. Chaque groupe s'est vu attribuer un scénario potentiel et a fait une séance de remue-méninges relativement aux impacts potentiels dudit scénario. Les intervenants ont cherché à déterminer la probabilité de chaque impact, la gravité des conséquences induites s'il devait se produire et la portée globale que cela pourrait avoir sur les objectifs de gestion.

Passant à la phase suivante de l'atelier, les participants se sont ensuite réunis en un groupe plus large, afin d'établir l'ordre de priorité des impacts en fonction de trois types de listes possibles :

- Liste courte : à discuter durant l'atelier
- Liste longue : à examiner à une date ultérieure
- Hors liste : aucune mesure requise (à ce stade-ci)



Participants : **Atelier sur l'adaptation aux changements climatiques 20 et 21 septembre 2017**

Gouvernement du Yukon

- Archéologie: Brent Riley

Collège du Yukon

- Science du pergélisol : Dr. Fabrice Calmels

Ville de Dawson

- Trina Buhler

Agence Parcs Canada

- Gestion des lieux : David Rohatensky
- Patrimoine bâti : David Scarlett, Shelley Bruce, Lydia Miller
- Changements climatiques : Scott Parker, Liz Nelson
- Services techniques : Tom Buzzell
- Menuiserie : Mike Castellerin, Mike Perry
- Gestion des ressources : Blythe MacInnis
- Expérience du visiteur : Janice Cliff
- Archéologie terrestre : Virginia Sheehan

Puisque le dégel du pergélisol est une préoccupation majeure dans la région, durant la deuxième journée de l'atelier, l'ensemble du groupe a analysé les impacts de ce scénario au regard des changements climatiques. Plus précisément, les intervenants se sont concentrés sur les avantages et les inconvénients des différents types de fondations actuellement utilisés. Puis, chaque sous-groupe a poursuivi les discussions, en ciblant un impact en particulier et en procédant à son analyse détaillée. Ensuite, les intervenants ont échangé des idées et priorisé les options d'adaptation pour l'impact identifié puis enfin, ils ont classé les options proposées en termes d'efficacité et de faisabilité. Pour chaque option d'adaptation proposée, le sous-groupe a considéré ses avantages, ses inconvénients, sa faisabilité et son efficacité, pour finalement faire un choix quant aux options nécessitant une étude plus approfondie et discuter des prochaines étapes en découlant.

3. Contexte climatique régional

Le dégel du pergélisol, l'évolution de l'état des glaces (ainsi que les risques d'inondation qui en découlent) et l'incidence accrue des feux de forêt, sont les facteurs du changement climatique qui ont les plus grands effets dans la région des Territoires du Nord du Canada.¹

Les températures annuelles dans la région ont augmenté de 2,4°C au cours du dernier siècle (soit depuis 1901). Les modèles climatiques prévoient une augmentation supplémentaire de 2,5°C d'ici 2040, avec un réchauffement des températures hivernales pouvant atteindre 4°C.

Les précipitations annuelles à Dawson connaissent déjà depuis 1901 une augmentation de 17 %, les saisons estivales ayant connu la plus forte augmentation globale. On prévoit que les précipitations annuelles totales dans la région augmenteront de 10 % d'ici 2040 et de 10 % à 40 % entre 2041 et 2070.

En dépit de cette augmentation prévue des précipitations, parallèlement, on s'attend à davantage de sécheresses dans la région, ce qui accroîtra le nombre de feux de forêt. En fait, l'incidence des feux de forêt dans la région est déjà à la hausse. Depuis 1985, une moyenne annuelle de 137 feux au Yukon ont brûlé en moyenne 171 840 hectares en moyenne chaque année. La saison des feux de forêt de 2004 a été la pire de l'histoire de Dawson et de ses environs. Des épisodes sans précédent de températures élevées, des orages inhabituels et de faibles pluies ont entraîné dans la région, un nombre record d'incendies et de terres brûlées. Au fur et à mesure que les températures estivales continueront d'augmenter et que les saisons de croissance se prolongeront, les risques de feux de forêt iront croissants, les saules et les broussailles de la région fournissant du combustible.

Des étés plus chauds, et plus longs, des hivers plus chauds avec des chutes de neige plus abondantes ainsi que des épisodes d'alternance gel-dégel plus nombreux, sont autant de phénomènes qui amenuisent également la capacité du sol à geler de nouveau. Cela accélère le dégel du pergélisol et le phénomène de soulèvement par le gel. À l'heure actuelle, dans la région, la probabilité de présence du pergélisol en tout temps est de 77 %, mais une augmentation de la température de 2°C ramènera ce chiffre à 10 %. Au fur et à mesure que le pergélisol dégèle, il contribuera également à l'augmentation des températures globales annuelles dans la région.

Des températures plus chaudes ont également entraîné une fonte généralisée des glaciers dans la région. Au cours des 50 dernières années, le Yukon a perdu 22 % de sa couverture glaciaire. Les embâcles hivernaux le long du fleuve Yukon sont également préoccupants; une brèche dans la digue de Dawson pourrait avoir des effets dévastateurs sur la collectivité. Des précipitations plus abondantes et une augmentation des épisodes de gel et de dégel au printemps pourraient également accroître le risque d'inondation dans cette collectivité de faible altitude malgré la berme protectrice le long du fleuve. Les pluies abondantes et le dégel progressif du pergélisol peuvent également se combiner pour exacerber les problèmes de drainage existants.

¹Toutes les données de cette section sont tirées de Parker, Scott, « Let's Talk about Climate Change : Northwest Region », version 1.2 (29 août 2017) ou de Parker, Scott, « Dawson Historical Complex National Historic Site Adaptation Workshop : Background Climate Data and Information (septembre 2017). Tous deux publiés par Parcs Canada, Bureau du scientifique en chef des écosystèmes.

4. Contexte local du site

Définition de la portée

Cet atelier sur l'adaptation aux changements climatiques (AACC) était axé sur le cœur de la ville de Dawson et de ses ressources historiques et culturelles.



Dawson City est située à 541 km au nord de Whitehorse, le long de la route du Klondike, sur un terrain plat au confluent des rivières Yukon et Klondike. Une grande partie de la ville a été construite sur le pergélisol

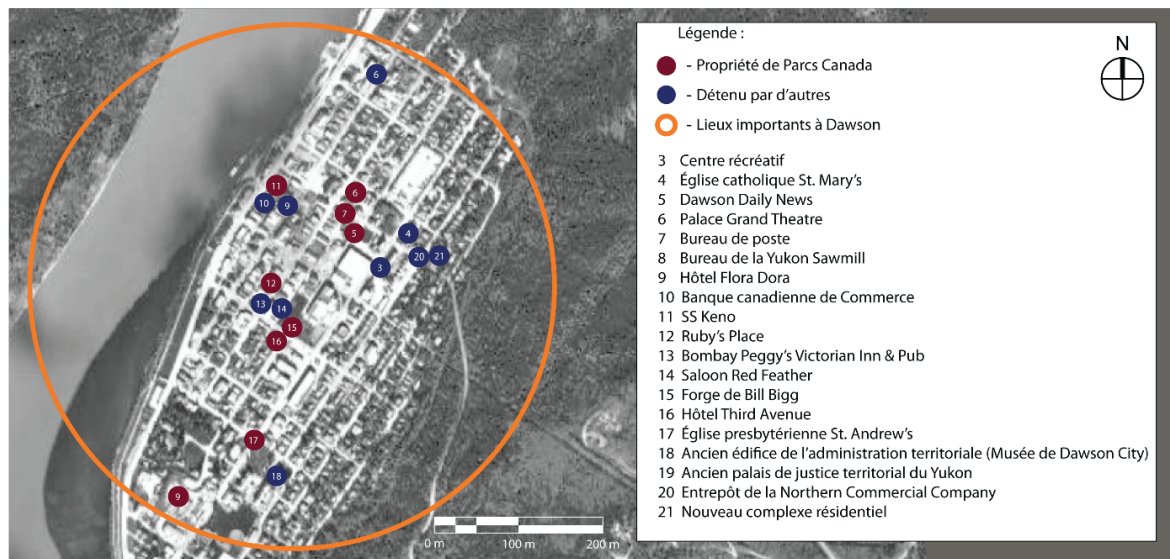


Image reproduite avec l'aimable autorisation de l'Agence Parcs Canada, 2018

L'atelier a également porté sur le LHN de la Drague-Numéro-Quatre, situé à environ 12 kilomètres de la route du Klondike, sur le chemin Bonanza Creek, dans les gisements aurifères du Klondike. Ce secteur symbolise l'importance des opérations de dragage au Yukon entre 1899 et 1966. Les dragues ont été apportées au Yukon en 1899 pour accroître l'efficacité des activités d'extraction de l'or du Klondike (en creusant la vallée de la rivière et en retournant la terre pour en extraire l'or). Les sociétés minières ont joué un rôle important dans la viabilité de la collectivité de Dawson et du Territoire du Yukon. Parcs Canada travaille depuis des années à restaurer et à stabiliser les témoins de ce pan de l'histoire du Klondike.

Historique du site

À la fin du XIXe siècle, à l'apogée de la ruée vers l'or du Klondike, quelque 30 000 prospecteurs se sont établis à Dawson. Située à la jonction du fleuve Yukon et de la rivière Klondike, la ville est rapidement devenue la plus grande collectivité canadienne à l'ouest de Winnipeg et un centre d'approvisionnement et de service pour les mineurs qui espéraient faire fortune. Aujourd'hui, le LHN du Complexe-Historique-de-Dawson tout comme le LHN du Klondike dans son ensemble, donnent un aperçu de la vie durant cette période importante de l'histoire canadienne.

Dawson, avec ses rues non pavées, ses promenades en bois surélevées, ses façades de ville-champignon, le mélange de ses techniques de construction vernaculaires aux ajouts spontanés et de son caractère pionnier, perpétue une image saisissante de la vie aux temps de la ruée vers l'or du Klondike. Le maillage des rues de la ville est caractéristique de celui des villes-champignons de l'époque de la ruée vers l'or.

Le LHN du Complexe-Historique-de-Dawson est constitué de bâtiments historiques disséminés dans tout le centre-ville (voir l'envergure au diagramme ci-dessus) qui racontent l'histoire des premiers développements de la ville pendant et immédiatement après la ruée vers l'or du Klondike. Les structures, toutes construites entre 1898 et 1910, documentent également le rôle historique de la ville en tant que centre administratif, financier, commercial, social et de transport de la région au cours de cette période.

Pendant la saison estivale, bon nombre de ces édifices sont ouverts au public et reprennent vie grâce aux guides en costumes d'époque. Un nombre croissant de touristes visitent Dawson chaque année. En 2017, quelque 113 000 personnes ont visité la ville, soit plus de trois fois le nombre de visiteurs de 2013.²

QU'ÉTAIT LA RUÉE VERS L'OR DU KLONDIKE? La découverte d'or dans la région du Yukon en 1896 a mené à une ruée d'environ 100 000 prospecteurs vers le Yukon et l'Alaska entre 1897 et 1899. Cette migration a entraîné la fondation de Dawson en 1896 et, par la suite, le développement du territoire du Yukon en 1898. La découverte de l'or, et l'afflux de personnes provenant de tous les milieux, ont conduit au développement rapide de la région.

²Rapport de fin d'exercice 2017 de Tourisme Yukon. Consulté à l'adresse : http://www.tc.gov.yk.ca/pdf/2017_Year_End_Report_FINAL.pdf.

5. Ressources culturelles en péril

Les changements climatiques posent un certain nombre de risques pour les ressources culturelles au LHN du Complexe-Historique-de-Dawson. Ces risques sont résumés ci-dessous.

Bâtiments patrimoniaux et biens locaux

Il y a plus de 18 structures historiques dans les LHN du Klondike, dont la plupart ont été construites au XIX^e siècle pendant la ruée vers l'or du Yukon. En voici quelques-unes :

- L'édifice Ruby's Place
- La Palace Grande Théâtre
- Moulin à scie du Yukon
- L'ancien palais de justice territorial du Yukon
- Le Dawson Daily News
- Le bureau de poste Old Dawson
- Le SS Keno
- L'église presbytérienne St. Andrew's
- Le complexe hôtelier de la 3^e Avenue
- Complexe de Bear Creek
- La Drague-Numéro-Quatre
- Le Saloon Red Feather
- La Banque de l'Amérique du Nord britannique
- La Klondike Thawing Machine Company
- La forge de Bill Bigg
- Les quartiers familiaux de la Police à cheval du Nord-Ouest
- Le magasin Caley's
- La résidence du commissaire

D'une manière ou d'une autre, un grand nombre de ces bâtiments sont touchés par la dégradation du pergélisol. Le paysage de rues de la ville, la promenade de bois ainsi que la majorité des bâtiments du centre, se sont surélevés au fil du temps. Par conséquent, les niveaux des fondations de bon nombre de bâtiments voisins les uns des autres diffèrent considérablement, ce qui pose des problèmes de drainage. Cela signifie qu'entre mai et juin, l'eau doit être pompée dans de nombreuses propriétés. De plus, les problèmes de drainage sont exacerbés par la construction de nouveaux bâtiments de plus grande hauteur, aux alentours de la collectivité. Cette « course à la hauteur » augmente largement les risques de dommages causés aux édifices patrimoniaux.

En 2016, le gouvernement fédéral a annoncé l'attribution de 9,9 millions de dollars à plusieurs projets, dans les sites de Parcs Canada au Yukon. Près de la moitié de ce financement a servi à stabiliser et à rénover le LHN de l'ancien palais de justice territorial à Dawson, mais plusieurs autres bâtiments du LHN du Canada du Complexe-Historique-de-Dawson ont également reçu des fonds pour la remise en état, notamment, l'édifice du Dawson Daily News, l'édifice Ruby's Place, l'église St. Andrews et le Complexe de la Third Avenue.

En 1979, Dawson a subi une grave inondation. En réaction à ce désastre, on a construit une grande digue de terre le long du secteur riverain de la ville. Au cours de l'atelier, les participants ont convenu qu'il existait un risque que la digue se brise ou qu'elle cède complètement, mais que celui-ci était toutefois peu probable. Cependant, aucun spécialiste technique n'était présent lors de l'atelier, pour confirmer ou infirmer les risques associés à la digue actuelle.

6. Impacts des changements climatiques

Impacts généraux

Cette sous-section explique comment les risques accrus de dégel du pergélisol, les inondations (et les problèmes de drainage qui en découlent) ainsi que le risque accru de feux de forêt, menacent les bâtiments patrimoniaux, les paysages culturels, les ressources archéologiques et les artefacts historiques à Dawson. La sous-section suivante, (Impacts propres au site) quant à elle, décrit la façon dont ces facteurs climatiques peuvent influencer sur des ressources et des biens particuliers dans les LHN. Ces facteurs sont susceptibles d'avoir des effets semblables sur d'autres parcs et lieux historiques dans les régions du Nord.

Effets sur les infrastructures

Le dégel du pergélisol entraîne la déstabilisation de nombreuses structures telle que le mouvement des fondations des bâtiments ou celui des paysages, lesquels se modifient sous l'effet de l'accumulation d'eau et du tassement. Ces changements entraînent une multiplication des efforts ainsi qu'une hausse des coûts liés à l'entretien, ce qui pourrait avoir une incidence sur le nombre de visiteurs et sur la qualité de leurs expériences.

La dégradation du pergélisol et/ou les changements dans la configuration des glaces pourraient également affaiblir l'intégrité structurale de la digue servant à protéger la région des inondations. Ces dernières seraient donc susceptibles d'entraîner la perte totale de bâtiments ou encore, la dégradation des structures, via des dépôts de limon laissés sur les bâtiments et autres dommages résultant de l'action de l'eau et de la glace. Tout ceci pourrait obliger à la relocalisation de certains édifices.

Il y a aussi un risque accru pour les biens et l'infrastructure en raison des feux de forêt. Ceux-ci pourraient causer des dommages aux bâtiments patrimoniaux voire même, provoquer leur perte totale. L'eau servant à combattre les incendies est également susceptible d'endommager les structures patrimoniales, tout comme la suie et la fumée provenant des incendies voisins. La problématique des incendies pourrait nous amener à faire une évaluation des sites menacés. Une chaleur et une sécheresse trop intenses peuvent également induire des conditions rendant inefficace ou impossible, la lutte contre les incendies.

Les inondations liées aux pluies extrêmes et à des problèmes de drainage, pourraient entraîner des dommages importants aux bâtiments tels que des bris de fondations, de l'instabilité structurale, des dommages aux enveloppes de bâtiments, des dommages causés par des dépôts de débris ou de limon et de gravier, ou encore, des dommages causés aux réservoirs de propane, aux réseaux d'égout et d'aqueduc et aux réseaux d'alimentation électrique.

La récurrence des problèmes de drainage pourrait entraîner une augmentation de l'humidité, elle-même susceptible d'accroître les taux de moisissure et de pourriture dans les bâtiments patrimoniaux. Les problèmes de drainage pourraient également contraindre à un accroissement des efforts et des coûts d'entretien, causer des variations quant aux surélévations des structures, et réduire la capacité à rendre les bâtiments conformes en matière d'accessibilité universelle.

Des saisons de croissance des végétaux plus longues et des conditions plus chaudes peuvent entraîner une présence et une abondance accrues d'espèces végétales envahissantes (comme les saules), ce qui pourrait contribuer à aggraver les problèmes de drainage et de dégel du pergélisol.

Effets sur les ressources culturelles

Les ressources culturelles des LHN sont également à risque en raison de l'augmentation des feux de forêt, des inondations et des problèmes de drainage. Les ressources culturelles peuvent être endommagées ou détruites pendant et après les inondations, ainsi que pendant et après les feux de forêt. Les problèmes de drainage pourraient également endommager ces ressources et entraîner leur disparition. La moisissure, la pourriture, la désintégration fongique et la corrosion dues aux hausses des températures, du taux d'humidité et des précipitations, pourraient également détériorer les ressources culturelles des sites.

Effets sur les ressources archéologiques et les documents et objets historiques

L'augmentation des inondations peut endommager ou détruire des documents historiques, des artefacts et des ressources archéologiques. Au bout du compte, ces effets pourraient entraîner une perte de service au public en réduisant la capacité à présenter l'intégrité commémorative des sites et de préserver un contexte historique pertinent.

Les feux de forêt posent également un risque important pour les ressources archéologiques, les documents historiques et d'autres artefacts qui, même s'ils ne sont pas détruits par un incendie, risquent d'être endommagés par l'eau utilisée pour combattre les incendies.

Effets sur l'expérience des visiteurs

Les problèmes mentionnés ci-dessus pourraient changer globalement l'expérience des visiteurs du LHN du Complexe-Historique-de-Dawson et des lieux historiques nationaux du Klondike et avoir une influence sur les périodes de fréquentations touristiques de ces lieux historiques nationaux, à savoir:

- La fréquentation pourrait augmenter en raison d'un été plus long et plus chaud.
- L'accroissement de la fréquence, de l'intensité et de la durée des feux de forêt, pourrait avoir une incidence sur la qualité de l'air ainsi que sur les taux de fréquentation et le type d'activités offertes aux visiteurs. Par exemple, les parcs et les lieux historiques peuvent fermer, tenir des activités à l'intérieur plutôt qu'à l'extérieur ou même, être forcés de procéder à l'évacuation des visiteurs.
- Le dégel du pergélisol pourrait nuire à l'expérience des visiteurs en rendant les routes de la région tout comme la promenade piétonne de la ville, impraticables.
- La dégradation structurale pourrait compromettre la sécurité et entraîner la fermeture des bâtiments au public.

Effets cumulatifs

Au LHN du Complexe-Historique-de-Dawson, les participants ont identifiés plusieurs facteurs liés aux changements climatiques, déjà observables, (et tels que susmentionné) :

- Hausse des températures
- Dégel du pergélisol
- Risque accru d'inondations
- Fréquence accrue des feux de forêt
- Problèmes de drainage accrus

Cette situation entraîne déjà des conséquences susceptibles de s'amplifier tel que:

- Dommages aux infrastructures
- Piètre qualité de l'air (médiocre)
- Angoisse climatique
- Perte d'accès à des lieux importants

ANGOISSE CLIMATIQUE :
Augmentation du niveau d'anxiété, de colère et de tristesse en réaction aux conditions météorologiques

Ces conséquences, lorsqu'elles sont combinées, peuvent avoir des effets cumulatifs. Par exemple :

- Une mauvaise qualité de l'air peut induire la diminution du nombre de visiteurs.
- Les dommages causés aux infrastructures peuvent entraîner une hausse des coûts d'entretien, la perte de biens et une diminution du nombre de visiteurs.
- La perte d'accès à des endroits importants peut générer de l'angoisse climatique.

Impacts propres aux sites

L'atelier du LHN du Complexe-Historique-de-Dawson sur l'adaptation aux changements climatiques portait sur quatre impacts prioritaires et leurs effets potentiels sur le patrimoine bâti et les ressources culturelles. Les impacts susmentionnés, inhérents aux sites, sont influencés par les facteurs climatiques régionaux présentés à la section 3, « Contexte climatique régional ». Ces facteurs ont (ou sont susceptibles d'avoir) un certain nombre d'effets sur les parcs et lieux historiques de la région du Pacifique. (Remarque : Entre autres impacts qui ont été soulevés mais qui n'ont pas été priorisés aux fins de la discussion durant l'atelier de Dawson, mentionnons, l'augmentation de la charge de neige, la diminution de la sécurité, l'augmentation des infestations [cabane Robert Service] ainsi que la modification des habitudes et des possibilités en terme de visite des sites.)

Les quatre impacts considérés prioritaires dans le cadre des discussions approfondies, étaient les suivants :

- Le dégel du pergélisol
- Les risques de feux de forêt
- Les risques d'inondations
- Les problèmes de drainage

1. Impacts de la dégradation du pergélisol

Le réchauffement des sols et l'augmentation des épisodes de gel-dégel accélèrent le dégel du pergélisol et le soulèvement du sol par le gel dans la région. Ce phénomène pourrait endommager voire même, détruire des bâtiments patrimoniaux et/ou des artefacts du LHN du Complexe-Historique-de-Dawson.

Les participants à l'atelier ont dressé la liste suivante des impacts possibles de la dégradation du pergélisol :

- Instabilité accrue des fondations des structures patrimoniales
- Fissures aux fondations et aux murs intérieurs
- Impacts négatifs sur l'expérience des visiteurs entraînant une diminution du nombre de visiteurs
- Besoins accrus en matière d'entretien

- Affaissement ou surélévation des terrains, mouvements des bâtiments induisant leur relocalisation, déplacement des fondations, fissures aux murs intérieurs et instabilité structurelle qui peuvent empêcher l'occupation des bâtiments.
- Problèmes de drainage accrus
- Conséquences écologiques, comme la contamination ou la saturation du sol et la perte de peuplements forestiers, entraînant une augmentation de la charge de combustible propice aux incendies.

Le dégel du pergélisol pourrait également affaiblir l'intégrité structurelle de la digue protectrice et accroître le risque d'inondation dans l'ensemble de la ville.

2. Impacts d'un risque accru de feux de forêt

Des étés plus longs et plus chauds augmentent les risques de feux de forêt. L'augmentation des taux de précipitations peut aussi accroître les risques de feux de forêt en favorisant la croissance des plantes, augmentant ainsi la quantité de combustible (comme les saules et les broussailles) dans la région.

Pour le LHN du Complexe-Historique-de-Dawson, en raison des risques accrus de feux de forêt, les participants à l'atelier ont identifié les impacts spécifiques suivants :

- Perte de bâtiments, d'objets et d'infrastructures patrimoniaux
- Perte de structures contemporaines, routes, ponts et réseaux d'aqueduc et d'électricité, ou dommages importants
- Dommages causés aux structures par l'eau utilisée pour lutter contre les incendies
- Besoins accrus de réparation et d'entretien
- Dommages causés par l'eau ou la fumée aux structures et/ou aux artefacts
- Érosion des terres en raison de la perte de végétation
- Diminution de la qualité de l'eau (en raison de l'accumulation de sédiments)
- Diminution du nombre de visites en raison de la fumée ou de l'accroissement des risques

3. Impacts de l'augmentation des risques d'inondations

Les embâcles glaciels le long du fleuve Yukon pourraient accroître les risques de rupture de la digue qui protège la collectivité, ce qui aurait des effets dévastateurs pour Dawson. Malgré cette digue, au printemps, l'augmentation des précipitations et des épisodes de gel et de dégel pourrait aussi entraîner des inondations dans cette collectivité située à faible altitude. Ces phénomènes pourraient endommager voire, détruire, des bâtiments et/ou des objets patrimoniaux.

Entre autres conséquences de l'augmentation des inondations, mentionnons les problèmes de drainage, le besoin accru d'entretien, un tassement inégal des sols, le déplacement des fondations, la fissuration des murs intérieurs, l'instabilité structurelle (rendant les bâtiments inhabitables) et la nécessité de déplacer des bâtiments.

L'augmentation des précipitations et les inondations qui en résultent pourraient également entraîner :

- l'érosion du paysage;
- la perte de ressources archéologiques;
- la contamination ou la saturation du sol qui entraînerait à son tour la mort du peuplement forestier et une augmentation de la charge de combustible propice aux incendies;
- des besoins accrus en matière d'entretien;
- des problèmes de drainage accrus.

Les inondations dans la région pourraient également nuire au tourisme, en rendant impraticables les routes et la promenade piétonne de la ville. Elles pourraient enfin avoir des conséquences écologiques, entraîner la fermeture ou le ralentissement de l'exploitation minière, nuire aux entreprises locales et perturber les chaînes d'approvisionnement.

4. Impacts des problèmes de drainage

Tel que susmentionné, les précipitations annuelles à Dawson ont augmenté de 17 % depuis 1901, les étés ayant connu la plus forte augmentation globale, et on s'attend à ce que la région devienne davantage humide au fil du temps.

Les pluies abondantes et le dégel progressif du pergélisol peuvent se combiner pour exacerber les problèmes de drainage existants dans la collectivité. Les problèmes de drainage pourraient conduire à l'érosion, à l'instabilité du sol, à l'accumulation d'eau dans le paysage et à des affaissements de terrain.

De plus, concernant l'augmentation des problèmes de drainage, les participants à l'atelier ont identifié les impacts potentiels suivants:

- Augmentation de l'humidité, de la moisissure et de la pourriture dans les bâtiments patrimoniaux;
- Augmentation des frais d'entretien;
- Contamination de l'approvisionnement en eau par les eaux usées;
- Instabilité possible de la digue.

Le nombre de visiteurs au LHN pourrait également diminuer si les routes et la promenade piétonne de la ville deviennent impraticables en raison d'un mauvais drainage.

7. Compréhension des niveaux de risque

Probabilités et conséquences des impacts identifiés

Les participants à l'atelier ont attribué des énoncés de risque pour chacun des trois impacts prioritaires. Pour chaque scénario proposé, on a demandé aux participants d'évaluer les impacts d'après les questions suivantes :

1. **Quelle est la probabilité de l'impact?** (presqu'inexistante, peu probable, possible, probable ou presque certaine)
2. **Quelle est la gravité des conséquences de l'impact?** (négligeable, mineure, modérée, majeure ou catastrophique)

Selon la combinaison des probabilités que ne survienne l'impact et de la gravité des conséquences qui en découleraient, les participants ont classé le niveau de risque global lié à cet impact, comme étant faible, moyen, élevé ou extrême.

Pour de plus amples renseignements sur la façon dont les probabilités et les conséquences ont été définies et évaluées, veuillez consulter le Cadre d'adaptation.

Les énoncés de risque pour les impacts prioritaires figurent ci-dessous.

Impacts du dégel du pergélisol

Dans l'ensemble, le niveau de risque associé aux impacts du gel-dégel du pergélisol et du soulèvement du sol par le sol sur les bâtiments historiques du LHN est **extrême**. Cette appréciation a été basée sur les évaluations suivantes :

Si le dégel du pergélisol devait se poursuivre :

- Les impacts sur la stabilité des bâtiments seraient **certains** et les conséquences pourraient être **catastrophiques**. Le dégel du pergélisol pourrait causer une instabilité structurelle, comme le déplacement des fondations, l'affaissement des bâtiments et du paysage, et le creusement d'étangs. Par conséquent, le niveau de risque associé à cet impact est **extrême**.
- Les impacts sur les structures patrimoniales seraient **certains** et les conséquences pourraient être **catastrophiques**, et même aller jusqu'à leur perte potentielle. Par conséquent, le niveau de risque associé à cet impact est **extrême**.

Il s'agit de vulnérabilités clés qui méritent une discussion immédiate pour :

- *protéger l'intégrité commémorative du site;*
- *réduire les coûts et les efforts d'entretien;*
- *atténuer l'impact sur la fréquentation et l'expérience du visiteur.*

Impacts des feux de forêt

Dans l'ensemble, le niveau de risque associé à ces impacts pour les bâtiments et les objets patrimoniaux en raison des feux de forêt est **extrême**. Cette appréciation a été basée sur les évaluations suivantes :

En cas d'augmentation de la fréquence des feux de forêt

- Les impacts sur les bâtiments patrimoniaux seraient **presque certains** et les conséquences pourraient être **catastrophiques**, car les bâtiments pourraient cesser d'exister ou être modifiés de façon permanente. Les feux de forêt pourraient entraîner la perte ou l'endommagement d'artefacts à l'intérieur et à l'extérieur de la zone de protection contre l'incendie. Par conséquent, le niveau de risque associé à cet impact est **extrême**.
- Les impacts sur les bâtiments en raison de l'augmentation des charges de combustible seraient également **presque certains** et pourraient être **catastrophiques**. Par conséquent, le niveau de risque associé à cet impact est **extrême**.
- Les impacts sur les bâtiments des dommages causés par l'eau utilisée pour lutter contre les incendies sont **presque certains** et les conséquences pourraient être **modérées**, les bâtiments seraient toujours présents mais ils seraient endommagés. Par conséquent, le niveau de risque associé à cet impact est **élevé**.

Il s'agit de vulnérabilités clés qui méritent une discussion immédiate afin de protéger l'intégrité commémorative du site.

Impacts des risques d'inondation

Dans l'ensemble, le niveau de risque associé aux impacts des inondations pour les bâtiments est **modéré**. Cette appréciation a été basée sur une évaluation selon laquelle, si des inondations survenaient, il est **peu probable** qu'elles aient des impacts **importants** sur les bâtiments et sur les artefacts patrimoniaux. Les bâtiments ne seraient pas modifiés de façon importante ni trop endommagés, et leur valeur ne serait pas amoindrie.

Il s'agit d'une vulnérabilité clé qui mérite une discussion immédiate afin de protéger l'intégrité commémorative du site.

Impacts des problèmes de drainage

Dans l'ensemble, le niveau de risque associé aux impacts pour les bâtiments en raison de l'augmentation des problèmes de drainage est **élevé**. Cette appréciation a été basée sur les évaluations suivantes :

Si les problèmes de drainage devaient persister:

- Les impacts sur les bâtiments seraient **presque certains** et pourraient être **modérés**. Les bâtiments pourraient être considérés comme étant dégradés (mais toujours présents) en raison du drainage non contrôlé et de l'accumulation d'eau sur les sites patrimoniaux. Cela pourrait entraîner une augmentation des frais d'entretien, une instabilité des sols, des difficultés d'accès, la prolifération de moisissures dans les fondations et la variabilité de l'assise des fondations.

Il s'agit d'une vulnérabilité clé qui mérite une discussion immédiate pour :

- *protéger l'intégrité commémorative du site;*
- *réduire au minimum les coûts et les efforts d'entretien;*
- *éviter d'autres dommages causés par le drainage;*
- *prévenir les problèmes d'accessibilité;*
- *réduire les risques de moisissure dans les fondations (liés au dégel du pergélisol).*

8. Remue-méninges et priorisation des options d'adaptation

Approches recommandées pour l'adaptation aux changements climatiques

La dernière étape de l'atelier a porté sur les options d'adaptation possibles ainsi que sur les prochaines étapes à venir. On a demandé aux participants d'examiner les méthodes d'adaptation actuelles, puis d'énumérer leurs avantages et inconvénients, d'évaluer leur efficacité et leur faisabilité effective, et de noter toute autre réflexion. Pour chacun des quatre impacts, on a demandé au groupe de répondre aux deux questions suivantes :

1. **Comment gérons-nous actuellement cet impact?**
2. **Comment pourrions-nous gérer cet impact à l'avenir?**

Le groupe a ensuite fait une séance de remue-méninges relativement aux mesures d'adaptation nouvelles et révisées. Il a évalué chacune d'entre elles (ainsi que les méthodes présentement mises en oeuvre), puis a utilisé ces évaluations pour décider des options d'adaptation à examiner plus à fond.

Les participants ont produit des graphiques à code de couleurs (vert, jaune et rouge) pour évaluer les options d'adaptation :

- **Le vert** pour les options que le groupe recommanderait de mettre en œuvre;
- **Le jaune** pour les options que le groupe envisagerait, mais qui nécessiteraient des recherches plus poussées ou qui pourraient être favorables seulement dans certaines conditions;
- **Le rouge** pour les options qui ne devraient pas être envisagées à l'avenir.

Voici un résumé des options d'adaptation proposées pour chacun de ces trois impacts. (Remarque : Certaines de ces options ont déjà été implantées.)

IMPACT 1. DOMMAGES RÉSULTANT DU DÉGEL DU PERGÉLISOL

Lorsque le pergélisol est exposé à la chaleur de la terre, de l'air ou des fondations de bâtiments adjacents, il devient vulnérable au dégel. À Dawson, la stratégie la plus efficace actuellement utilisée pour stabiliser les fondations consiste à enlever le pergélisol dégelé et à creuser jusqu'aux sols ou roches stables, puis à remblayer les nouvelles fondations de bâtiments avec du gravier. Toutefois, lorsque le pergélisol est enlevé ou exposé, cela entraîne un dégel accru du pergélisol adjacent.

Les participants à l'atelier étaient d'accord sur le fait que le dégel du pergélisol va se poursuivre. Ils ont donc convenu que la stratégie susmentionnée était la meilleure solution pour l'adaptation des structures historiques. Une discussion de groupe a également permis de dresser une liste détaillée de tous les types de fondations actuellement utilisés à Dawson, d'examiner les avantages et les inconvénients de chacun d'entre eux et de les classer en fonction de leur efficacité et de leur faisabilité.

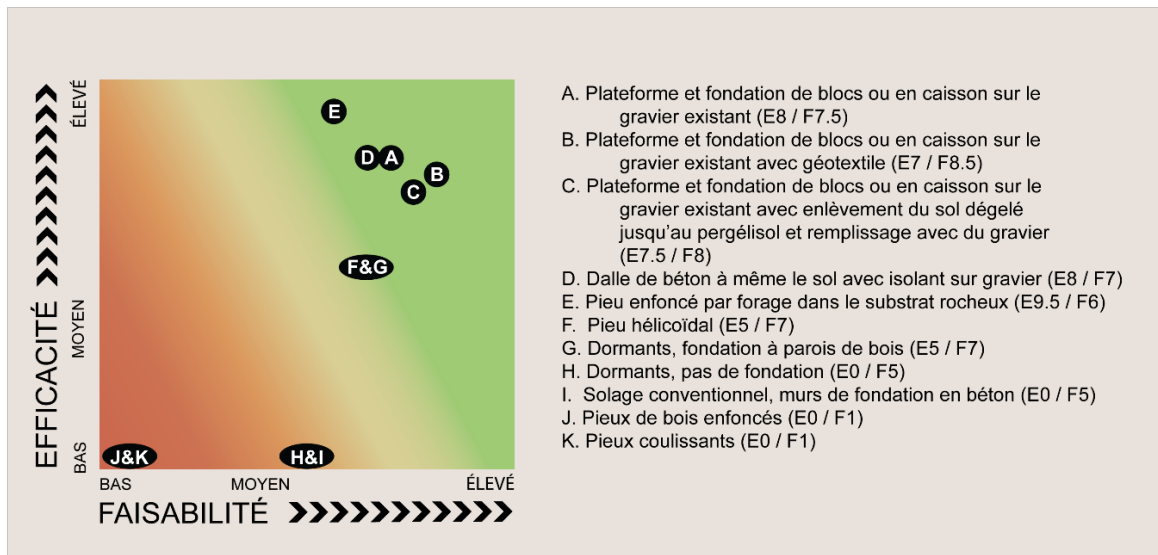


Image reproduite avec l'aimable autorisation de Patrimoine bâti, Agence Parcs Canada, 2018

Options d'adaptation de catégorie « verte » à envisager immédiatement :

- Tenir compte des meilleurs types de fondations pour atténuer les risques liés au dégel du pergélisol. Voici les types de fondations qui ont fait l'objet de discussions et qui sont actuellement utilisées à Dawson :
 - Fondation à dormants à parois de bois (pour les bâtiments avec sous-sol)
 - Pile enfoncée par forage dans le substrat rocheux
 - Pieux hélicoïdaux
 - Dalle de béton sur le sol (en utilisant de l'isolant sous la surface, construite sur un sous-sol de gravier massif)
 - Fond de calage et de calage/berceau construit sur une nouvelle dalle de gravier tel que décrit ci-dessus.
- Remplacer les égouts pluviaux endommagés et l'infrastructure de drainage effondrée sous les propriétés patrimoniales.

Options d'adaptation de catégorie « jaune » à envisager à une date ultérieure :

- Utiliser des cadres (sur une plateforme en gravier) pour maintenir le pergélisol et permettre au mieux, l'alignement de ces rez-de-chaussée de bâtiments, sur les rues historiques.
- Utiliser une dalle de fondation refroidie par rayonnement pour permettre au mieux, l'alignement de ces rez-de-chaussée de bâtiments, sur les rues historiques.
- Utiliser des thermosiphons (boucles horizontales) ou des piles thermiques (verticales).

Options d'adaptation de catégorie « rouge » examinées et rejetées comme étant irréalisables ou inefficaces :

- Utiliser des fondations classiques en béton, à solage conventionnel (pour les bâtiments avec sous-sol).
- Utiliser des fondations à dormants (pour les bâtiments sans sous-sol).
- Utiliser des pieux de métal coulissants pour consolider les fondations.
- Utiliser des pieux en bois pour consolider les fondations.
- Utiliser des pieux en tube d'acier à adhérence due au gel (ce n'est pas possible parce que la stabilité dépend du pergélisol).

Options proposées mais non évaluées :

- Utiliser une fondation sur poutres en béton et vide sanitaire distinct chauffé.

IMPACT 2. DOMMAGES RÉSULTANT DES RISQUES DE FEUX DE FORÊT**Options d'adaptation de catégorie « verte » à envisager immédiatement :**

- Coordonner la formation sur la protection contre les incendies avec les autres unités de gestion et le personnel de Parcs Canada.
- Installer des gicleurs externes et des trousse de gicleurs dans les bâtiments patrimoniaux.
- Surveiller les bâtiments et les structures qui utilisent actuellement des systèmes de gicleurs à sec.
- Assurer la conformité aux codes du bâtiment pour la protection contre les incendies.
- Gérer les paysages pour atténuer les risques d'incendie (c.-à-d. avoir des voies dégagées entre les bâtiments).
- Étudier et proposer des plans d'installation de paratonnerres
- Collaborer avec Parcs Canada et le Service canadien des forêts pour mieux comprendre les combustibles potentiels.
- Effectuer l'inventaire et l'analyse des matériaux de couverture et de parement existants en termes d'inflammabilité (comme les matériaux de couverture, les platelages d'usure, les revêtements, etc.).
- Examiner les risques potentiels associés aux matériaux de construction et aux substitutions qui maintiennent la valeur patrimoniale.

Options d'adaptation de catégorie « jaune » à envisager à une date ultérieure :

- Compter sur le gouvernement territorial pour assurer les pratiques FireSmart et maintenir les normes FireSmart, puisqu'il y a une base relativement à la lutte contre les incendies dans la région.
- Rester connecté au panneau d'incendie de la ville de Dawson et compter sur le service d'incendie local, qui a des bornes d'incendie partout dans la ville.

Options d'adaptation de catégorie « rouge » examinées et rejetées comme étant irréalisables ou inefficaces :

- Aucune n'a été mentionnée.

Options proposées mais non évaluées :

- S'assurer que les systèmes de lutte contre les incendies respectent les codes actuels.

IMPACT 3. DOMMAGES RÉSULTANT DES INONDATIONS**Options d'adaptation de catégorie « verte » à envisager immédiatement :**

- Continuer de compter sur la digue protectrice de la collectivité.
- Construire plus haut pour réduire les dommages aux contenus des bâtiments.
- Augmenter la pente pour réduire les risques et améliorer le drainage.

- Imperméabiliser les bâtiments et utiliser du bois et des finis et revêtements résistant aux moisissures.
- Éloigner les artefacts des zones à risque d'inondation, par exemple, pour les deuxièmes étages ou Bear Creek.
- Créer un plan d'urgence complet en cas d'inondation qui intègre toutes les considérations ci-dessus.

Options d'adaptation de catégorie « jaune » à envisager à une date ultérieure :

- Aucune n'a été mentionnée.

Options d'adaptation de catégorie « rouge » examinées et rejetées comme étant irréalisables ou inefficaces :

- Aucune n'a été mentionnée.

IMPACT 4. DOMMAGES RÉSULTANT DES PROBLÈMES DE DRAINAGE

Options d'adaptation de catégorie « verte » à envisager immédiatement :

- Adopter des règlements qui restreignent la hauteur des bâtiments (selon le niveau moyen des bâtiments environnants).
- Ajouter aux demandes d'aménagement, des exigences plus strictes quant à la gestion de l'eau.
- Veiller à ce que la Ville et Parcs Canada collaborent au niveau de la promenade piétonne et du paysage de rue.
- S'assurer que les inspecteurs du bâtiment soient au courant des demandes d'aménagement qui sont adjacentes à des propriétés historiques.
- Remplacer les tuyaux de drainage souterrains existants qui se sont effondrés et les raccorder au réseau pluvial de la ville.
- Créer une base de données de relevés DAR (y compris les données géotechniques et de géoradar).
- Encourager la Ville à mettre en place des dispositions supplémentaires pour protéger les biens patrimoniaux.
- Établir un dialogue avec le Bureau d'examen des édifices fédéraux patrimoniaux (BEEFP) au sujet des élévations visées pour les bâtiments et de leurs valeurs patrimoniales.

Options d'adaptation de catégorie « jaune » à envisager à une date ultérieure :

- Planter plus abondamment, une végétation consommatrice d'eau afin qu'elle puisse absorber l'excès d'eau.

Options d'adaptation de catégorie « rouge » examinées et rejetées comme étant irréalisables ou inefficaces :

- Aucune n'a été mentionnée.

Options proposées mais non évaluées :

- Installer une ventilation mécanique pour réduire la prolifération des moisissures dans les fondations.
- Augmenter la main-d'œuvre et l'équipement (comme les ventilateurs, les pompes et les déshumidificateurs) pour mieux gérer les problèmes de drainage.
- Créer un système de climatisation ou installer des déshumidificateurs intérieurs pour réduire les dommages causés par l'humidité.

- Planter de la végétation aux coins sud-est des bâtiments pour créer de l'ombre et réduire la probabilité d'un dégel localisé du pergélisol.

9. Prochaines étapes

Prochaines étapes pour les options d'adaptation aux changements climatiques

Au cours de l'exercice de remue-méninges et d'établissement des priorités et à la fin de l'atelier, les participants ont présenté différents points de vue sur les prochaines étapes pour faire progresser l'adaptation aux changements climatiques au LHN du Canada du Complexe-Historique-de-Dawson et en vue de permettre la réalisation de certaines des options proposées. Ci-dessous, ces points de vue sont regroupés par impact et thème.

IMPACT 1 : Le dégel du pergélisol

- Recueillir des données de suivi sur les fondations de la catégorie « **VERTE** » afin d'effectuer une analyse comparative des coûts initiaux par rapport aux coûts d'entretien (voir le tableau sur l'efficacité et la faisabilité à la section Impact 1).
- Soulever la question des codes du bâtiment avec le Comité des normes et des codes du bâtiment de Dawson et avec Ingénieurs Canada.
- Continuer d'en apprendre davantage sur les approches de construction de la catégorie « **JAUNE** » pour déterminer si elles devraient être prises en compte à l'avenir et pour apprendre pourquoi elles ont échoué par le passé (voir le tableau sur l'efficacité et la faisabilité à la section Impact 1).
- Étudier les impacts sismiques des différents types de fondations.
- Examiner les relevés généraux de la ville et les données de détection et de télémétrie par ondes lumineuses (LIDAR) pour saisir les mouvements de bâtiments sur une période d'un an.

IMPACT 2 : Risques de feux de forêt

- Étudier et proposer un plan d'installation de paratonnerres.
- Faire l'inventaire et l'analyse des matériaux de couverture et de parement existants en termes d'inflammabilité; examiner les risques potentiels des matériaux de construction et trouver des substituts qui préservent la valeur patrimoniale.
- Coordonner la formation et les ressources sur la protection contre les incendies pour s'assurer qu'en cas de besoin, Dawson dispose des capacités suffisantes (en terme d'échanges de personnel, de formation supplémentaire du personnel, de gicleurs externes et ensembles de gicleurs, etc.)
- Organiser l'ajout de Dawson dans les études de cas du Service canadien des forêts pour l'évaluation de la charge de combustible.

IMPACT 3 : Inondations

- Élaborer un plan d'intervention complet en cas d'inondation qui comprend de la formation et de l'équipement (y compris de l'équipement de protection individuelle [EPI]). Il s'agit non seulement de protéger les bâtiments, mais aussi de préserver les artefacts.
- Envisager d'utiliser l'imperméabilisation à l'eau, la protection contre les moisissures et des dispositifs de ventilation pour régler les problèmes de drainage, prévenir les inondations, renforcer la stabilité structurelle et contrer les infestations de ravageurs (en gardant toujours à l'esprit les valeurs patrimoniales). Faire une analyse de rentabilisation pour permettre d'accepter les coûts supplémentaires en jeu, compte tenu des multiples avantages de cette approche.

- Au moment d'élaborer un plan d'intervention en cas d'inondation, tenir compte de la dégradation structurale des bâtiments; des dommages causés par la glace aux bâtiments; des bâtiments déplacés par l'eau; de la perte d'artefacts; des dommages causés par l'eau (structures et contenu des bâtiments); et des dépôts de limon.
- Se renseigner sur la surveillance et l'entretien de la digue de la collectivité et soulever la question à la prochaine réunion de l'organisation multipartite des mesures d'urgence.
- En apprendre davantage sur l'état de la digue.

IMPACT 4 : Les problèmes de drainage

- Remplacer l'infrastructure de drainage effondrée sous les propriétés patrimoniales et prolonger les égouts pluviaux sur la ligne nord-sud.
- Obtenir le soutien des inspecteurs en bâtiments pour régler les problèmes de drainage, les former et les soutenir pour s'assurer qu'ils sont au courant de l'incidence du drainage sur les propriétés patrimoniales avoisinantes.
- Veiller à ce que des exigences strictes soient en place pour l'octroi de permis et de demandes de développement et de construction.
- Mettre en place plus de dispositions et de règlements pour protéger les biens patrimoniaux.
- Collaborer avec la Ville et Parcs Canada pour surveiller l'état du terrain et le niveau des bâtiments.
- Amorcer un dialogue plus large avec le BEÉFP sur l'état du terrain et le niveau des bâtiments (en expliquant clairement l'incidence de cette problématique sur le paysage de rue).
- Examiner les données de LIDAR ou de levées géotechniques pour obtenir des renseignements supplémentaires sur les problématiques liées au drainage et au pergélisol.
- Étudier des mesures de prolifération des végétaux à forte consommation en eau.
- Mettre en œuvre des stratégies de gestion de l'eau, comme les rigoles et les gouttières, sur les sites susceptibles d'en bénéficier.

Les participants à l'atelier ont convenu que la première étape pour donner suite aux options d'adaptation prioritaires susmentionnées consisterait à obtenir le soutien des intervenants internes et externes. Pour réaliser des progrès par rapport à ces initiatives, il faudra également déterminer la capacité et les ressources nécessaires à leur mise en œuvre, puis établir des échéanciers à intégrer aux processus de gestion en cours (du moins dans la mesure du possible). Les participants ont également insisté sur l'importance d'élaborer une approche visant à surveiller et évaluer chaque option d'adaptation et à intégrer ces activités aux échéanciers de mise en œuvre.