

CLIMATE CHANGE
ADAPTATION WORKSHOP

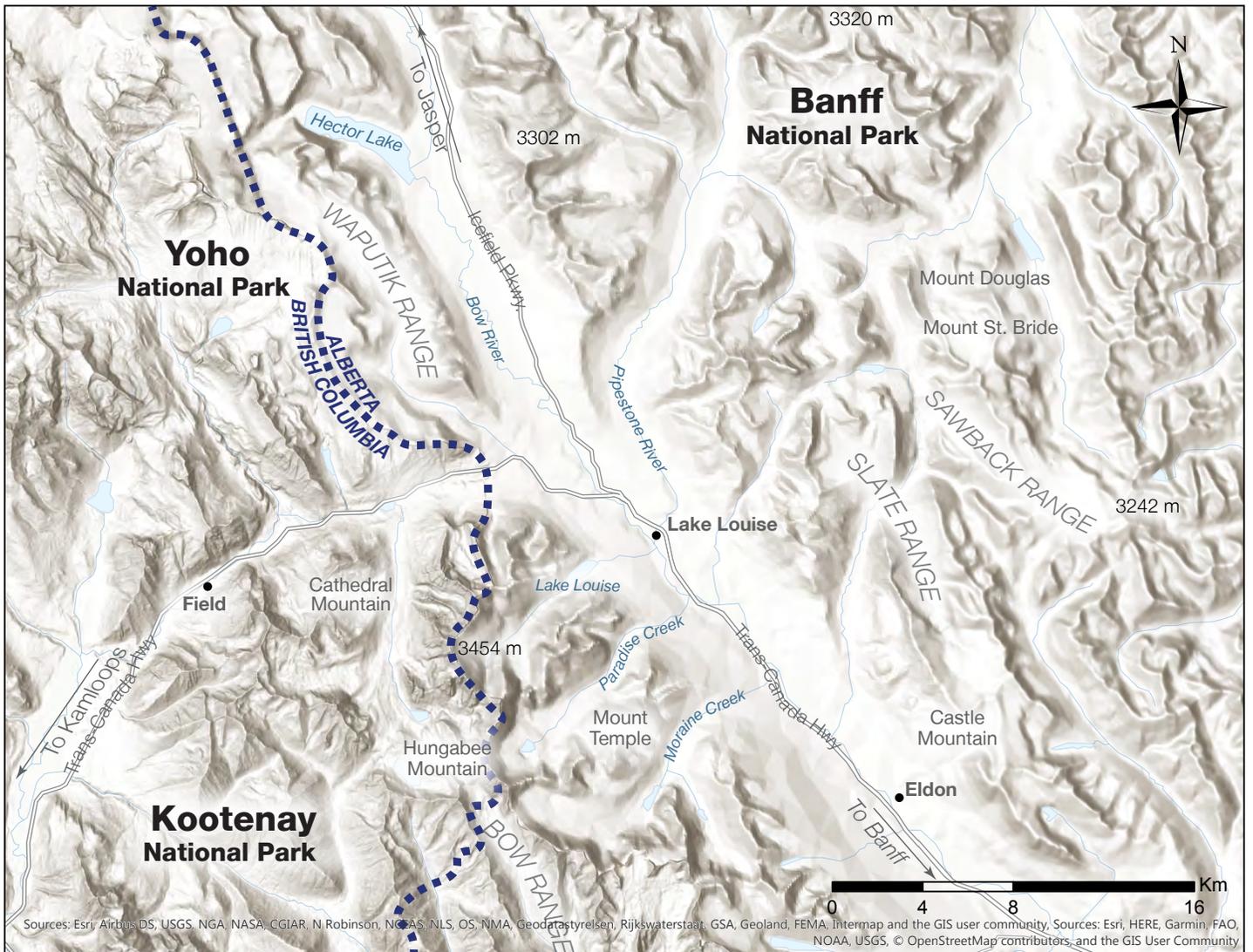
January 2018

Lake Louise,
Yoho Kootenay
National Parks
Lake Louise, Alta.



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





Front photograph:

Built in 1922, Abbot Pass Refuge Cabin is located on the border of Banff and Yoho National Parks, on the Continental Divide.

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

ABOUT THE EVENT

The Lake Louise, Yoho and Kootenay National Parks 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

- 1. Introduction 4
- 2. Methodology..... 5
 - The Adaptation Framework 5
- 3. The LLYK National Parks Climate Change Adaptation Workshop 6
- 4. Regional Climate Context 7
- 5. Local Site Context 8
 - Note on Scope Definition..... 8
 - Site History..... 8
- 6. Cultural Resources at Risk..... 9
 - Assets..... 9
 - Cultural Resources..... 9
- 7. Climate Change Impacts 11
 - General Impacts 11
 - Site-specific Impacts 13
- 8. Understanding Risk Levels 16
 - Likelihoods and Consequences of the Identified Impacts 16
 - Impact of Flooding and Debris Flow 17
 - Impact of Increasing Wildfires 17
 - Impact of Increased Freeze/Thaw Events..... 18
- 9. Brainstorming and Prioritizing Adaptation Options 19
 - Recommended Approaches for Adapting to Climate Change 19
- 10. Moving Forward 24
 - Next Steps for Climate Change Adaptation Options 24

1. Introduction

Lake Louise, Alberta, and the Yoho and Kootenay National Parks are located in the Rocky Mountains of Alberta and British Columbia. Yoho and Kootenay National Parks (NPs) are adjacent to one another in the western ranges of the mountains in British Columbia; Lake Louise is located just east of both parks in Alberta. The area studied at the Lake Louise, Yoho and Kootenay Climate Change Adaptation Workshop (CCAW) focused on the corridor from Lake Louise, Alberta, to Field, British Columbia.

Although Lake Louise is located in Banff National Park, the park was not part of the workshop. The area discussed at the workshop was defined by the geographical boundaries of the Lake Louise, Yoho and Kootenay (LLYK) Field Unit. This report will refer to the area as LLYK from here on.

LLYK was among a number of sites across Canada chosen for inclusion in an ongoing series of Climate Change Adaptation Workshops for Heritage Places, a collaboration between the Federal-Provincial/Territorial Culture and Heritage Resources (FPTCHR) Working Group and Parks Canada. 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. LLYK is representative of a western Canada mountain area facing unique regional climate issues and impacts.

The LLYK workshop took place January 24-25, 2018. Its purpose was to advance the understanding of climate impacts to cultural resources and explore possible adaptation options, with a particular focus on the needs of this site and on circumstances particular to the mountain regions of Alberta and British Columbia.

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.

The event was organized as a two-day workshop based on the *Climate Change Adaptation Framework for Parks and Protected Areas* developed by the Canadian Parks Council and Parks Canada. It was held in Lake Louise, Alberta, and attended by a group of about 20 people representing Parks Canada Agency. The intent of this site-specific workshop was to identify key climate change impacts at the site, assess their likelihood and consequences to determine risk, and develop possible adaptation options to address these impacts.

2. Methodology

The Adaptation Framework

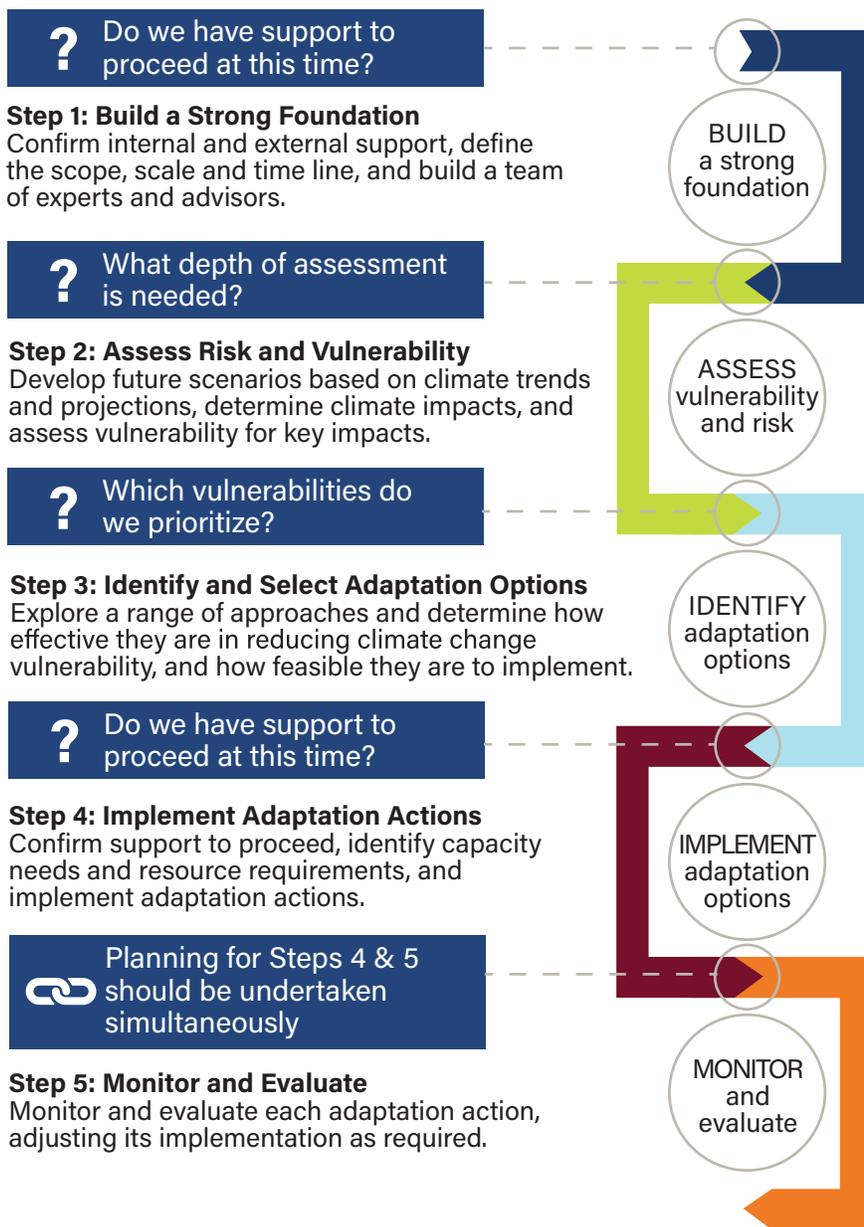
The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) defines adaptation as “adjustments in ecological, social, or economic systems in response to actual or expected climatic stimuli and their effects or impacts.” It involves “changes in processes, practices, and structures to moderate potential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



3. The LLYK National Parks Climate Change Adaptation Workshop

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

The workshop began with a tour of the Lake Louise site on the banks of the Pipeline River, focusing on key features, local concerns and resources at risk. The Field Unit then presented further context on the specific effects of climate change that they are seeing on the ground, with a focus on the flooding and wildfires they faced in 2017.

The workshop required participants to share and discuss information and ideas using a facilitated, collaborative approach to assess the vulnerabilities and risks within the defined geographic scope. On the first day, after a review of regional climate drivers, the facilitator launched a discussion of possible climate scenarios. This was followed by a brainstorming session to identify possible impacts of these scenarios to resources. Identifying the range of impacts to resources and determining which were the most significant (Step 2 of the Adaptation Framework) was a key exercise, as all of the proceeding adaptation options were based on these priority impacts.

A subsequent discussion assigned risk levels to the impacts. To accomplish this, the group was asked to develop and validate risk statements. These were an evaluation of the likelihood that the impact would occur (*rare, unlikely, possible, likely or almost certain*) and the likely severity of its consequence (*negligible, minor, moderate, major or catastrophic*). The group began with the highest-priority impact to ensure all participants understood the exercise, and repeated the exercise for the remaining identified impacts.

The group then moved on to Step 3 in the Adaptation Framework. This required participants to brainstorm a series of possible adaptation options to address the most significant impacts, then analyze the advantages, disadvantages, effectiveness and feasibility of these options. In a group discussion, participants were asked to answer the following questions:

- How effective is each adaptation option at reducing climate change vulnerability?
- How feasible is each adaptation option given current resources and capacity?
- Which of these adaptation options should be considered for implementation, and what are the next steps?

This was done as a group for the highest-priority impact, and concluded the first day of the workshop.

Attendees:

LLYK Climate Change Adaptation Workshop January 24–25, 2018

Parks Canada – LLYK Field Unit

- Resource Conservation: Dwight Bourdin
- Asset Management: Travis Wert
- Environmental Assessment: Marla Bojarski, Sophie-Anne Blanchette
- Aquatics: Megan Goudie
- Asset and Environmental Management: Karen Esarte
- Land Use Planning: Todd Keith

Parks Canada – National Office

- Historian: Meg Stanley
- Landscape Architecture: Karina Verhoeven
- Office of the Chief Ecosystem Scientist: Elizabeth Nelson, Julia Thomas, Scott Parker
- Built Heritage: David Scarlett, Lydia Miller
- Archaeology: Virginia Sheehan, Aaron Osicki,
- Cultural Resource Management: Blythe MacInnis, Gwenaelle Le Parlouer, Jen Theberge
- Preventive Conservation: Emily Turgeon-Brunet

The next day of the workshop continued this step, focusing on proposing and prioritizing adaptation options for all remaining identified climate change impacts. Participants broke into several groups; each chose an impact to analyze and was tasked with brainstorming possible adaptation options, evaluating them and identifying next steps. Considering each proposed option's advantages, disadvantages, feasibility and effectiveness, the groups were asked:

- Which options they would recommend for implementation
- Which options they would recommend considering, recognizing that further research might be required for some while others might only be favourable in certain conditions
- Which options should not be considered in the future

The workshop closed with a discussion of potential next steps.

4. Regional Climate Context

In Canada's Mountain Region, rising temperatures, increased rain on snow events, spring flooding, glacial melt, permafrost thaw, and increased risk of wildfire are among the primary climate change concerns.¹

Average air temperatures for this region have risen by 2°C since the 1950s, with the steepest climbs in the winter months (3.9°C). Spring is now arriving five to 20 days earlier. Climate models project a further increase of 2°C to 8°C by 2100, depending on the location.

Extreme heat events have increased in many areas, while extreme cold events have decreased in virtually all areas. This trend is expected to continue, with a particular increase in the frequency, intensity and duration of heat events. For example, the 1-in-20-years extreme heat event is projected to become a 1-in-5-years event by 2050.

Precipitation patterns have been variable. Generally, an increase in total annual precipitation of about 14 percent (50 mm) has been observed in many parts of the region. Rising temperatures have led to an increase in the proportion of precipitation that falls as rain versus snow; snowpack in the region is declining. The change in frequency and intensity of rainfall events is difficult to characterize since events are highly localized, but the persistence of multi-day rainfall storms at many sites has increased while the number of single-day events has decreased.

There is evidence of ongoing deterioration of permafrost in the region along with a decline in snow cover duration and extent. The duration of ice cover on lakes and rivers has also dropped since the mid-20th century, and spring breakup now occurs up to several weeks earlier.

An increase in autumn and winter river flows has been noted; spring and summer flows seem to be consistent. Glacier ice melt is contributing to river flow throughout the region. For example, it was found to supply 3 percent of the annual flow and as much as 8 to 20 percent of the late summer flow to the Bow River. Peyto Glacier in Banff National Park has retreated 1.6 km between 1952 and 2014.

¹ These figures and all others in this section are taken from Parker, Scott, "Let's Talk About Climate Change: Mountain Region." Version 1.2 (August 29, 2017). Parks Canada, Office of the Chief Ecosystem Scientist.

5. Local Site Context

Note on Scope Definition

This workshop was unlike its predecessors in that the scale of the study area was physically much larger and generally defined by the Field Unit's geographical boundaries. In their presentations, Field Unit staff broke down their areas of concern by natural phenomena and discussed several of the most important assets.

Site History

Yoho NP is bordered by Kootenay NP on the southern side and Banff NP on the eastern side in Alberta. The parks are located in Canada's Rocky Mountains along the western slope of the Continental Divide in southeastern British Columbia. The name Yoho comes from the Cree word for awe and wonder. Covering 1,313 square kilometres, Yoho is the smallest of these contiguous national parks. Kootenay NP, created in 1920 as part of an agreement to build a new road across the Rockies, covers an area of 1,406 square kilometres.

Together with Jasper and three B.C. provincial parks—Hamber Provincial Park, Mount Assiniboine Provincial Park, and Mount Robson Provincial Park—Banff, Yoho and Kootenay NPs form the Canadian Rocky Mountain Parks World Heritage Site.

Archaeological evidence suggests humans have been either travelling through or temporarily residing in the area for about 10,000 years. Pictographs found in hot spring caves in the area indicate that the Ktunaxa people first began to make permanent use of the area, particularly the hot springs, several hundred years ago. European fur traders and trappers also passed through.

Today, the area is well known for its recreational appeal. Visitors hike hundreds of kilometres of trails (independently or on guided outings), take scenic drives to the area's lakes, waterfalls and vistas, soak in hot mineral waters and camp in group or backcountry sites. Other activities include fossil hikes, cross-country skiing, ice climbing, cycling, fishing, snowshoeing, climbing and mountain biking. Interpretation is offered through guided walks, children's programming, activity stations and more. Lake Louise is a tourism base for many of these activities and others, such as hut-to-hut trekking, guided mountain climbing and dog sled tours.

In December 2016, the Lake Louise area was affected by ice jamming on the nearby Pipestone and Bow rivers. A consultant was hired to assess ice jam conditions and evaluate the potential for future ice jam flooding. While ice jamming events have occasionally been observed in the past, the 2016 events were considered uncharacteristically severe. Ice piled up behind the Trans-Canada Highway Bridge on the Pipestone River and damaged several panels of a wildlife exclusion fence. The ice also affected a bridge in the townsite, piling on top of its deck and damaging rails. It is thought that the release of ice from the Pipestone contributed to ice jam flooding alongside the Trailer Campground.

While these events are still considered uncommon, they are expected to recur; further study is needed to understand the processes involved and anticipate the potential and frequency of future occurrences and the magnitude of risk for future damages.

6. Cultural Resources at Risk

Climate change poses a number of risks to cultural resources and other assets at LLYK. These are summarized below.

Assets

The LLYK Field Unit is responsible for hundreds of kilometres of highways that run through its parks: Trans-Canada Highway 1 runs east/west through Yoho NP; parallel to it is the Bow Valley Parkway as it heads south from Lake Louise to Banff; the Icefields Parkway stretches from Lake Louise north into Jasper NP; and Highway 93 runs south and west to Radium Hot Springs, BC.

These highway assets, bridges and other infrastructure account for millions of dollars and are being affected by climate change scenarios including debris flows, flooding, avalanches and wildfires. As such, this particular workshop's focus expanded beyond exclusively cultural resources to include large-scale infrastructure.

Cultural Resources

At Kootenay National Park

A variety of cultural resources within Kootenay National Park provide evidence of centuries of human use. These include archaeological sites, heritage buildings and archaeological and historical objects.

There are 104 known archaeological sites within the park. Monitoring of archaeological sites is completed as needed on a limited number of sites, primarily in response to proposed development projects or threats related to landscape dynamics, such as riverbank erosion.

The park's archaeological collection contains 3,945 artifacts. A 2017 assessment found that 76 percent of the objects were in good condition and 24 percent were in fair condition.

Kootenay NP is home to the Floe Lake Warden Patrol Cabin, a Recognized Federal Heritage Building located on a glacier-cleared field bordered by a spruce forest. It also offers Aquacourt at Radium Hot Springs, built in 1949 to 1951 as the first major post-war building in the western parks. It contributed to the historical development of the region when it gained international reputation as a spa destination.

An archaeological site is a place where past human activity has left physical traces. These traces can be artefacts, such as arrowheads or other tools; traces left by food processing, such as butchered animal bones; or they can be features, such as hearths or historic structures.

At Yoho National Park

As with Kootenay NP, a variety of cultural resources within Yoho NP offer signs of hundreds of years of use by humans. These include archaeological sites, found historical objects and heritage buildings. There are 142 known archaeological sites within the park.

Yoho's cultural resources include 114 known archaeological sites, two NHSs, five Federal Heritage Buildings, a heritage railway station, many historic objects and records, and cultural landscapes and features.

Monitoring of Yoho NP's archaeological sites is completed as needed on a limited number of sites, primarily in response to proposed development projects or threats related to landscape dynamics. The condition of 21 historical objects has been assessed with 47 percent in good condition, 43 percent in fair condition, and 10 percent in poor condition. An additional 82 historical objects require assessment. The historic object collection includes artefacts from the national historic sites in the park.

Yoho NP is home to three National Historic Sites (NHS): Twin Falls Tea House NHS, Kicking Horse Pass NHS and Abbot Pass Refuge Cabin NHS.

Twin Falls Tea House is a Recognized Federal Heritage Building constructed in the upper Yoho Valley during the 1920s to provide overnight shelter for trail riders. The building is in fair condition based on an informal assessment in 2016.

Kicking Horse Pass National Historic Site commemorates the route chosen for the construction of the Canadian Pacific Railway through the Rocky Mountains in the 1880s. The site extends from Field, B.C., in Yoho NP to the Lake Louise in Banff NP. There are 30 known archaeological sites within this NHS. In 2008, the condition of the archaeological sites was rated good. They have not been fully re-assessed since then.

There are 3,400 archaeological artifacts in the collection for this site. The collection is in good to fair condition (6 percent is poor; primarily metals), while 11 percent is threatened. Corrosion in metal artefacts is likely due to chloride ion contamination. Important items require conservation treatment.

In 2008, the landscapes and landscape features directly related to the NHS designation were generally considered in fair to good condition, but were rated poor in the 2008–09 Commemorative Integrity Evaluation due to repairs needed to the Big Hill bridge. The heritage features associated with the Trans-Canada Highway corridor through the site were studied in 2017. A Management Statement for Kicking Horse Pass National Historic Site was completed in 2017.

The Abbot Pass Refuge Cabin is a Classified Federal Heritage Building located on the Continental Divide along the boundary between Yoho NP and Banff NP. The cabin was built in 1922 on a high pass between Mount Lefroy and Mount Victoria to provide a refuge for mountaineers. The stone for the building was quarried on site; the remaining building materials were brought by horseback. The building was considered to be in good condition after a structural assessment in 2014 and an informal assessment in 2017; however, it may now be at risk due to instability.

Although the structure is in good condition, there are significant stability issues on the very small slope on which it stands. The reduction in annual snow cover has resulted in an increase in the thermal heat gain of the exposed stone. Additional erosion of the adjacent slope is due to increased rain fall, which is directed off the roof onto the ledge immediate to the lodge. Furthermore, the increase in freeze/thaw cycles has affected the stone on the mountain face, causing larger fractures to open and stone to delaminate.

There are no archaeological sites/objects or historical objects associated with this NHS. Environmental risks and hazards are mitigated where feasible to protect the building's integrity. A Management Statement for the site has been drafted.

Other cultural resources in Yoho NP include the Canadian Pacific Railway Station at Field; the Superintendent's Residence; Elizabeth Parker Hut; Wiwaxy Lodge; Deer Lodge Warden Cabin; the

Stanley Mitchell Alpine Hut; Yoho Ranch Cabin; Lake O’Hara Warden Cabin; and Warden’s Patrol Cabin. Some of these are recognized Federal Heritage Buildings because of their ties to historical associations or their architectural and environmental values.

Indigenous ties (Kootenay and Yoho)

The Ktunaxa Nation, comprised of four Ktunaxa band communities in British Columbia, and five Secwepemc Nation communities (Pespesellkwe) have traditional ties to lands within the park. The park also engages with the Métis Nation British Columbia.

Lake Louise

The site of Halfway Hut (on the trail to Skoki lodge northeast of the Lake Louise ski area) is one of the largest First Nations alpine hunting camps in the Canadian. Some of the buildings, structures and sites in the area are approaching a vintage where they will be assessed in terms of their cultural value. For example, the original gondola, Whitehorn lodge, and the Peyto corrals may hold historic and cultural values. The area may also contain as-yet unknown cultural resources, such as buried archaeological resources.

Lake Louise is also home to the Canadian Pacific Railway station, built in 1910, as well as Skoki Ski Lodge NHS, built during the 1930s.

7. Climate Change Impacts

General Impacts²

This subsection explains how rising temperatures, spring flooding, glacial melt, permafrost thaw and increased risk of wildfire (see Section 3, Regional Climate Context) are affecting—and may continue to threaten—ecosystems, biological diversity, infrastructure and cultural resources in the general vicinity of Lake Louise, Yoho NP, Kootenay NP and surrounding areas. The following subsection, Site-specific Impacts, describes how these climate drivers may affect resources and assets within LLYK specifically.

Effects on forest ecosystems and biodiversity

The length of the wildfire season, annual area burned and seasonal severity rating are all projected to increase for the region. As a result, drought stress is a concern in some areas.

Increasing aridity may decrease the dominance of spruce, fir and western hemlock in favour of ponderosa pine, aspen and others. In the most extreme forecast, even drought-resistant parkland species may be replaced by scrub or grassland. Wildlife species will continue to experience range shifts and changes in abundance.

The extent of the alpine tundra ecosystem will also decrease with warming temperatures. The treeline’s upward movement could be facilitated by whitebark pine colonization (e.g., pioneer “tree islands”); however, this process is increasingly confounded by incidences of drought and blister rust and bark beetle infestation.

The distribution and impacts of pathogens and parasites are expected to increase with warmer temperatures and the northward migration of species. A warmer, drier climate is expected to be more

² These figures and all others in this section are taken from Parker, Scott, “Let’s Talk About Climate Change: Mountain Region.” Version 1.2 (August 29, 2017). Parks Canada, Office of the Chief Ecosystem Scientist.

favourable for forest insect and disease outbreaks, such as mountain pine beetle, western spruce budworm, spruce beetle, forest tent caterpillar, and others.

Effects on infrastructure

Flooding and debris flow from extreme rainfall or rain-on-snow events may overwhelm stormwater system capacities and damage or destroy infrastructure affecting roads, highways, bridges, cabins, radio towers and potentially water treatment plants. For instance, a front-country bridge in Kootenay NP was destroyed by flood waters in 2012 and again in 2013. The year 2013 also witnessed the evacuation of Baker Creek Chalets in Lake Louise, the closure of Waterfowl Lakes campground in Banff NP, and road closures. In 2016, the first ice jam on record and winter flooding damaged the Lake Louise campground and some pedestrian footbridges.

There is an increasing risk to assets and infrastructure from wildfire damage in some areas. More severe heat and drought may also create conditions where fire suppression is no longer feasible or effective. Wildfire has the potential to damage buildings, townsites, highways and water treatment plants and may affect air quality even for areas not directly at risk of fire.

Effects on cultural and heritage resources

Floods, landslides, wildfires and other natural disturbances can cause direct physical damage to cultural and archaeological resources. Buildings and artefacts may deteriorate due to changes in temperature, humidity and precipitation. Socio-economic impacts may also cause loss or damage to cultural resources. Freeze/thaw cycles can accelerate the deterioration of archaeological resources as well as cultural landscapes, buildings, and landscape elements.

Effects on visitor experience

The patterns mentioned above may change the experiences of visitors to LLYK, and may also influence when they are most likely to visit:

- More frequent, intense and long-lasting wildfires have an impact on air quality, even in parks not directly at risk of fire, and can have a substantial influence on visitation rates and activities. For example, parks and historic sites may close, impose campfire bans, move activities indoors or be forced to evacuate visitors.
- Visitors may be affected by campfire bans, water treatment issues, or the impacts of flooding and debris on campgrounds, day use areas, campsites, cabins and trails.
- Visitation time frames may expand due to an earlier spring and warmer autumn. On the other hand, excessive heat may discourage visitors in the summer months.
- Wildfires that impact major highways or roads leading in and out of parks may hamper visitors' ability to access the sites.
- Damage to archaeological resources, cultural landscapes and landscape elements due to flooding, debris flow, wildfire or freeze/thaw cycles may make the parks less enticing to visitors.

Cumulative effects

At the LLYK workshop, staff identified at least three key climate drivers already having effects:

- Flooding and increased debris flow
- Increased risk, frequency and severity of wildfires
- Increased freeze/thaw cycles

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

- Effects on ecosystems and biodiversity
- Negative impacts on the landscape and heritage resources
- Damage to assets and infrastructure
- Loss of heritage buildings and other assets
- Impacts on people (in the short-, medium- and long-term)
- Psychological impacts and climate grief

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 such as:

- Negative impacts to the landscape may lead to fewer visitors
- Damage to infrastructure may lead to higher maintenance costs or loss of property
- Damage to roads may limit visitors' ability to access the parks
- Loss of heritage buildings and assets may cause a drop in the number of park visitors
- Loss of access to important places may cause climate grief

Site-specific Impacts

The Climate Change Adaptation Workshop zeroed in on three priority impacts and their effects on built heritage and natural and cultural resources at LLYK. The site-specific impacts listed below are propelled by the regional climate drivers introduced in Section 3, Regional Climate Context. These drivers are having (or will likely have) a number of effects on parks and historic sites in the LLYK corridor.

Three key priority impacts

The three most pressing impacts of climate change for LLYK identified by workshop participants were:

1. Increased flooding and attendant debris flow
2. Increased risk of wildfires
3. Increased frequency of freeze/thaw cycles

1. Impacts due to increased flooding and debris flow

Increased flooding and debris flow could result in closure of, damage to, or loss of highway infrastructure as well as structural damage to buildings, bridges, culverts and trails. Debris deposits could affect campground facilities, roads and bridges. Other consequences could include drainage issues, increased need for maintenance, loss of heritage structures and/or archaeological artefacts, landscape erosion and ecological consequences including destruction of river habitat, soil contamination/saturation and resultant forest stand death leading to increased fire fuel load.

In the LLYK study area, flooding is not as frequent a problem as debris flows, which have become so prevalent that snowplows are now deployed every year in June to remove piles of debris in order to open roads.

Debris flows are phenomena in which water violently rushes down mountain slopes, carrying logs, boulders and other natural debris. The debris crashes into objects in its path and ultimately deposits its mass on valley floors. Kootenay NP lost 13 footbridges across trails in 2018 alone due to debris flows. These types of events have come to regularly affect the townsite of Field, B.C., as material flows down Stephen Creek more often and with more volatility.

Workshop attendees identified the following possible impacts to LLYK from increased flooding and debris flow:

Impacts on landscape

- Bank/landscape erosion
- Water damage on sites
- Critical infrastructure (highways, bridges, water treatment) damage
- Remapping of water courses

Impacts on humans (immediate, medium, and long-term effects)

- Limited access and isolation
- Material/resource/food scarcity
- Human resource impacts (leading to burn-out or psychological effects)
- Loss of staff housing
- Detrimental effect or loss of opportunity to experience the parks (for visitors)
- Safety issues (for staff and visitors)

Impacts on assets

- Debris deposition in campgrounds and on roads
- Debris accumulation in water channels
- Ecological impacts/destruction in rivers/beds
- Chemical spills/contamination
- Loss of or damage to records, collections of unique materials, archaeological structures and heritage structures
- Loss or antiquation of current land use management strategy

Impacts on infrastructure

- Loss of or damage to highways resulting in inaccessibility and increased clean-up/maintenance
- Damage to railway and the potential for hazardous materials contamination
- Power/utility losses
- Ice on highway
- Structural damage from debris: increased clean-up/maintenance, replacement
- Risks to potable water quality
- Risk to water treatment plant
- Highway and railway closures (economic and life safety issues)
- Destruction of hiking trails/bridges
- Loss of paleontological resources

2. Impacts from increased risk of wildfires

In general, wildfires can result in loss or severe damage to heritage structures, collections, records and/or archaeological resources; loss or severe damage to contemporary structures, staff housing, day-use assets and campgrounds, roads, bridges and radio towers; increased repair and maintenance needs; water and/or smoke damage to structures and/or artefacts; land erosion due to loss of vegetation; and diminished water quality (due to sediment). There could also be a negative impact on visitation, with increased road and trail closures.

The wildfire season that struck the LLYK parks in 2017 was among the worst on record. Given the sheer size of the forests in these parks, adequate forestry management has been an ongoing challenge, leading to high fuel loads. The last significant burn before 2017 was approximately 100 years ago. The forests in this area consist largely of lodge pole pines at the end of their lifecycles. Recent forestry management efforts have tried to break up large swathes of land so that when fires do occur, there are break points to stop them from spreading to communities. It was noted that these breaks could offer biodiversity benefits by creating larger meadows that could serve as habitat for bear and other species that thrive in more open land.

The Lake Louise, Alberta, and Field, B.C., fire seasons are fairly short, ranging only from July through August. However, the fire season in Kootenay NP extends through the end of September.

Workshop attendees identified the following specific impacts from increased wildfires:

- Loss or severe damage to:
 - heritage and contemporary buildings and staff housing
 - picnic tables, day-use assets, campgrounds
 - backcountry trails and bridges, road and highway bridges
 - fencing, wayfinding and interpretive panels
 - records and collections
 - hydro
 - radio towers
 - heavy timbers
- Post-fire increased erosion
- Increased liability related to falling trees causing injuries to people
- Impacts on backcountry assets
- Exposure of fragile cultural resources (archaeological sites)
- Impacts on water quality (more sedimentation)
- Potential for more channel blockages due to increased land-erosion and vegetation wash-off
- Occupational health and safety impacts to staff during clean-up
- Expenses related to clean up of fire-affected resources (repairs, deep cleaning of cottages, etc.)
- Impacts on visitor experience
- Closures

3. Impacts from increased freeze/thaw cycles

These impacts could lead to loss of archaeological resources (due to post-exposure and degradation), increased foundation instability in heritage structures, increased drainage issues and maintenance, loss of cultural landscapes and landscape elements, structural damage to roads, bridges, culverts and trails. It could also have a negative impact on visitor experience, leading to decreased visitation and increased road and trail closures.

As is the case throughout many mountain regions, the main highways and roads lie in the valleys, and often run alongside the rivers and streams, which naturally flow there. Multiple ice jamming events in the winter of 2016 resulted in significant damage to park infrastructure, including the flooding and closure of campgrounds. In April 2017, a study was completed looking at

ANCHOR ICE: Submerged ice that is attached (or anchored) to the bottoms of streams or rivers. It is also sometimes known as “bottom-fast” ice.

the effects of ice jamming on the Pipestone and Bow Rivers and analyzing the specifics of the 2016 events. Several environmental factors contributed to these events:

- Low early-season snowfall and warm temperatures lead to limited ice cover on the Bow and Pipestone Rivers, resulting in limited insulation.
- The prolonged cold snap at the beginning of December created the conditions for large amounts of anchor ice to develop.
- Anchor ice displaces water in rivers and causes water levels to increase. Ice formed in the Pipestone Canyon to a point where enough hydrostatic pressure built to cause the anchor ice to fail and provoke a large ice release, clearing out the Pipestone River and into the Bow River. The release happened twice: once on December 9 and again on December 14. On December 17, temperatures increased by about 15 degrees and the situation began to improve.

Workshop attendees identified the following possible impacts from increased freeze/thaw events:

- Loss of:
 - archaeological resources (uncovered when snow/ice melts; exposed resources at risk of rapid deterioration and rapid disappearance; limited window of opportunity to locate and document newly exposed resources)
 - built heritage in an area at risk (such as Abbot Hut)
 - cultural landscapes and landscapes elements
- Increased likelihood of:
 - rock slides
 - damage to roadways, bridges and culverts
 - road and trail closures
 - slope and foundation instability

8. Understanding Risk Levels

Likelihoods and Consequences of the Identified Impacts

Workshop participants assigned risk statements for each of the three 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.

Impact of Flooding and Debris Flow

Overall, the risk level of impacts from flooding and debris flow on infrastructure, archaeological resources, landscapes, campgrounds, day-use areas, backcountry assets and public health is high to extreme. This determination was based on the following assessments:

If flooding and debris flow were to occur...

- Impacts to the Trans-Canada Highway and road infrastructure are **possible** and the consequences could be **catastrophic**. The highway and roads could be dramatically altered such that their value is undermined; therefore, the risk level for this impact is **high**.
- Impacts to archaeological resources are **possible** and the consequences could be **catastrophic**. Such resources could cease to exist or be permanently altered; therefore, the risk level for this impact is **high**.
- Impacts to the landscape are **almost certain** to occur and the consequences could be **major**. Resources and assets could be dramatically altered and their value could be undermined; therefore, the risk level for this impact is **extreme**.
- Impacts to day-use areas, campgrounds, and backcountry assets, such as trails and bridges, is **almost certain** and the consequences would be **major**. This could dramatically alter or undermine the value of the assets; therefore, the risk level for this impact is **extreme**.
- Impacts to public health are **almost certain** and the consequence could be **catastrophic**. The risk level for this impact is therefore **extreme**.

These are key vulnerabilities that merit immediate discussion to:

- ***ensure public safety, access, cultural/natural heritage protection and economic continuity;***
- ***protect archeological resources;***
- ***mitigate impacts to (cultural) landscapes;***
- ***minimize increased maintenance requirements;***
- ***maintain positive visitor experiences; and***
- ***prevent potential impacts to public health.***

Impact of Increasing Wildfires

Overall, the risk level for impacts to infrastructure, archaeological resources, day-use areas, campgrounds and backcountry assets due to wildfire is high. This determination was based on the following assessments:

If an increase in wildfires were to occur...

- Impacts to the Trans-Canada Highway (including roads, bridges and culverts) are **likely** and the consequence could be **catastrophic**. Assets could be dramatically altered such that their value is undermined; therefore, the risk level for this impact is **high**.
- Impacts to buildings are **almost certain** and the consequences could be **catastrophic**. The buildings could cease to exist or be permanently altered. Therefore, the risk level for this impact is **extreme**.

- Impacts to archaeological resources are **possible** and the consequences could be **catastrophic**. These resources could cease to exist or be permanently altered. Therefore, the risk level for this impact is **high**.
- Impacts to day-use areas, campgrounds, and backcountry assets (trails and bridges) are **likely** and the consequences could be **moderate**. These assets would be degraded but still present. Therefore, the risk level for this impact is **high**.

These are key vulnerabilities that merit immediate discussion to:

- *ensure public safety, access and economic continuity;*
- *minimize the potential impact to heritage and contemporary built assets;*
- *protect against the potential loss of archaeological resources; and*
- *reduce the likelihood of higher maintenance requirements and reduced visitor experiences.*

Impact of Increased Freeze/Thaw Events

Overall, the risk level for impacts to roads, highways, bridges and culverts from increased freeze/thaw cycles is high. This determination was based on the following assessments:

If increased freeze/thaw cycles were to occur...

- Impacts to roads, highways, bridges and culverts are **certain** but the consequences could be minor. These assets would continue to be present, but activities such as recovery would be impaired. Therefore, the risk level for this impact is **moderate**.
- Impacts to Abbot Pass Refuge Hut are **certain** and could be catastrophic. The hut could cease to exist or be permanently altered. Therefore, the risk level for this impact is **extreme**.
- Impacts to landscapes are **certain** and could be **moderate**. Landscapes could become degraded, but would still be present. Therefore, the risk level for this impact is **high**.
- Impacts to archaeological resources are **certain** because ice patch melt is occurring, and could be catastrophic. Resources could cease to exist or be permanently altered. Therefore, the risk level for this impact is **extreme**.



Abbot Pass

These are key vulnerabilities that merit immediate discussion to:

- *ensure public safety, access and economic continuity;*
- *minimize impacts to heritage assets; and*
- *avoid the potential loss of archaeological resources.*

9. 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 broke into three groups to brainstorm and evaluate adaptation options for three identified impacts (one impact per group). Groups were asked to develop adaptation ideas, then list their advantages and disadvantages, rate their likely effectiveness and feasibility, and note any additional thoughts.

- Group 1 evaluated the impacts from flooding and debris flow and front and back country assets, the Trans-Canada Highway and archaeological resources.
- Group 2 evaluated impacts from wildfire on front country facilities/settings, Category 1 and 2 highways, buildings and archaeological resources.
- Group 3 evaluated the impacts of increasing freeze/thaw cycles on built heritage, archaeological resources, cultural landscapes and landscape elements.

All three groups produced colour-coded charts evaluating 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.

Groups could use these evaluations to decide which adaptation options to further explore.

Below is a summary of the proposed adaptation options for each of these three impacts.

IMPACT 1. DAMAGE FROM FLOODING AND DEBRIS FLOW

1A: Adaptation options to mitigate damage to front country facilities (campgrounds, day use areas and town sites, including water treatment)

“Green” adaptation options to consider immediately:

- Armour bank to prevent flooding and erosion (but note that Rip rap will not be effective to manage debris flow, and there could be downstream effects and impacts on cultural resources).
- Build berms around assets (but note that disadvantages include potential ponding/pooling contamination, the addition of visual barriers with a detrimental aesthetic effect, downstream effects and impacts to cultural resources).
- Identify and widen pinch-points on water channels.
- Employ in-stream flow management for erosion control and habitat protection.
- Build in-house capacity and knowledge base in geomorphology and hydrology.
- Update guidelines and factors related to the return period for debris flows and flow targets (changing parameters to include current climate change models).
- Conduct hazard mapping/risk assessments to increase preparedness.
- Conduct emergency planning, including ensuring knowledge of who to contact.
- Increase the number of monitoring stations (would provide more accurate design parameters).

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

- Build a debris retention structure to keep debris upstream.
- Relocate facilities to allow for their continued use while natural processes to take their course.
- Train staff: provide knowledge of debris flows.

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

- Create floodways (debris shoots) to keep damage away from assets and protect large areas. This idea was dismissed because of high expense and maintenance burden, large space requirements (resulting in ecological losses), considerable detriment to the aesthetic effect, and impact to cultural resources.
- Remove aggregates from stream beds. This idea was dismissed because it reduces natural habitats and impacts cultural resources.

1B: Adaptation options to mitigate damage to backcountry facilities (trails, bridges, cabins, campgrounds, radio towers)

“Green” adaptation options to consider immediately:

- Relocate or redesign facilities to allow continued use of facilities while natural processes take their course.
- Build in-house capacity and a knowledge base in geomorphology and hydrology.
- Decommission trails and facilities to reduce maintenance.

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

- Armour bank to prevent flooding and erosion (but note that Rip rap will not be effective to manage debris flow, and there could be downstream effects and impacts on cultural resources).
- Update return period for debris flows and flow targets.
- Conduct risk assessments to increase preparedness for specific assets.
- Conduct emergency planning for specific assets.

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

- Build berms around assets (but note that disadvantages include potential ponding/pooling contamination, the addition of visual barriers with a detrimental aesthetic effect, downstream effects and impacts to cultural resources).
- Identify and widen pinch-points on water channels.
- Increase the number of monitoring stations.

1C: Adaptation options to mitigate damage to the Trans-Canada Highway

“Green” adaptation options to consider immediately:

- Armour bank to prevent flooding and erosion (but note that Rip rap will not be effective to manage debris flow, and there could be downstream effects and impacts on cultural resources).
- Identify and widen pinch-points on water channels.
- Apply in-stream flow management for erosion control and habitat.
- Build in-house capacity and knowledge base (geomorphologist, hydrologist, landscape architect) to increase consistency across the agency and deepen understanding of local systems.
- Update return period for debris flows and flow targets to help ensure adequately designed assets and resiliency of new assets.
- Conduct risk assessments and emergency planning for increased preparedness.

- Increase monitoring, tracking and recording to build corporate knowledge, absorb lessons learned and share information.
- Reprofile banks to reduce potential slides.
- Redesign culverts in debris flow areas to better manage flow and aquatic connectivity.

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

- Create floodways (debris shoots) to keep damage away from assets and protect large areas (but note that this is expensive and associated with ecological loss, high maintenance burden, detrimental aesthetic effects and impacts to cultural resources).
- Build debris retention structures to keep debris upstream (note upstream environmental implications).

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

- Remove aggregates from stream beds.

1D: Adaptation options to mitigate damage to archaeological resources

“Green” adaptation options to consider immediately:

- Build a cultural emergency response into the overall emergency response.
- Maintain a current, complete and up-to-date record of known archaeological resources.
- Identify key resources that are vulnerable to debris flow (sites and artefacts) and be proactive.

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

- None mentioned.

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

- None mentioned.

IMPACT 2. DAMAGE FROM WILDFIRES

Note: A fire management plan already exists and includes backcountry assets. Consequently, the workshop discussion prioritized front country elements, Category 1 and 2 roads, and buildings. A wildfire risk reduction program also already exists and includes prescribed fire and fuel management.

2A: Adaptation options to mitigate damage to Front Country facilities (campgrounds, day use areas and town sites, including water treatment)

“Green” adaptation options to consider immediately:

- Apply FireSmart principles to all facilities.
- Increase monitoring and reporting to identify when and where to retreat and assist in prioritizing work plans and resourcing.
- Conduct public education to build understanding of the ecological benefits of fire.
- Conduct prescribed burns to reduce the risk of high-intensity fires and potentially also the size of burns.
- Use fire-resistant materials on buildings.
- Continue to train staff on existing Parks Canada fire policy and new initiatives.

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

- Increase enforcement of illegal campfires within parks.

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

- None mentioned.

2B: Adaptation options to mitigate damage to Category 1 and 2 highways

“Green” adaptation options to consider immediately:

- Standardize operating procedures for opening and closing highways during fire events.
- Conduct emergency management planning.

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

- Pre-treat or apply FireSmart principles around wooden wildlife fencing.
- Improve cell coverage along highways, specifically in Kootenay NP.

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

- None mentioned.

2C: Adaptation options to mitigate damage to buildings

“Green” adaptation options to consider immediately:

- Apply FireSmart principles to all facilities.
- Increase monitoring and reporting to identify when and where to retreat and assist in prioritizing work plans and resourcing.
- Conduct public education to build understanding of the ecological benefits of fire.
- Conduct prescribed burns to reduce the risk of high-intensity fires and potentially also the size of burns.
- Use fire-resistant materials on buildings.
- Continue to train staff on existing Parks Canada fire policy and new initiatives.
- Install exterior sprinkler systems.
- Coordinate with townsite plan’s examiners to ensure FireSmart principles are exercised where appropriate.
- Share lessons learned from affected communities.

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

- None mentioned.

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

- None mentioned.

2D: Adaptation options to mitigate damage to archaeological resources

“Green” adaptation options to consider immediately:

- Build cultural emergency response into the overall emergency response.
- Maintain a current, complete and up-to-date record of known archaeological resources.

- Identify key resources that are vulnerable to fire (sites and artefacts) to support a proactive approach to protecting them.

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

- None mentioned.

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

- None mentioned.

IMPACT 3. DAMAGE FROM FREEZE/THAW CYCLES

3A: Adaptation options to mitigate damage to built heritage (i.e., Abbot Hut)

“Green” adaptation options to consider immediately:

- Some temporary solutions are already in place, such as eavestroughs and attempts to remodel the drainage (removes water from the site and limits erosion immediately adjacent to the site). Note: Although evaluated as “green,” this option is physically unattractive and detracts from the heritage value; the impacts of redirecting water are not fully understood yet.
- Have historians and archaeologists study the site and its features to understand them better, including the severity of the current situation and the engineering and structural characteristics of the foundations.

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

- Drive sheet piles to fortify ridge slopes and halt further erosion and destabilization (downsides: quite expensive and severely detrimental to aesthetic effect).

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

- Relocate resources.

3B: Adaptation options to mitigate damage to archaeological resources

“Green” adaptation options to consider immediately (largely feasible and effective):

- Model the ice/snow patches for unknown or potential archaeological resources (could allow target points to be prioritized and would help support decision-making).
- Inventory and evaluate snow/ice patches and potential archaeological sites to develop an enhanced understanding of the areas of potential and the value of these resources.
- Build a cultural emergency response plan into the overall emergency response.

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

- None mentioned.

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

- None mentioned.

3C: Adaptation options to mitigate damage to cultural landscapes and landscape elements

“Green” adaptation options to consider immediately:

- Conduct a cumulative impact assessment on small-scale climate impacts and resulting interventions to develop a better understanding and create long-term management strategies and risk assessments.

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

- Find a non-intrusive solution to preserve the current profile of the slope.

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

- None mentioned.

10. 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 and achieving some of the proposed options. These are grouped by impact and theme below.

Impact 1: Flooding and debris flow

- Consider exploring options related to bank armouring. This idea is effective and feasible from a construction perspective, but advantages and disadvantages will need to be laid out carefully. First steps would include defining a statement of work and hiring a geomorphologist.
- Consider exploring options for berms around assets. Note that this option is situation- and location-dependent. It is effective and feasible from a construction perspective, but as with bank armouring, advantages and disadvantages will need to be laid out carefully.
- Conduct analysis of pinch points on water channels, including mapping of bridges with sufficient hydraulic capacity, to explore options for widening channels at key points.
- Explore options for implementation of debris retention structure(s).
- Identify appropriate location(s) and consult with specialists about in-stream management options.
- Consider building in-house capacity and knowledge base (geomorphologist, hydrologist).
- Define training objectives and seek quotes for staff training on debris flows.
- Update guidelines and factors related to flood return period. (Need to retain specialists to look at the numbers and reach out to the climate change team for support.)
- Consider committing time and resources to risk assessments and hazard mapping.
- Consider additional emergency planning.
- Consider additional monitoring stations.
- Identify backcountry facilities that could be considered for relocation or redesign due to risk of debris flow or flooding damage.
- Asset management to lead initial identification of potential backcountry trails or facilities to decommission.
- Increase monitoring, tracking and recording of debris flow, including history to date.
- Consider bank re-profiling at critical points near highways.

- Consider re-designing culverts in debris flow areas.
- Build a cultural resource emergency response into the overall emergency response; look into response from 2013.
- Work toward maintaining a current, complete and up-to-date record of known archaeological resources.
- Create a decision-making tool by identifying key resources that are vulnerable to debris flow (sites and artifacts): confers the ability to extract information before resources are destroyed.

Impact 2: Increasing wildfires

- Implement FireSmart around priority facilities (additional resources would accelerate program coverage).
- Conduct reassessment of current monitoring protocols and resource planning.
- Consider additional public education on fire risks and responses.
- Package and disseminate new policies and procedures for opening and closing highways during fires.
- Pursue a deeper understanding of heavy timber structure resiliency against exterior fire (as opposed to domestic fire).
- Prioritize exterior sprinkler systems on key heritage assets; secure water sources where required (may need a geotechnical assessments); and procure additional facility protection systems.
- Make connections at the management level with stakeholders and communities. Make Firesmart documents available/concise.
- Contact affected communities and arrange discussions on lessons learned.

Impact 3: Increased freeze/thaw cycles

- Consider having work done by an archaeologist to better understand the site and its features.
- Model where the ice/snow patches are for potential archaeological resources. This could begin with conducting a small pilot study and prioritizing interventions.
- Consider comprehensive inventory and evaluation of snow/ice patches and potential archaeological sites, building on the above.
- Consider conducting a cumulative impact assessment on small-scale climate impacts and resulting interventions.

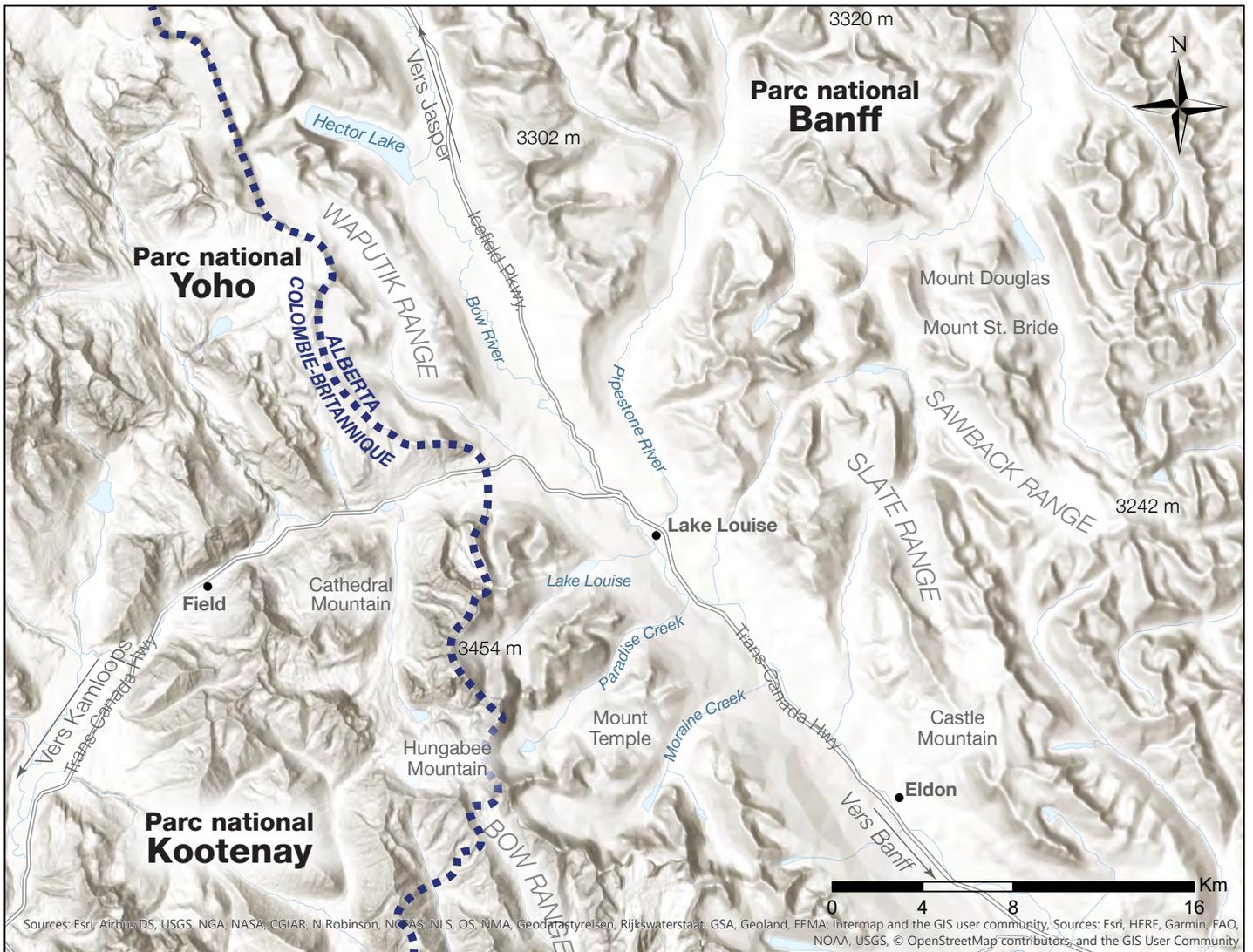
SÉRIE DE RAPPORTS
D'ATELIERS SUR
L'ADAPTATION AUX
CHANGEMENTS
CLIMATIQUES
JANVIER 2018

Lake Louise et parc nationaux Yoho et Kootenay Lake Louise, Alb.



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





Sources: Esri, Airbus DS, USGS, NGA, NASA, CGIAR, N Robinson, NOAA, 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

Photographie en page couverture :

Construit en 1922, le Refuge-du-Col-Abbot est situé sur la frontière des parcs nationaux Banff et Yoho, sur la ligne continentale de partage des eaux.

Sauf indication contraire, toutes les photos proviennent de Parcs Canada

À PROPOS DE L'ÉVÉNEMENT

L'Atelier sur l'adaptation aux changements climatiques de Lake Louise et des parcs nationaux Yoho et Kootenay 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

1. Introduction	4
2. Méthodologie.....	5
Le Cadre d'adaptation	5
3. Atelier sur l'adaptation aux changements climatiques dans l'unité de gestion du secteur LLYK	6
4. Contexte climatique régional.....	7
5. Contexte local du secteur	8
Remarque sur la définition de la portée.....	8
Histoire du secteur	8
6. Ressources culturelles en péril.....	9
Biens	9
Ressources culturelles	9
7. Impacts des changements climatiques.....	12
Impacts généraux.....	12
Impacts locaux	14
8. Compréhension des niveaux de risque.....	18
Probabilités et conséquences des impacts retenues	18
Impact des inondations et des laves torrentielles.....	18
Impact de l'augmentation des feux de forêt	19
Impact des cycles plus nombreux de gel-dégel.....	20
9. Remue-méninges et priorisation des mesures d'adaptation.....	21
Approches recommandées d'adaptation aux changements climatiques	21
10. Voie d'avenir	27
Prochaines étapes pour les mesures d'adaptation aux changements climatiques	27

1. Introduction

Lake Louise et les parcs nationaux Yoho et Kootenay sont situés dans les montagnes Rocheuses de l'Alberta et de la Colombie-Britannique. Les parcs nationaux (PN) Yoho et Kootenay sont voisins l'un de l'autre et se trouvent dans les chaînes de montagnes de l'Ouest, en Colombie-Britannique, tandis que Lake Louise est situé juste à l'est de ceux-ci, en Alberta. Le secteur étudié lors de l'atelier sur l'adaptation aux changements climatiques (AACC) tenu à Lake Louise portait sur le corridor s'étendant de Lake Louise, en Alberta, jusqu'à Field, en Colombie-Britannique.

Bien que Lake Louise soit situé dans le parc national Banff, celui-ci n'a pas été examiné dans le cadre de l'atelier. Le secteur visé a été déterminé par les limites géographiques de l'unité de gestion de Lake Louise et des parcs nationaux Yoho et Kootenay (LLYK). **Dans le présent rapport, le secteur en question sera appelé « secteur LLYK ».**

Le secteur LLYK fait partie d'un certain nombre de sites canadiens, choisis dans le cadre d'une série d'ateliers sur l'adaptation des lieux patrimoniaux aux changements climatiques, 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 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 secteur LLYK est représentatif de la région montagneuse de l'Ouest canadien qui fait face à des enjeux et à des impacts climatiques régionaux uniques.

L'atelier pour le secteur LLYK a eu lieu les 24 et 25 janvier 2018. L'objectif était de mieux comprendre les impacts climatiques sur les ressources culturelles et d'examiner les options d'adaptation possibles, en portant une attention particulière aux besoins de ce secteur et aux spécificités des régions montagneuses de l'Alberta et de la Colombie-Britannique

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.

L'événement a été présenté comme un **atelier de deux jours** basé sur le Cadre d'adaptation (disponible sur le site Sharepoint de la TFPTCP). Il a eu lieu à Lake Louise en Alberta, et a accueilli un groupe d'une vingtaine de personnes, toutes représentant l'Agence Parcs Canada. L'atelier avait pour but de déterminer les principaux impacts des changements climatiques dans le secteur, d'évaluer leur probabilité et leurs conséquences afin d'identifier les risques qui y sont associés et de formuler des options d'adaptation possibles pour répondre à ces impacts.

2. Méthodologie

Le Cadre

d'adaptation La

Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) définit l'adaptation comme des « ajustements des systèmes écologiques, sociaux ou économiques aux stimuli climatiques réels ou prévus et à leurs effets ou impacts » Elle suppose des « modifications de processus, de pratiques et d'ouvrages pour réduire les dommages potentiels ou pour profiter des avantages associés aux changements climatiques ».

Nombre de cadres d'adaptation ont déjà été élaborés par différentes organisations dans des domaines divers. L'équipe dédiée aux questions liées aux changements climatiques chez Parcs Canada et le Groupe de travail sur les changements climatiques du Conseil canadien des parcs ont défini le Cadre d'adaptation aux changements climatiques utilisé pour cette série d'ateliers, en s'inspirant du cycle d'adaptation présenté dans la publication *Adapting to Climate Change* de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) et en intégrant plus d'une douzaine de cadres de différentes sources.

Le cadre d'adaptation en cinq étapes est évolutif et adaptable (illustré sur la présente page). Il peut être appliqué à différentes ressources (naturelles, culturelles, logistiques, etc.) ou à une combinaison de ressources. Il peut être aussi détaillé (quantitatif) ou conceptuel (qualitatif) que souhaité, et tient compte des buts et objectifs généraux du système particulier à chaque étape.

Le cadre d'adaptation



3. Atelier sur l'adaptation aux changements climatiques de l'unité de gestion du secteur LLYK

L'atelier de deux jours sur l'adaptation aux changements climatiques visait à cerner les principaux impacts des changements climatiques dans le secteur LLYK et de formuler et prioriser des options d'adaptation efficaces.

L'atelier a débuté par une visite du site de Lake Louise, sur les berges de la rivière Pipeline, mettant l'accent sur les principales caractéristiques du site, les préoccupations locales et les ressources en péril. Les représentants de l'unité de gestion ont ensuite décrit plus en détail le contexte des effets spécifiques des changements climatiques observés sur le terrain, en particulier les inondations et les feux de forêt subis dans le secteur en 2017.

Au cours de l'atelier, les participants ont été amenés par un animateur, à échanger leurs informations et à débattre de leurs idées, dans le cadre d'une démarche collaborative ayant pour but d'évaluer les vulnérabilités et les risques à l'intérieur des limites géographiques définies. Le premier jour, après un examen des principaux facteurs climatiques régionaux, l'animateur a lancé une discussion sur les scénarios climatiques possibles. Cette discussion a été suivie d'une séance de remue-méninges visant à cerner les impacts possibles desdits scénarios sur les ressources. L'identification et la priorisation des différents impacts sur les ressources (étape 2 du Cadre d'adaptation) a été un exercice déterminant puisque toutes les options d'adaptation avancées reposaient sur ces impacts prioritaires.

Une discussion a par la suite permis d'attribuer des niveaux de risque aux impacts. Pour ce faire, on a demandé au groupe de formuler et de valider des énoncés de risque. Ces énoncés consistaient en une évaluation de la probabilité qu'un impact puisse se produire (classée comme, presque inexistante, peu probable, possible, probable ou presque certain) et de la gravité de ses conséquences si l'impact devait effectivement se produire (négligeable, mineure, modérée, majeure ou catastrophique). Le groupe a commencé par l'impact correspondant à la priorité la plus élevée afin de s'assurer que tous les participants intègrent bien l'exercice, puis a répété ce dernier pour chacun des autres impacts ciblés.

Le groupe a poursuivi avec l'étape 3 du Cadre d'adaptation, en amenant les participants à faire une séance de remue-méninges en vue de trouver une série d'options d'adaptation possibles en réponse aux impacts majeurs, puis d'analyser les avantages, les inconvénients, l'efficacité et la faisabilité de ces options. Dans le cadre d'une discussion de groupe, les participants ont été conviés à répondre aux questions suivantes :

- Quelle est l'efficacité de chacune des options d'adaptation visant à diminuer la vulnérabilité aux changements climatiques?

Participants :

Atelier sur l'adaptation aux changements climatiques de l'unité de gestion LLYK Les 24 et 25 janvier 2018

Parcs Canada — Unité de gestion LLYK

- Conservation des ressources : Dwight Bourdin
- Gestion des biens : Travis Wert
- Évaluation environnementale : Marla Bojarski et Sophie-Anne Blanchette
- Milieux aquatiques : Megan Goudie
- Gestion des biens et de l'environnement : Karen Esarte
- Planification de l'utilisation du sol : Todd Keith

Parcs Canada — Administration centrale

- Historienne : Meg Stanley
- Architecture du paysage : Karina Verhoeven
- Bureau du scientifique en chef des écosystèmes : Elizabeth Nelson, Julia Thomas et Scott Parker
- Patrimoine bâti : David Scarlett et Lydia Miller
- Archéologie : Virginia Sheehan et Aaron Osicki,
- Gestion des ressources culturelles : Blythe MacInnis, Gwenaëlle Le Parlouer et Jen Theberge
- Conservation préventive : Emily Turgeon-Brunet

- Quelle est la faisabilité pour la mise en œuvre de chacune des options d’adaptation compte tenu des ressources et des capacités actuellement disponibles?
- Laquelle de ces mesures d’adaptation devrait-on envisager de mettre en œuvre, et quelles en seraient les prochaines étapes?

Le groupe a répondu à ces questions à la fin du premier jour de l’atelier, pour l’impact ciblé comme ayant la priorité la plus élevée.

Puis, le jour suivant, le groupe a complété l’étape en proposant et en priorisant des options d’adaptation pour tous les autres impacts des changements climatiques relevés. Les participants se sont répartis en plusieurs groupes, puis chacun d’eux a choisi un impact à analyser et a fait une séance de remue-méninges afin d’imaginer des options d’adaptation possibles, de les évaluer, puis de déterminer quelles en seraient les prochaines étapes. On a ensuite demandé aux groupes de répondre aux questions suivantes en considérant les avantages, les inconvénients, la faisabilité et l’efficacité de chacune des options proposées :

- Quelles options ils recommanderaient de mettre en œuvre;
- Quelles options ils recommanderaient d’envisager, sachant que certaines pourraient nécessiter davantage de recherche, tandis que d’autres ne pourraient être souhaitables que dans certaines conditions;
- Quelles options ne devraient pas être envisagées à l’avenir.

L’atelier s’est terminé par une discussion sur les prochaines étapes éventuelles.

4. Contexte climatique régional

Dans la région montagneuse de l’Ouest du Canada, la hausse des températures, les épisodes accrus de pluie sur neige, les inondations printanières, la fonte des glaciers, le dégel du pergélisol et le risque accru de feux de forêt, comptent parmi les principales préoccupations liées aux changements climatiques¹.

Les températures moyennes dans la région ont augmenté de 2 °C depuis les années 1950, surtout en hiver (3,9 °C). Le printemps arrive maintenant de cinq à vingt jours plus tôt. Les modèles climatiques projettent une hausse supplémentaire de 2 °C à 8 °C d’ici 2100, selon le lieu.

Le nombre d’épisodes de chaleur extrême augmente à bien des endroits, tandis que les périodes de froid extrême diminuent pratiquement partout. Cette tendance devrait se poursuivre, avec une augmentation particulière de la fréquence, de l’intensité et de la durée des épisodes. Par exemple, les épisodes de chaleur extrême qui surviennent normalement une fois tous les vingt ans surviendraient une fois tous les cinq ans d’ici 2050.

Les régimes de précipitations sont variables. On observe dans la région une augmentation des précipitations annuelles totales d’environ 14 % (50 mm). La hausse des températures a pour effet d’augmenter la proportion des précipitations qui tombent sous forme de pluie par rapport à celles qui tombent sous forme de neige; le manteau neigeux dans la région diminue. Le changement de fréquence et d’intensité des averses de pluie est difficile à caractériser car les événements sont très localisés, à

¹ Ces chiffres et tous les autres de la présente section sont tirés de Parker, Scott, « Let’s Talk About Climate Change: Mountain Region », version 1.2 (29 août 2017). Parcs Canada, Bureau du scientifique en chef des écosystèmes.

bien des endroits le ombre d'épisodes pluvieux d'une durée de plusieurs jours augmente, et le nombre d'événements d'un seul jour diminue.

On observe une détérioration constante du pergélisol dans la région, de même qu'une diminution de la durée et de l'étendue de la couverture de neige. La durée de la couverture de glace des lacs et des rivières diminue aussi depuis le milieu du XXe siècle, et la débâcle printanière est désormais précoce de plusieurs semaines.

On observe aussi une augmentation des débits des rivières en automne et en hiver, ce qui fait que les débits du printemps et de l'été semblent plus stables. La fonte des glaciers contribue au débit des rivières de la région. Par exemple, on a constaté qu'elle fournissait 3 % du débit annuel de la rivière Bow et jusqu'à 8 % à 20 % de son débit de la fin de l'été. Le glacier Peyto dans le parc national Banff a reculé de 1,6 km entre 1952 et 2014.

5. Contexte local du secteur

Remarque sur la définition de la portée

L'atelier différait de ceux antérieurs du fait que la zone d'étude était géographiquement beaucoup plus étendue et globalement circonscrite dans les limites de l'unité de gestion. Dans ses exposés, les sujets de préoccupation du personnel de l'unité de gestion ont été présentés par phénomène naturel et il a été question de plusieurs des biens les plus importants.

Histoire du secteur

Le PN Yoho est adjacent au PN Kootenay du côté sud, ils sont situés dans les montagnes Rocheuses canadiennes, du côté ouest de la ligne continentale de partage des eaux, dans le sud-est de la Colombie-Britannique. Le PN Banff situé en Alberta, borde le PN Yoho du côté est. Le nom Yoho vient du mot cri signifiant

« admiration » et « émerveillement ». D'une superficie de 1 313 km², Yoho est le plus petit de ces trois parcs nationaux contigus. Le PN Kootenay, créé en 1920 dans le cadre d'une entente pour la construction d'une nouvelle route à travers les Rocheuses, a quant à lui une superficie de 1 406 km².

Avec le PN Jasper et trois parcs provinciaux de la Colombie-Britannique — les parcs provinciaux Hamber, du Mont-Assiniboine et du Mont-Robson —, les PN Banff, Yoho et Kootenay forment le site du patrimoine mondial des parcs des montagnes Rocheuses canadiennes.

Des vestiges archéologiques portent à croire que des humains parcourent la région ou y résident ponctuellement depuis quelque 10 000 ans. Des pictogrammes trouvés dans des sources thermales de la région indiquent que les Ktunaxa ont été les premiers à faire un usage permanent de la région, et en particulier des sources thermales, il y a de cela plusieurs centaines d'années. Des commerçants de fourrures et trappeurs européens sont aussi passés dans le secteur.

Aujourd'hui, la région est bien connue pour son attrait récréatif. Les visiteurs sont nombreux à parcourir ses centaines de kilomètres de sentiers (de manière autonome ou lors de sorties guidées), à rouler sur les routes panoramiques menant à ses lacs, à ses chutes et à ses points de vues, à venir se prélasser dans des eaux thermales chaudes ou encore, à y faire du camping sauvage ou en groupe. Les autres activités comprennent les excursions aux fossiles, le ski de fond, l'escalade de glace, le cyclisme, la pêche, la raquette, l'alpinisme et le vélo de montagne. De l'interprétation est proposée notamment par

le biais de promenades guidées, de programmes pour enfants, de stations d'exercice. Lake Louise est une base touristique pour nombre de ces activités et pour d'autres encore, comme la randonnée de refuge en refuge, l'escalade de montagne guidée et les promenades en traîneau à chiens.

En décembre 2016, la région de Lake Louise a été touchée par un embâcle sur les rivières Pipestone et Bow à proximité. Un consultant a été engagé pour évaluer l'état de l'embâcle et le risque d'inondations futures dues aux embâcles. Bien que l'on en ait observé occasionnellement auparavant, les événements exceptionnels de 2016 ont été jugé particulièrement graves. De la glace s'est accumulée derrière le pont de la route Transcanadienne franchissant la rivière Pipestone et a endommagé plusieurs pans d'une clôture d'exclusion de la faune. La glace a aussi touché un pont dans l'agglomération, en s'accumulant sur le tablier et en endommageant les garde-corps. On pense que la débâcle sur la Rivière Pipestone a contribué aux inondations dues aux embâcles le long du terrain de camping pour remorques.

Quoique les événements suscités soient encore considérés comme étant peu fréquents, on s'attend à ce que ce type de phénomènes survienne à nouveau; une étude approfondie est nécessaire pour comprendre les principes à l'œuvre et prévoir la probabilité et la fréquence des futures occurrences ainsi que l'ampleur du risque des potentiels dommages futurs.

6. Ressources culturelles en péril

Les changements climatiques posent un certain nombre de risques pour les ressources culturelles ainsi que pour d'autres biens rattachés à l'unité de gestion du secteur LLYK. Ces risques sont résumés ci-dessous.

Biens

L'unité de gestion du secteur LLYK a la responsabilité de centaines de kilomètres de routes traversant ses parcs : la route Transcanadienne 1 traverse le PN Yoho d'est en ouest; parallèle à celle-ci, la promenade de la Vallée-de-la-Bow file vers le sud, de Lake Louise à Banff; la promenade des Glaciers s'étend de Lake Louise vers le nord jusqu'au PN Jasper; et la route 93 va vers le sud et l'ouest jusqu'à Radium Hot Springs, en Colombie-Britannique.

Les routes, ponts et autres ouvrages routiers en question ont une valeur de plusieurs millions de dollars et sont touchés par les scénarios de changements climatiques, dont les laves torrentielles, les inondations, les avalanches et les feux de forêt. Par conséquent, la portée de l'atelier s'étend au-delà des seules ressources culturelles pour inclure l'infrastructure à grande échelle.

Ressources culturelles

Au parc national Kootenay

Différentes ressources culturelles à l'intérieur du parc national Kootenay apportent la preuve de siècles d'utilisation humaine. Ce sont des sites archéologiques, des bâtiments patrimoniaux et des objets archéologiques et historiques.

Il existe 104 sites archéologiques connus à l'intérieur du parc. La surveillance des sites archéologiques est effectuée selon les besoins à un nombre d'endroits limité, principalement en réponse à des projets d'aménagement proposés ou à des menaces liées à la dynamique du paysage, comme l'érosion des

La collection archéologique du Parc contient 3 945 artefacts. Une évaluation datant de 2017 a permis de constater que 76 % des objets étaient en bon état, et 24 %, dans un état passable.

Le PN Kootenay comprend le chalet des gardes du parc du lac Floe, un édifice fédéral du patrimoine « reconnu » situé dans un champ dégagé par la fonte d'un glacier et bordé par une forêt d'épinettes. Il comprend aussi l'Aquacourt, à Radium Hot Springs, construit de 1949 à 1951 et qui fut le premier grand bâtiment d'après-guerre dans les parcs de l'Ouest. Il a contribué au développement historique de la région lorsqu'il a acquis une réputation mondiale en tant que destination balnéaire.

Un site archéologique est un endroit où une activité humaine passée a laissé des traces matérielles. Ces traces peuvent être des artefacts, comme des pointes de flèche ou d'autres outils; des traces laissées par des activités telles que la préparation d'aliments, ou le dépeçage des os d'animaux ; ou encore, des dispositifs comme des foyers ou des structures historiques.

Au parc national Yoho

Comme dans le PN Kootenay, différentes ressources culturelles à l'intérieur du PN Yoho témoignent de centaines d'années d'utilisation humaine. Ce sont des sites archéologiques, des objets historiques trouvés et des bâtiments patrimoniaux. Il existe 142 sites archéologiques connus à l'intérieur du parc.

Les ressources culturelles de Yoho comprennent 114 sites archéologiques connus, deux LHN, cinq édifices fédéraux du patrimoine, une gare ferroviaire patrimoniale, nombre d'objets et de documents historiques ainsi que des paysages et caractéristiques culturels.

La reconnaissance des sites archéologiques du PN Yoho est effectuée selon les besoins à un nombre limité d'endroits, principalement en réponse à des projets d'aménagement proposés ou à des menaces liées à la structure du paysage. Des 21 objets historiques, 47 % ont été jugés en bon état, 43 % dans un état passable et 10 % en mauvais état. Quatre-vingt-deux autres objets historiques nécessitent une évaluation. La collection d'objets historiques comprend des artefacts provenant des lieux historiques à l'intérieur du Parc.

Le PN Yoho comprend trois lieux historiques nationaux (LHN) : le LHN du Salon-de-Thé-des-Chutes-Twin, le LHN du Col-Kicking Horse et le LHN du Refuge-du-Col-Abbot.

Le **salon de thé des chutes Twin** est un édifice fédéral du patrimoine « reconnu » construit dans la vallée de la haute Yoho dans les années 1920 pour offrir un abri pour la nuit aux randonneurs. Selon une évaluation officielle datant de 2016, le bâtiment est dans un état passable.

Le **lieu historique national du Col-Kicking Horse** commémore le tracé choisi pour la construction du chemin de fer du Canadien Pacifique à travers les montagnes Rocheuses dans les années 1880. Il s'étend de Field, en Colombie-Britannique, dans le PN Yoho, jusqu'au lac Louise, dans le PN Banff. Il compte 30 sites archéologiques connus. L'état de ces sites a été jugé bon en 2008, mais n'a pas été pleinement réévalué depuis.

La collection du LHN comprend 3 400 artefacts archéologiques. Elle est dans un état qui va de bon à passable (6 % des objets, principalement métalliques, sont en mauvais état), tandis que 11 % sont menacés. La corrosion des artefacts métalliques est attribuable à une contamination aux ions chlorure. Des objets importants nécessitent un traitement de conservation.

En 2008, l'état des paysages et des caractéristiques des paysages liés directement à la désignation de LHN, ont globalement été jugés passables ou bons, mais a été jugés mauvais dans l'évaluation de l'intégrité commémorative de 2008-2009, en raison des réparations nécessaires au pont Big Hill. Les éléments patrimoniaux associés au corridor de la route Transcanadienne traversant le site ont été étudiés en 2017. Un énoncé de gestion pour le lieu historique nation du Col-Kicking Horse a été fait en 2017.

Le refuge du col Abbot est un édifice fédéral du patrimoine « classé » situé sur la ligne continentale de partage des eaux, le long de la limite entre les PN Yoho et Banff. Il a été construit en 1922 dans un col élevé entre les monts Lefroy et Victoria pour offrir un refuge aux alpinistes. La pierre du bâtiment a été extraite du site même, et les autres matériaux de construction ont été apportés à dos de cheval. Le bâtiment a été jugé en bon état après une évaluation structurale en 2014 et une évaluation informelle en 2017, mais il pourrait maintenant être menacé d'instabilité.

La structure est en bon état, mais il existe d'importants problèmes de stabilité sur la très faible pente sur laquelle elle repose. La diminution de la couverture de neige annuelle entraîne une augmentation des gains de chaleur de la pierre exposée. Une érosion accrue de la pente adjacente est due à la hausse des chutes de pluie, puisque les eaux tombent du toit à la périphérie du refuge. De plus, l'augmentation de l'alternance des cycles de gel-dégel affecte la pierre du côté de la montagne, en provoquant sa délamination ainsi que l'aggravation de ses fissures les plus grandes.

Aucun site ou objet archéologique n'est associé à ce LHN. Les risques et dangers environnementaux sont autant que possible atténués, afin de protéger l'intégrité du bâtiment. Un énoncé de gestion pour le LHN a aussi été rédigé.

Les autres ressources culturelles dans le PN Yoho sont la gare ferroviaire du Canadien Pacifique, à Field, la résidence du directeur du parc; le refuge Elizabeth-Parker; le pavillon Wiwaxy; le chalet de gardes de parc de Deer Lodge; la cabane alpine Stanley-Mitchell; le chalet du ranch Yoho; le chalet des gardes de parc du lac O'Hara; et le chalet de patrouille des gardes de parc des chutes Takakkaw. Certains d'entre eux sont des édifices fédéraux du patrimoine « reconnus » en raison de leurs références historiques ou de leurs valeurs architecturales et environnementales.

Liens autochtones (Kootenay et Yoho)

La nation Ktunaxa, qui compte quatre collectivités de bande en Colombie-Britannique, et cinq collectivités de la nation Secwepemc (Pespesellkwe) conservent des liens traditionnels avec des terrains à l'intérieur du parc. Le parc conserve aussi des liens avec la Nation métisse de la Colombie-Britannique.

Liens autochtones (Kootenay et Yoho)

La nation Ktunaxa, qui compte quatre collectivités de bande en Colombie-Britannique, et cinq collectivités de la nation Secwepemc (Pespesellkwe) ont des liens traditionnels avec des terrains à l'intérieur du parc. Le parc a aussi des liens avec la Nation métisse de la Colombie-Britannique.

Lake Louise

Le site du refuge Halfway (sur le sentier menant à l'auberge Skoki, au nord-est de la station de ski de Lake Louise) est l'un des plus grands camps de chasse alpins des Premières nations dans les Rocheuses canadiennes. Certains des bâtiments, constructions et sites dans les environs atteindront bientôt l'âge auquel sera évaluée leur valeur culturelle. Par exemple, le téléphérique original, le pavillon Whitehorn et les enclos de Peyto peuvent revêtir des valeurs historiques et culturelles. La région peut aussi contenir des ressources culturelles encore inconnues, comme des ressources archéologiques enfouies.

Se trouve aussi à Lake Louise la gare ferroviaire du Canadien Pacifique, construite en 1910, ainsi que le LHN de l'Auberge-de-Ski-Skoki, construit dans les années 1930.

7. Impacts des changements climatiques

Impacts généraux²

Le présent sous-chapitre explique en quoi la hausse des températures, les inondations printanières, la fonte glaciaire, le dégel du pergélisol et le risque accru de feux de forêt (voir la section 3 [« Contexte climatique régional »]) affectent — et peuvent continuer de menacer — les écosystèmes, la biodiversité, l'infrastructure et les ressources culturelles dans la région de Lake Louise et des PN Yoho et Kootenay. Le sous-chapitre suivant, intitulé « Impacts locaux », décrit en quoi ces facteurs climatiques déterminants peuvent affecter les ressources et les biens à l'intérieur du secteur LLYK.

Effets sur les écosystèmes forestiers et la biodiversité

La durée de la saison des feux de forêt, la superficie brûlée chaque année et les indices de gravité saisonniers devraient tous augmenter dans la région. Le stress dû à la sécheresse est donc une préoccupation à certains endroits.

L'aridité croissante peut diminuer la dominance de l'épinette, du sapin et de la pruche de l'Ouest en faveur du pin ponderosa, du tremble et de d'autres espèces d'arbres. Selon la projection la plus pessimiste, même des espèces présentes dans les parcs et résistantes à la sécheresse pourraient être remplacées par des broussailles ou des prairies. Les espèces sauvages continueront de connaître des changements quant à leur répartition et leur quantité.

L'étendue de l'écosystème de toundra alpine diminuera aussi avec le réchauffement des températures. Le déplacement vers le nord de la limite forestière pourrait être facilité par la colonisation du pin à écorce blanche (p. ex. les îlots d'arbres pionniers). Toutefois, ce processus se confond de plus en plus avec les incidences de la sécheresse et de l'infestation de la rouille vésiculeuse et du scolyte.

La répartition des pathogènes et des parasites et de leurs impacts devrait augmenter avec la hausse des températures et la migration des espèces vers le nord. . Un climat plus chaud et plus sec devrait être favorable aux infestations de maladies et d'insectes forestiers comme le dendroctone du pin, la tordeuse occidentale de l'épinette, le dendroctone de l'épinette et la livrée des forêts.

Effets sur l'infrastructure

Les inondations et les laves torrentielles consécutives aux épisodes de pluie extrême ou de pluie sur neige peuvent dépasser la capacité des réseaux de collecte des eaux pluviales et endommager ou

² Ces chiffres et tous les autres de la présente section sont tirés de Parker, Scott, « Let's Talk About Climate Change: Mountain Region », version 1.2 (29 août 2017). Parcs Canada, Bureau du scientifique en chef des écosystèmes.

détruire l'infrastructure, en touchant des chemins, des routes, des ponts, des chalets, des tours radio et peut-être même des usines de traitement des eaux. Par exemple, la crue des eaux a détruit un pont front-country dans le PN Kootenay en 2012 et de nouveau en 2013. L'année 2013 a aussi été marquée par l'évacuation des chalets du Ruisseau-Baker, à Lake Louise, la fermeture du camping des Lacs-Waterfowl dans le PN Banff et des fermetures de chemins. En 2016, le premier embâcle jamais enregistré et l'inondation hivernale qui a suivi, ont endommagé le camping de Lake Louise et certaines passerelles piétonnes.

Il y a, à certains endroits, un risque croissant de dommages aux biens et à l'infrastructure par les feux de forêt. La chaleur et la sécheresse plus intenses peuvent aussi créer des conditions faisant en sorte que la lutte contre les feux ne sera plus praticable ni efficace. Les feux de forêt peuvent endommager des bâtiments, des agglomérations, des routes et des installations de traitement des eaux et peuvent affecter la qualité de l'air même à des endroits qui ne sont pas exposés au risque de feux.

ANXIÉTÉ CLIMATIQUE : Hausse des taux d'anxiété, de colère et de tristesse en réaction aux événements météorologiques extrêmes et aux changements climatiques.

Effets sur les ressources culturelles et patrimoniales

Les inondations, les glissements de terrain, les feux de forêt et d'autres perturbations naturelles peuvent causer des dommages matériels directs aux ressources culturelles et archéologiques. Les bâtiments et les artefacts peuvent se détériorer sous l'effet des changements de température, d'humidité et de précipitations. Les impacts socioéconomiques peuvent aussi causer la perte de ressources culturelles ou des dommages à celles-ci. L'alternance des cycles de gel-dégel peut accélérer la détérioration de ressources archéologiques, de paysages culturels, de bâtiments et d'éléments du paysage.

Effets sur l'expérience des visiteurs

Les tendances mentionnées ci-dessus peuvent modifier les expériences des visiteurs du secteur LLYK et peuvent aussi influencer sur le moment le plus probable de leur visite soit:

- Des feux de forêt plus fréquents, plus intenses et d'une durée plus longue, ont un impact sur la qualité de l'air, même dans les parcs qui ne sont pas exposés directement au risque de feu, et peuvent avoir une incidence considérable sur la fréquentation et les activités. Par exemple, les parcs et lieux historiques peuvent fermer, interdire de faire des feux, déplacer des activités extérieures à l'intérieur ou devoir évacuer les visiteurs.
- Les visiteurs peuvent être touchés par l'interdiction de faire des feux, les problèmes de traitement des eaux ou les impacts des inondations et des débris sur les terrains de camping, les aires d'utilisation diurne, les emplacements de camping, les chalets et les sentiers.
- Les périodes de fréquentation peuvent s'allonger en raison d'un printemps plus précoce et d'un automne plus chaud. Par contre, la chaleur excessive peut décourager des visiteurs en été.
- Les feux de forêt qui touchent les principales routes ou les chemins d'entrée et de sortie des parcs peuvent entraver la capacité des visiteurs d'accéder aux sites.
- Les dommages causés aux ressources archéologiques, aux paysages culturels et aux éléments du paysage par les inondations, les laves torrentielles, les feux de forêt ou les cycles de gel-dégel peuvent rendre les parcs moins attrayants pour les visiteurs.

Effets cumulatifs

Lors de l'atelier pour le secteur LLYK, le personnel a relevé au moins trois facteurs climatiques déterminants qui ont déjà des effets à savoir :

- Augmentation des Inondations et laves torrentielles accrues
- Risque, fréquence et gravité accrues des feux de forêt
- Alternance accrue des cycles de gel-dégel

Ces schémas ont ou sont susceptibles d'avoir les conséquences suivantes :

- Effets sur les écosystèmes et la biodiversité
- Impacts négatifs sur le paysage et les ressources patrimoniales
- Dommages aux biens et à l'infrastructure
- Perte de bâtiments patrimoniaux et d'autres biens
- Impacts sur les personnes (à court, à moyen et à long terme)
- Impacts psychologiques et anxiété climatique

Ces conséquences, lorsque combinées, peuvent avoir des effets cumulatifs suivants :

- Les impacts négatifs sur le paysage peuvent entraîner une baisse du nombre de visiteurs
- Les dommages à l'infrastructure peuvent entraîner des coûts d'entretien plus élevés ou la perte de biens
- Les dommages aux routes peuvent limiter la capacité des visiteurs à accéder aux parcs
- La perte de bâtiments et de biens patrimoniaux peut entraîner une baisse du nombre de visiteurs des parcs
- La perte d'accès à des endroits importants peut causer l'anxiété climatique

Impacts locaux

L'atelier sur l'adaptation aux changements climatiques s'est concentré sur trois impacts prioritaires et leurs effets sur le patrimoine bâti et les ressources naturelles et culturelles at LLYK. Les impacts locaux énumérés ci-dessous sont générés par les facteurs déterminants du climat régional présentés au chapitre 3 (« Contexte climatique régional »). Ces facteurs déterminants ont (ou sont susceptibles d'avoir) un certain nombre d'effets sur les parcs et lieux historiques dans le corridor LLYK.

Trois impacts prioritaires

Les trois impacts les plus pressants des changements climatiques dans le secteur LLYK relevés par les participants à l'atelier sont les suivants :

1. Augmentation des inondations et des laves torrentielles qui en résultent
2. Risque accru de feux de forêt
3. Fréquence accrue de l'alternance des cycles de gel-dégel

1. Impacts causés par l'augmentation des inondations et des laves torrentielles

L'augmentation des inondations et des laves torrentielles pourrait entraîner la fermeture, l'endommagement ou la perte d'ouvrages routiers ainsi que des dommages structuraux aux bâtiments, aux ponts, aux ponceaux et aux sentiers. Des dépôts de débris pourraient toucher les terrains de camping, les chemins et les ponts. Les autres conséquences pourraient comprendre des problèmes de drainage, un besoin accru d'entretien, la perte de constructions patrimoniales ou d'artefacts archéologiques, l'érosion du paysage et des conséquences écologiques comme la destruction de l'habitat fluvial, la contamination ou la saturation du sol et la mortalité de peuplements forestiers qui en résulte et qui augmente le volume de combustibles.

Dans la zone d'étude du secteur LLYK, les inondations ne constituent pas un problème aussi récurrent que les laves torrentielles, qui sont devenues si fréquentes que des chasse-neige sont maintenant déployés chaque année en juin pour enlever les piles de débris et dégager les chemins.

Les laves torrentielles sont des phénomènes dans lesquels l'eau dévale violemment les flancs de montagne en charriant des rondins, des blocs rocheux et d'autres débris naturels. Les débris entrent en collision avec les objets sur leur passage et finissent par se déposer au fond des vallées. Seulement en 2008, le PN Kootenay a perdu 13 passerelles piétonnes le long de ses sentiers à cause de laves torrentielles. Ces types d'événements touchent maintenant régulièrement l'agglomération de Field, en Colombie-Britannique, car des matériaux descendent le ruisseau Stephen plus souvent et de façon plus irrégulière.

Les participants à l'atelier ont relevé les impacts possibles suivants des inondations et des laves torrentielles accrues sur le secteur LLYK comme suit :

Impacts sur le paysage

- Érosion des berges et du paysage
- Dégâts causés par l'eau sur les sites
- Dommages à l'infrastructure essentielle (routes, ponts et usine de traitement des eaux)
- Modification du tracé des cours d'eau

Impacts sur les humains (effets immédiats, à moyen terme et à long terme)

- Accès limité et isolement
- Rareté de matériaux, de ressources et de nourriture
- Impacts sur les ressources humaines (menant à de l'épuisement ou à des effets psychologiques)
- Perte de logement pour le personnel
- Effet nuisible pour la découverte des parcs ou perte de cette possibilité (pour les visiteurs)
- Problèmes de sécurité (pour le personnel et les visiteurs)

Impacts sur les biens

- Dépôt de débris sur les terrains de camping et les routes
- Accumulation de débris dans les cours d'eau
- Impacts écologiques ou destruction dans les rivières ou sur leur lit
- Déversement de produits chimiques et contamination
- Perte ou endommagement de documents, de collections d'objets uniques ou de constructions archéologiques ou patrimoniales
- Perte ou désuétude de la stratégie actuelle de gestion de l'utilisation du sol

Impacts sur l'infrastructure

- Perte ou endommagement de routes entraînant l'inaccessibilité et un nettoyage et un entretien accrus
- Dommages au chemin de fer et contamination potentielle par des matières dangereuses
- Pertes de courant ou de services d'utilité publique
- Glace sur la route
- Dommages structuraux causés par des débris : nettoyage et entretien accrus, remplacement
- Risques pour la qualité de l'eau potable

- Risque pour l'usine de traitement d'eau
- Fermetures de la route ou du chemin de fer (problèmes économiques et de sécurité des personnes)
- Destruction de sentiers de randonnée ou de ponts
- Perte de ressources paléontologiques

2. Impacts dus au risque accru de feux de forêt

De façon générale, les feux de forêt peuvent causer la perte ou endommager gravement des constructions patrimoniales, des collections, des documents ou des ressources archéologiques; causer la perte ou endommager gravement des constructions contemporaines, des logements du personnel, des biens d'utilisation diurne, des terrains de camping, des chemins, des ponts et des tours radio; augmenter les besoins de réparation et d'entretien; entraîner des dommages par l'eau et la fumée à des constructions ou à des artefacts; favoriser l'érosion du sol due à la perte de végétation; et diminuer la qualité de l'eau (à cause des sédiments). Ils peuvent aussi avoir un impact négatif sur le taux de fréquentation du lieu, en raison du nombre accru de fermetures de chemins et de sentiers.

La saison des feux de forêt dans les parcs du secteur LLYK en 2017 a été l'une des pires jamais enregistrées. Compte-tenu de l'étendue des forêts dans ces parcs, la gestion forestière adéquate est un défi constant qui exige d'importantes quantités de combustibles. Le dernier grand feu avant 2017 remontait à près d'un siècle. Les forêts de la région sont essentiellement constituées de pins tordus arrivés à la fin de leur cycle de vie. Les récents efforts en matière de gestion forestière tendent à morceler les vastes étendues de terre de telle sorte que lorsque surviennent des feux, des coupe-feux les empêchent de se répandre aux collectivités. On a fait remarquer que ces coupe-feux peuvent comporter des avantages sur le plan de la biodiversité, en créant de grandes prairies qui peuvent servir d'habitat pour l'ours et d'autres espèces pour qui le développement est davantage favorable en terrain plus ouvert.

La saison des feux de forêts à Lake Louise, en Alberta, et à Field, en Colombie-Britannique, est relativement courte, se limitant aux mois de juillet et d'août. Toutefois, la saison des feux dans le PN Kootenay s'étire jusqu'à la fin septembre.

Les participants à l'atelier ont relevé les impacts particuliers de l'augmentation des feux de forêt comme suit :

- Perte ou endommagement grave :
 - de bâtiments patrimoniaux et contemporains et de logements du personnel
 - de tables de pique-nique, de biens d'utilisation diurne et de terrains de camping
 - de sentiers, de ponts et de chemins de l'arrière-pays et de ponts routiers
 - de clôtures et de panneaux d'orientation et d'interprétation
 - de documents et de collections
 - d'installations électriques
 - de tours radio
 - de gros bois
- Augmentation de l'érosion après feu
- Responsabilité accrue liée à la chute d'arbres causant des blessures à des personnes
- Impacts sur les biens de l'arrière-pays
- Exposition de ressources culturelles fragiles (sites archéologiques)
- Impacts sur la qualité de l'eau (plus de sédimentation)

- Risques de blocage de cours d'eau en raison de l'érosion des terres et du délavage de la végétation
- Impacts sur la santé et la sécurité au travail du personnel lors de nettoyage
- Dépenses liées au nettoyage des ressources touchées par le feu (p. ex. réparations et nettoyage en profondeur de chalets)
- Impacts sur l'expérience des visiteurs
- Fermetures

3. Impacts d'une augmentation de l'alternance des cycles de gel-dégel

Ces impacts pourraient entraîner la perte de ressources archéologiques (en raison de la dégradation après l'exposition), une instabilité accrue des fondations de constructions patrimoniales, des problèmes de drainage et des besoins d'entretien accrus, la perte de paysages culturels et d'éléments du paysage, des dommages structuraux aux chemins, aux ponts, aux ponceaux et aux sentiers. Ils pourraient aussi avoir un impact négatif sur l'expérience des visiteurs, en entraînant une baisse de la fréquentation et de plus nombreuses fermetures de chemins et de sentiers.

GLACE DE FOND : Glace submergée qui est attachée au fond d'un cours d'eau ou d'une rivière.

Comme c'est le cas dans bien des régions montagneuses, les routes et chemins principaux se trouvent dans des vallées et longent souvent les cours d'eau qui y coulent naturellement. De multiples embâcles à l'hiver 2016 ont entraîné des dommages importants à l'infrastructure du parc, dont l'inondation et la fermeture de terrains de camping. En avril 2017, une étude a examiné les effets des embâcles sur les rivières Pipestone et Bow et analysé les circonstances des événements de 2016. Plusieurs facteurs environnementaux ont contribué à ces événements à savoir:

- Les faibles chutes de neige en début de saison et les températures chaudes, ont limité la couverture de glace sur les rivières Bow et Pipestone et, par conséquent, l'isolation aussi.
- La vague de froid prolongée du début décembre a créé les conditions de formation de grandes quantités de glace de fond.
- La glace de fond cause un déplacement de l'eau dans les rivières et fait monter les niveaux d'eau. De la glace s'est formée dans le canyon Pipestone, et la pression hydrostatique qui s'est ainsi créée a été suffisante pour décrocher la glace de fond et provoquer une importante débâcle, qui a désengorgé la rivière Pipestone et s'est déversée dans la rivière Bow. La débâcle est arrivée deux fois : d'abord le 9 décembre et ensuite le 14 décembre. Le 17 décembre, les températures ont augmenté d'environ 15 degrés et la situation a commencé à s'améliorer.

Les participants à l'atelier ont énuméré les impacts possibles de l'alternance accrue des cycles de gel-dégel comme suit :

- Perte :
 - de ressources archéologiques (mises au jour par la fonte de neige ou de glace; de ressources exposées à un risque de détérioration ou de disparition rapides; période limitée pour localiser et documenter les ressources nouvellement exposées)
 - de patrimoine bâti dans les endroits exposés au risque (comme le refuge du col Abbot)
 - de paysages culturels et d'éléments du paysage
- Probabilité accrue :
 - d'éboulis
 - de dommages aux chemins, aux ponts et aux ponceaux
 - de fermetures de chemin et de sentier
 - d'instabilité des pentes et des fondations

8. Compréhension des niveaux de risque

Probabilités et conséquences des impacts retenues

Les participants à l'atelier ont évalué les risques pour chacun des trois impacts retenus en priorité. Pour chaque scénario proposé, on leur a demandé de classer les impacts en répondant aux 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)?

Ensuite, d'après la combinaison retenue de la probabilité et de la gravité des conséquences, les participants ont classé le niveau de risque global comme étant faible, modéré, élevé ou extrême.

Pour en savoir davantage sur la façon dont les probabilités et les conséquences ont été définies et évaluées, veuillez consulter le Cadre d'adaptation sur le site SharePoint de la TFPTCP.

Les énoncés de risques pour les impacts prioritaires sont présentés ci-dessous.

Impact des inondations et des laves torrentielles

Globalement, le niveau de risque des impacts causés par les inondations et les laves torrentielles à l'infrastructure, aux ressources archéologiques, aux paysages, aux terrains de camping, aux aires d'utilisation diurne, aux biens de l'arrière-pays et à la santé publique va d'élevé à extrême. Cette conclusion repose sur les énoncés suivants :

Si des inondations et des laves torrentielles devaient survenir...

- Les impacts sur la route Transcanadienne et l'infrastructure routière sont **possibles** et les conséquences pourraient être **catastrophiques**. La route et les chemins pourraient être suffisamment modifiés pour en réduire la valeur; par conséquent, le niveau de risque de cet impact est **élevé**.
- Les impacts sur les ressources archéologiques sont **possibles** et les conséquences pourraient être **catastrophiques**. Ces ressources pourraient disparaître ou être modifiées de façon permanente; par conséquent, le niveau de risque de cet impact est **élevé**.
- Les impacts sur le paysage sont **presque certains** et les conséquences pourraient être **majeures**. Les ressources et les biens pourraient être suffisamment modifiés pour en réduire la valeur; par conséquent, le niveau de risque de cet impact est **extrême**.
- Les impacts sur les aires d'utilisation diurne, les terrains de camping et les biens d'arrière-pays, comme les sentiers et les ponts, sont **presque certains** et les conséquences seraient **majeures**. Cela pourrait considérablement modifier les biens ou en réduire la valeur; par conséquent, le niveau de risque de cet impact est **extrême**.
- Les impacts sur la santé du public sont **presque certains** et les conséquences pourraient être **catastrophiques**. Le niveau de risque de cet impact est, par conséquent, **extrême**.

Voici les principales vulnérabilités qui méritent une discussion immédiate visant à :

- *assurer la sécurité du public, l'accès, la protection du patrimoine naturel et culturel ainsi que la continuité économique;*
- *protéger les ressources archéologiques;*
- *atténuer les impacts sur les paysages (culturels);*
- *limiter l'augmentation des besoins en entretien;*
- *maintenir les expériences positives des visiteurs;*
- *prévenir les impacts potentiels sur la santé publique.*

Impact de l'augmentation des feux de forêt

Globalement, le niveau de risque des impacts des feux de forêt sur l'infrastructure, les ressources archéologiques, les aires d'utilisation diurne, les terrains de camping et les biens de l'arrière-pays est élevé. Cette conclusion repose sur les énoncés suivants :

Si une augmentation des feux de forêt devait survenir...

- Les impacts sur la route Transcanadienne (y compris les chemins, les ponts et les ponceaux) sont **probables** et les conséquences pourraient être **catastrophiques**. Les biens pourraient être suffisamment modifiés pour que leur valeur soit réduite; par conséquent, le niveau de risque de cet impact est **élevé**.
- Les impacts sur les bâtiments sont **presque certains** et les conséquences pourraient être **catastrophiques**. Les bâtiments pourraient disparaître ou être modifiés de façon permanente. Par conséquent, le niveau de risque de cet impact est **extrême**.
- Les impacts sur les ressources archéologiques sont **possibles** et les conséquences pourraient être **catastrophiques**. Ces ressources pourraient disparaître ou être modifiées de façon permanente. Par conséquent, le niveau de risque de cet impact est **élevé**.
- Les impacts sur les aires d'utilisation diurne, les terrains de camping et les biens de l'arrière-pays (sentiers et ponts) sont **probables** et les conséquences pourraient être **modérées**. Ces biens seraient dégradés, mais encore présents. Par conséquent, le niveau de risque de cet impact est **élevé**.

Voici les principales vulnérabilités qui méritent une discussion immédiate visant à :

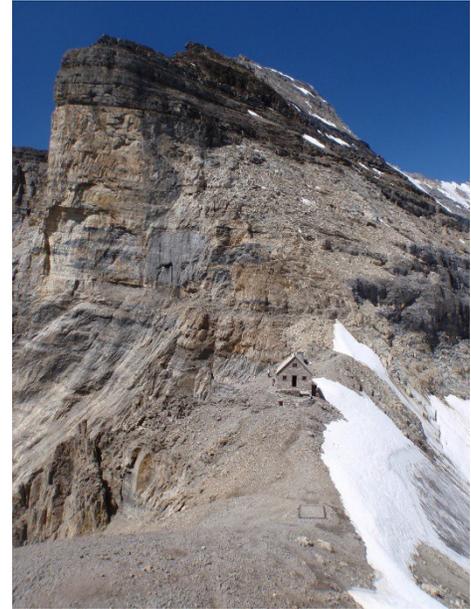
- *assurer la sécurité du public, l'accès et la continuité économique;*
- *réduire l'impact potentiel sur les constructions patrimoniales et contemporaines;*
- *éviter la perte potentielle de ressources archéologiques;*
- *réduire la probabilité d'augmentation des besoins d'entretien et de réduction des expériences des visiteurs.*

Impact des cycles plus nombreux de gel-dégel

Globalement, le niveau de risques des impacts des cycles plus nombreux de gel-dégel sur les routes, les chemins, les ponts et les ponceaux est **élevé**. Cette conclusion repose sur les énoncés suivants :

Si les cycles de gel-dégel devaient devenir plus nombreux...

- Les impacts sur les routes, les chemins, les ponts et les ponceaux sont **certains**, mais les conséquences pourraient être mineures. Ces biens continueraient d'être présents, mais les activités comme la récupération seraient compromises. Par conséquent, le niveau de risque de cet impact est **modéré**.
- Les impacts sur le refuge du col Abbot sont **certains** et pourraient être catastrophiques. Le refuge pourrait disparaître ou être modifié de façon permanente. Par conséquent, le niveau de risque de cet impact est **extrême**.
- Les impacts sur les paysages sont **certains** et pourraient être **modérés**. Les paysages pourraient être dégradés, mais seraient encore présents. Par conséquent, le niveau de risque de cet impact est **élevé**.
- Les impacts sur les ressources archéologiques sont **certains**, parce que les plaques de glace fondent, et pourraient être catastrophiques. Les ressources pourraient disparaître ou être modifiées de façon permanente. Par conséquent, le niveau de risque de cet impact est **extrême**.



Le col Abbot

Voici les principales vulnérabilités qui méritent une discussion immédiate visant à :

- **assurer la sécurité du public, l'accès et la continuité économique;**
- **réduire les impacts sur les biens patrimoniaux;**
- **éviter la perte potentielle de ressources archéologiques.**

9. Remue-méninges et priorisation des mesures d'adaptation

Approches recommandées d'adaptation aux changements climatiques

La dernière étape de l'atelier portait sur les mesures d'adaptation potentielles et les prochaines étapes. Les participants se sont répartis en trois groupes pour faire une séance de remue-méninges et évaluer les mesures d'adaptation pour les trois impacts retenus (un impact par groupe). On a demandé aux groupes de formuler des mesures d'adaptation, puis d'en énumérer les avantages et les inconvénients, de classer leur efficacité probable et leur faisabilité, et d'indiquer toute réflexion supplémentaire.

- Le groupe 1 a évalué les impacts des inondations et des laves torrentielles et les biens de l'avant-pays et de l'arrière-pays, la route Transcanadienne et les ressources archéologiques.
- Le groupe 2 a évalué les impacts des feux de forêt sur les installations et emplacements de l'avant-pays, les routes de catégorie 1 et 2, les bâtiments et les ressources archéologiques.
- Le groupe 3 a évalué les impacts de l'augmentation de l'alternance des cycles de gel-dégel croissants sur le patrimoine bâti, les ressources archéologiques, les paysages culturels et les éléments du paysage.

Les trois groupes ont produit des graphiques codés par couleurs classant les options d'adaptation en vert, en jaune ou en rouge :

- Le **vert** pour les mesures que le groupe recommanderait de mettre en œuvre;
- Le **jaune** pour les mesures que le groupe envisagerait, mais qui nécessiteraient davantage de recherche ou qui pourraient n'être favorables que dans certaines conditions;
- Le **rouge** pour les mesures qui ne devraient pas être considérées dans le futur.

Les groupes pouvaient se servir de ces évaluations pour décider des options d'adaptation à examiner plus à fond.

Un résumé des options d'adaptation proposées pour chacun des trois impacts est donné ci-dessous.

IMPACT 1. DOMMAGES CAUSÉS PAR LES INONDATIONS ET LES LAVES TORRENTIELLES

1A : Options d'adaptation visant à atténuer les dommages causés aux installations front country (terrains de camping, aires d'utilisation diurne et agglomérations, y compris les installations de traitement d'eau)

Options d'adaptation de catégorie « verte » — à envisager dès maintenant :

- Enrocher les berges afin de prévenir les inondations et l'érosion (il est toutefois à noter que l'enrochement ne sera d'aucune efficacité pour gérer les laves torrentielles et qu'il pourrait se répercuter en aval et avoir des impacts sur des ressources culturelles).
- Construire des bermes autour des biens (mais il est toutefois à noter que les inconvénients de cette mesure comprennent la formation éventuelle de flaques d'eau et leur possible contamination, l'ajout de barrières visuelles ayant un impact indésirable, les effets en aval et les impacts sur les ressources culturelles).
- Repérer les rétrécissements dans les cours d'eau et les élargir.
- Recourir à la gestion du débit en eau vive pour lutter contre l'érosion et protéger les habitats.
- Renforcer les capacités et le socle de connaissances internes en géomorphologie et en hydrologie en géomorphologie et en hydrologie.

- Mettre à jour les lignes directrices et les facteurs liés à la période de récurrence des laves torrentielles et des débits cibles (modifier les paramètres pour inclure les modèles de changements climatiques actuels).
- Cartographier les dangers et évaluer les risques pour améliorer la préparation.
- Planifier les urgences, y compris les personnes à contacter.
- Augmenter le nombre de postes de surveillance (ce qui fournirait des paramètres de conception plus précis).

Options d'adaptation de catégorie « jaune » — à considérer ultérieurement :

- Construire des ouvrages de retenue des débris en amont.
- Déplacer les installations afin de permettre leur utilisation continue, tout en laissant libre cours aux processus naturels.
- Former le personnel : transmettre les connaissances au sujet des laves torrentielles.

Options d'adaptation de catégorie « rouge » – discutées et écartées parce que jugées inapplicables ou inefficaces :

- Créer des canaux d'évacuation des crues afin d'éviter les dommages aux biens et de protéger de grandes étendues. Cette idée a été écartée en raison du coût élevé, de la lourde charge d'entretien, de la nécessité d'un vaste espace (entraînant des pertes écologiques), d'importants impacts visuels indésirables et des impacts sur les ressources culturelles.
- Draguer le lit des cours d'eau. Cette idée a été écartée parce qu'elle réduit les habitats naturels et a des impacts sur les ressources culturelles.

1B : Options d'adaptation visant à atténuer les dommages causés aux installations de l'arrière-pays (sentiers, ponts, chalets, terrains de camping et tours radio)

Options d'adaptation de catégorie « verte » — à envisager dès maintenant :

- Déplacer les installations ou les repenser afin de permettre leur utilisation continue, tout en laissant libre cours aux processus naturels.
- Renforcer les capacités et le socle de connaissances internes en géomorphologie et en hydrologie.
- Mettre hors service des sentiers et des installations pour réduire l'entretien.

Options d'adaptation de catégorie « jaune » — à considérer ultérieurement :

- Enrocher les berges afin de prévenir les inondations et l'érosion (il est toutefois à noter que l'enrochement ne sera d'aucune efficacité pour gérer les laves torrentielles et qu'il pourrait se répercuter en aval et avoir des impacts sur des ressources culturelles).
- Mettre à jour la période de récurrence des laves torrentielles et les débits cibles.
- Mener des évaluations des risques afin d'améliorer la préparation des interventions pour certains biens.
- Planifier les mesures d'urgence pour certains biens.

Options d'adaptation de catégorie « rouge » – discutées et écartées parce que jugées inapplicables ou inefficaces :

- Construire des bermes autour des biens (il faut toutefois noter que les inconvénients de cette mesure comprennent la formation éventuelle de flaques d'eau et leur possible contamination, l'ajout de barrières visuelles ayant un impact indésirable, des effets en aval et des impacts sur les ressources culturelles).
- Repérer les rétrécissements dans les cours d'eau et les élargir.
- Augmenter le nombre de postes de surveillance.

1C : Options d'adaptation visant à atténuer les dommages causés à la route Transcanadienne

Options d'adaptation de catégorie « verte » — à envisager dès maintenant :

- Enrocher les berges afin de prévenir les inondations et l'érosion (il est toutefois à noter que l'enrochement ne serait pas efficace pour gérer les laves torrentielles et qu'il pourrait y avoir des effets en aval et des impacts sur ressources culturelles).
- Repérer les rétrécissements dans les cours d'eau et les élargir.
- Recourir à la gestion du débit en eau vive pour lutter contre l'érosion et protéger les habitats.
- Renforcer les capacités et le socle de connaissances internes (en géomorphologie, en hydrologie et en architecture du paysage) afin d'accroître la cohérence au sein de l'Agence et mieux comprendre les systèmes locaux.
- Mettre à jour la période de récurrence des laves torrentielles et les débits cibles afin d'aider à assurer une conception adéquate des biens et à la résilience des nouveaux biens.
- Évaluer les risques et planifier les mesures d'urgence pour améliorer la préparation.
- Accroître la surveillance, le suivi et la documentation afin de renforcer le savoir organisationnel, intégrer les leçons apprises et diffuser l'information.
- Repenser le profil des berges afin de réduire les glissements potentiels.
- Repenser les ponceaux aux endroits sujets à des laves torrentielles afin de mieux gérer le débit et les liens aquatiques.

Options d'adaptation de catégorie « jaune » — à considérer ultérieurement :

- Créer des canaux d'évacuation des crues afin d'éviter les dommages aux biens et de protéger de vastes étendues de terres (il est toutefois à noter que cette mesure est coûteuse et est associée à des pertes écologiques, à une lourde charge d'entretien, à des impacts visuels indésirables et à des impacts sur les ressources culturelles).
- Construire des ouvrages de retenue des débris en amont (il faut noter, toutefois, les conséquences environnementales en amont).

Options d'adaptation de catégorie « rouge » – discutées et écartées parce que jugées inapplicables ou inefficaces :

- Draguer le lit des cours d'eau.

1D : Options d'adaptation visant à atténuer les dommages causés aux ressources archéologiques

Options d'adaptation de catégorie « verte » — à envisager dès maintenant :

- Intégrer un plan d'intervention d'urgence pour les ressources culturelles dans la planification globale des interventions d'urgence.
- Tenir un registre complet et à jour des ressources archéologiques connues.
- Déterminer les principales ressources (sites et artefacts) vulnérables aux laves torrentielles et être proactif.

Options d'adaptation de catégorie « jaune » — à considérer ultérieurement :

- Aucune mesure n'a été indiquée.

Options d'adaptation de catégorie « rouge » – discutées et écartées parce que jugées inapplicables ou inefficaces :

- Aucune mesure n'a été indiquée.

IMPACT 2. DOMMAGES CAUSÉS PAR LES FEUX DE FORÊT

Remarque : Un plan de gestion des feux existe déjà et s'étend aux biens de l'arrière-pays. Par conséquent, la discussion en atelier a accordé la priorité aux éléments de l'avant-pays, les routes de catégorie 1 et 2 et les bâtiments. Un programme de réduction des risques de feu de forêt existe également et comprend des brûlages dirigés et la gestion des combustibles.

2A : Options d'adaptation visant à atténuer les dommages causés aux installations de l'avant-pays (terrains de camping, aires d'utilisation diurne et agglomérations, y compris les installations de traitement des eaux)

Options d'adaptation de catégorie « verte » — à envisager dès maintenant :

- Appliquer les principes Intelli-feu à toutes les installations.
- Accroître la surveillance et la présentation de rapports afin de déterminer les moments et les endroits où trouver refuge et aider à prioriser les plans de travail et la dotation de ressources.
- Éduquer le public quant aux avantages écologiques du feu.
- Faire des brûlages dirigés afin de réduire le risque de feux de grande intensité et peut-être aussi l'étendue des surfaces brûlées.
- Utiliser dans les bâtiments des matériaux résistants au feu.
- Continuer de former le personnel sur la politique actuelle en matière d'incendies et les nouvelles initiatives de Parcs Canada.

Options d'adaptation de catégorie « jaune » — à considérer ultérieurement :

- Renforcer l'application des règlements contre les feux de camp illégaux à l'intérieur des parcs.

Options d'adaptation de catégorie « rouge » – discutées et écartées parce que jugées inapplicables ou inefficaces :

- Aucune mesure n'a été indiquée.

2B : Options d'adaptation visant à atténuer les dommages causés aux routes de catégorie 1 et 2

Options d'adaptation de catégorie « verte » — à envisager dès maintenant :

- Normaliser les procédures opérationnelles d'ouverture et de fermeture de route lors d'un feu.
- Planifier les mesures d'urgence.

Options d'adaptation de catégorie « jaune » — à considérer ultérieurement :

- Prétraiter les clôtures d'exclusion de la faune en bois ou appliquer les principes Intelli-feu autour d'elles.
- Améliorer la couverture de téléphonie cellulaire le long des routes, en particulier dans le PN Kootenay.

Options d'adaptation de catégorie « rouge » – discutées et écartées parce que jugées inapplicables ou inefficaces :

- Aucune mesure n'a été indiquée.

2C : Options d'adaptation visant à atténuer les dommages causés aux bâtiments

Options d'adaptation de catégorie « verte » — à envisager dès maintenant :

- Appliquer les principes Intelli-feu à toutes les installations.

- Accroître la surveillance et la production de rapports afin de déterminer les moments et les endroits où trouver refuge et aider à prioriser les plans de travail et la dotation de ressources.
- Éduquer le public sur les avantages écologiques du feu.
- Faire des brûlages dirigés afin de réduire le risque de feux de grande intensité et peut-être aussi l'étendue des surfaces brûlées.
- Utiliser dans les bâtiments des matériaux résistants au feu.
- Continuer de former le personnel sur la politique actuelle en matière d'incendie et les nouvelles initiatives de Parcs Canada.
- Installer des gicleurs extérieurs.
- Coordonner les examinateurs du plan de l'agglomération pour s'assurer que les principes Intelli-feu soient mis en œuvre là où il convient.
- Diffuser les leçons apprises des collectivités touchées.

Options d'adaptation de catégorie « jaune » — à considérer ultérieurement :

- Aucune mesure n'a été indiquée.

Options d'adaptation de catégorie « rouge » – discutées et écartées parce que jugées inapplicables ou inefficaces :

- Aucune mesure n'a été indiquée.

2D : Options d'adaptation visant à atténuer les dommages causés aux ressources archéologiques

Options d'adaptation de catégorie « verte » — à envisager dès maintenant :

- Intégrer un plan d'intervention d'urgence pour les ressources culturelles dans le plan global des mesures d'urgence.
- Tenir un registre complet et à jour des ressources archéologiques connues.
- Déterminer les principales ressources vulnérables aux feux (sites et artefacts) afin de soutenir une approche proactive pour les protéger.

Options d'adaptation de catégorie « jaune » — à considérer ultérieurement :

- Aucune mesure n'a été indiquée.

Options d'adaptation de catégorie « rouge » – discutées et écartées parce que jugées inapplicables ou inefficaces :

- Aucune mesure n'a été indiquée.

IMPACT 3. DOMMAGES CAUSÉS PAR LES CYCLES DE GEL-DÉGEL

3A : Options d'adaptation visant à atténuer les dommages causés au patrimoine bâti (p. ex. le refuge du col Abbot)

Options d'adaptation de catégorie « verte » — à envisager dès maintenant :

- Certaines solutions temporaires sont déjà en place, comme des gouttières et des tentatives de reconfigurer le drainage (qui évacue l'eau des lieux et limite l'érosion aux abords du site).
Remarque : Bien qu'évaluée comme étant de catégorie « verte », cette mesure est peu attrayante physiquement et enlève à la valeur patrimoniale; les impacts du détournement des eaux ne sont pas encore pleinement compris.

- Demander à des historiens et à des archéologues d'étudier le secteur et ses caractéristiques afin de mieux les comprendre, y compris la gravité de la situation actuelle et les caractéristiques techniques et structurales des fondations.

Options d'adaptation de catégorie « jaune » — à considérer ultérieurement :

- Enfoncer des palplanches pour renforcer les pentes de crêtes et arrêter l'érosion et la déstabilisation (inconvenients : mesure relativement coûteuse et comportant d'importants impacts visuels indésirables).

Options d'adaptation de catégorie « rouge » – discutées et écartées parce que jugées inapplicables ou inefficaces :

- Déplacer les ressources.

3B : Options d'adaptation visant à atténuer les dommages causés aux ressources archéologiques

Options d'adaptation de catégorie « verte » — à envisager dès maintenant (en grande partie réalisables et efficaces) :

- Modéliser les plaques de glace ou de neige afin de repérer des ressources archéologiques inconnues ou potentielles (cela permettrait de déterminer les endroits à prioriser et aiderait à soutenir la prise de décisions).
- Inventorier les plaques de glace ou de neige et évaluer la présence possible de sites archéologiques afin de mieux comprendre le potentiel et la valeur de ces ressources.
- Intégrer un plan d'intervention d'urgence pour les ressources culturelles dans le plan global des interventions d'urgence.

Options d'adaptation de catégorie « jaune » — à considérer ultérieurement :

- Aucune mesure n'a été indiquée.

Options d'adaptation de catégorie « rouge » – discutées et écartées parce que jugées inapplicables ou inefficaces :

- Aucune mesure n'a été indiquée.

3C : Options d'adaptation visant à atténuer les dommages causés aux paysages culturels et aux éléments du paysage

Options d'adaptation de catégorie « verte » — à envisager dès maintenant :

- Évaluer les impacts cumulatifs sur les impacts à petite échelle et les interventions qui en résultent pour parvenir à une meilleure compréhension, formuler des stratégies de gestion à long terme et réaliser des évaluations des risques.

Options d'adaptation de catégorie « jaune » — à considérer ultérieurement :

- Trouver une solution non intrusive pour préserver le profil actuel de la pente.

Options d'adaptation de catégorie « rouge » – discutées et écartées parce que jugées inapplicables ou inefficaces :

- Aucune mesure n'a été indiquée.

10. Voie d'avenir

Prochaines étapes vers les mesures d'adaptation aux changements climatiques

Lors de l'exercice de remue-méninges et de priorisation ainsi qu'à la fin de l'atelier, les participants ont émis différents avis sur les prochaines étapes pour favoriser l'adaptation aux changements climatiques et mettre en œuvre certaines des options proposées. Ces avis sont regroupés ci-dessous par impact et par thème.

Impact 1 : Inondations et laves torrentielles

- Examiner les possibilités d'enrochement des berges. Cette solution est efficace et réalisable du point de vue de la construction, mais les avantages et les inconvénients devront être soigneusement soupesés. Les premières étapes consisteraient à définir un énoncé des travaux et à engager un géomorphologue.
- Examiner la possibilité de construire des bermes autour des biens. Il est à noter que cette mesure varie selon la situation et le lieu. Elle est efficace et réalisable du point de vue de la construction, mais, comme pour l'enrochement des berges, les avantages et les inconvénients devront être soigneusement soupesés.
- Analyser les rétrécissements dans les cours d'eau, y compris la cartographie des ponts ayant une capacité hydraulique suffisante, pour examiner la possibilité d'élargir les chenaux aux principaux endroits stratégiques.
- Examiner les possibilités de construire des ouvrages de retenue des débris.
- Déterminer les endroits appropriés et consulter des spécialistes au sujet des possibilités de gestion en eau vive.
- Renforcer les capacités et socle de connaissances internes (en géomorphologie et en hydrologie).
- Définir les objectifs de formation et solliciter des devis pour la formation du personnel sur les laves torrentielles.
- Mettre à jour les lignes directrices et les facteurs liés à la période de récurrence des inondations. (besoin de spécialistes pour examiner les chiffres et rejoindre l'équipe des changements climatiques pour la soutenir.)
- Prévoir du temps et affecter des ressources aux évaluations des risques et à la cartographie des menaces.
- Envisager de la planification d'urgence supplémentaire.
- Ajouter des postes de surveillance.
- Déterminer qu'elles seraient les installations de l'arrière-pays qu'on pourrait envisager de déplacer ou de repenser en raison du risque de dommages causé par les laves torrentielles ou les inondations.
- Gérer les biens pour mener l'identification initiale des sentiers ou des installations de l'arrière-pays pouvant être mises hors service.
- Accroître la surveillance, le suivi et la documentation des laves torrentielles, y compris historique à ce jour.
- Repenser le profil des berges aux endroits critiques près des routes.
- Repenser les ponceaux aux endroits sujets aux laves torrentielles.
- Intégrer un plan d'intervention d'urgence pour les ressources culturelles au plan global des interventions d'urgence; étudier les interventions de 2013.
- Maintenir un registre complet et à jour des ressources archéologiques connues.

- Créer un outil décisionnel en déterminant les principales ressources vulnérables aux laves torrentielles (sites et artefacts); cet outil devrait donner la possibilité d'extraire de l'information avant que les ressources ne soient détruites.

Impact 2 : Augmentation des feux de forêt

- Mettre en œuvre le programme Intelli-feu autour des installations prioritaires (des ressources supplémentaires permettraient d'accélérer la mise en oeuvre du programme).
- Réévaluer les protocoles de surveillance actuels ainsi que la planification des ressources.
- Éduquer davantage le public sur les risques de feu et les interventions en cas d'incendie.
- Rassembler et diffuser les nouvelles politiques et procédures concernant l'ouverture et la fermeture des routes lors d'un feu.
- Chercher à mieux comprendre la résistance des bâtiments en bois massif aux feux de forêts (contrairement aux feux dont l'origine se trouve à l'intérieur des bâtiments).
- Prioriser les systèmes de gicleurs extérieurs pour les biens patrimoniaux clés; protéger les sources d'eau, si nécessaire (peut nécessiter une évaluation géotechnique); se procurer également des systèmes de protection des installations supplémentaires.
- Tisser des liens au niveau de la direction avec les intervenants et les collectivités. Mettre les documents Intelli-feu à disposition et veiller à ce qu'ils soient concis.
- Communiquer avec les collectivités touchées et organiser des discussions sur les leçons apprises.

Impact 3 : Augmentation de l'alternance des cycles de gel-dégel

- Engager un archéologue afin de mieux comprendre le secteur et ses caractéristiques.
- Modéliser les endroits où se trouvent les plaques de glace ou de neige afin de repérer les ressources archéologiques potentielles. Cela pourrait commencer par une petite étude pilote et une priorisation des interventions.
- Inventorier de manière exhaustive et évaluer les plaques de glace ou de neige et les sites archéologiques potentiels, en s'appuyant sur ce qui précède.
- Envisager de réaliser une évaluation des effets cumulés sur les impacts climatiques à petite échelle et les interventions qui en résultent.