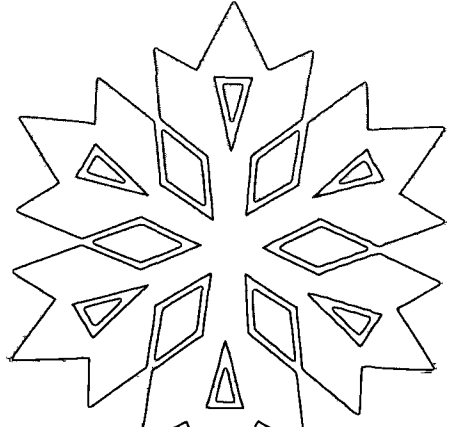
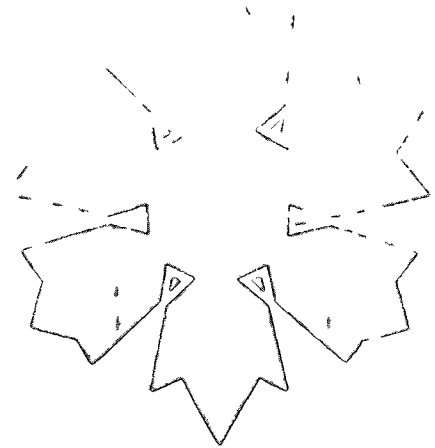
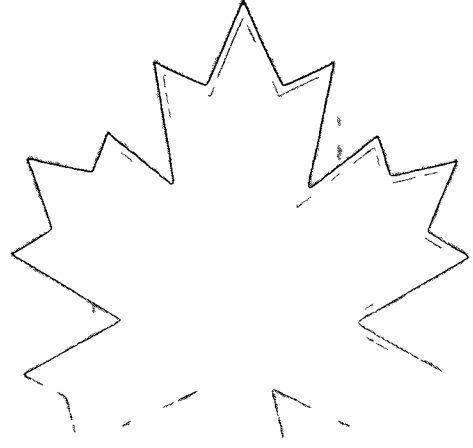




# CLIMATE CHANGE DIGEST

## The Bathurst Caribou Herd in a Changing Climate

### CCD 97-01



## **CLIMATE CHANGE DIGEST**

- CCD 89-05**      The Effects of Climate and Climate Change on the Economy of Alberta
- CCD 90-01**      Implications of Climate Change for Small Coastal Communities in Atlantic Canada
- CCD 90-02**      The Implications of Long-Term Climatic Changes on Transportation in Canada
- CCD 91-01**      Climate Change and Canadian Impacts The Scientific Perspective
- CCD 92-01**      Global Warming Implications for Canadian Policy
- CCD 92-02**      Review of Models for Climate Change and Impacts on Hydrology, Coastal Currents and Fisheries in B C
- CCD 93-01**      Impacts of Climatic Change on the Beaufort Sea-Ice Regime Implications for the Arctic Petroleum Industry
- CCD 93-02**      Adaptation to Climate Change and Variability in Canadian Water Resources
- CCD 93-03**      Impacts of Global Climate Warming for Canadian East Coast Sea-Ice and Iceberg Regimes Over the Next 50-100 Years
- CCD 93-04**      Implications of Climate Change for Pacific Northwest Forest Management
- CCD 94-01S**      Modelling the Global Climate System
- CCD 94-02**      Impacts of Climate Change on Resource Management of the North Symposium Summary
- CCD 94-03**      A Regional Response to Global Climate Change New England and Eastern Canada - Symposium Summary
- CCD 94-04**      Potential Impacts of Global Warming on Salmon Production in the Fraser River Watershed
- CCD 95-01**      Mackenzie Basin Impact Study Summary of Interim Report #2
- CCD 96-01**      Planning for a Sustainable Future The Case of the North American Great Plains - Symposium Summary
- CCD 96-02**      Climate Change and Recreation in Nahanni National Park Reserve
- CCD 97-01**      The Bathurst Caribou Herd in a Changing Climate

# **THE BATHURST CARIBOU HERD IN A CHANGING CLIMATE**

*Prepared for*

**Climate Change Digest  
Atmospheric Environment Service**

*by*

**Janet Brotton and Geoffrey Wall**

**Faculty of Environmental Studies  
University of Waterloo**

**This Report Contributes to State of Environment Reporting**



**This paper contains a minimum of 50% recycled fibres,  
including 10% post-consumer fibres**

## **INTRODUCTION**

The Climate Change Digest series reports on studies of the potential impacts of climate warming. A list of earlier titles in the series appears on the inside cover.

## **DISCLAIMER**

This report was prepared by Ms Janet Brotton and Dr Geoff Wall, University of Waterloo.

The views and opinions expressed herein are those of the authors and do not necessarily state or reflect those of the Government of Canada or any agency thereof.

Single copies of this publication may be obtained, free of charge, from

Climate and Water Products Division  
Atmospheric Environment Service  
4905 Dufferin Street  
Downsview, Ontario  
M3H 5T4

telephone (416) 739-4328

Published by the Authority of the  
Minister of the Environment

Minister of Supply and Services  
Canada 1997

Catalogue No EN57-27/1997-01  
ISBN 0-662-62777-6  
ISSN 0835-3980

# **THE BATHURST CARIBOU HERD IN A CHANGING CLIMATE**

## **1 STUDY HIGHLIGHTS**

- The Bathurst barren-ground caribou herd, due to its accessibility to hunters, wide distribution and, economic and cultural importance, is the focus of an investigation into the possible effects of a changed climate on caribou hunting
- Four climate change scenarios representing a doubling of atmospheric carbon dioxide concentrations and two computer simulation models of a caribou herd's population dynamics were used to estimate possible future characteristics of the herd
- Analyses indicate a possible increase in winter snowfall and an increase in insect harassment of caribou in the summer, resulting from higher average monthly temperatures
- If snow cover and insect harassment increase, the total population of the herd may be reduced
- A reduction in the number and health of caribou in the Bathurst herd suggests a reduced hunting potential
- Management options include the imposition of limits on hunting of the herd, the creation of a management board, and the refinement of management zones and hunting seasons

## **2 INTRODUCTION**

Effective resource management involves the anticipation of, and preparation for, future environmental conditions, including climate Variability of atmospheric processes has important implications for the supply and demand of resources, including wildlife resources such as caribou

## **3 CARIBOU IN THE NORTHWEST TERRITORIES**

Both residents and visitors to the Northwest Territories (NWT) benefit from caribou Prior to societal influences, Dene in the south and Inuit in the north lived nearly exclusively by hunting and fishing For those who lived within the range of caribou, it became the focus of survival, as a source of food, and raw material for tools and shelter Nomadic movements of many native communities were in harmony with the seasonal cycle of the caribou Caribou also figured prominently in Inuit and Dene religion and mythology

While the nomadic way of life is no longer practiced by most Inuit and Dene, the majority of native people in the Northwest Territories still hunt caribou, and for many northern people, caribou remain an important source of food. Caribou hunting also helps people maintain their cultural identity. If properly managed, caribou can be hunted year after year. Caribou are also considered a significant tourist attraction as evidenced by the number of visiting hunters to the region. The Bathurst herd was studied because of its accessibility to more people in the NWT than any other herd. Of the four subspecies of caribou in NWT, barren-ground caribou have the widest distribution, are the most abundant, and have the greatest economic importance (Barren-ground caribou of the Northwest Territories, 1992). The Bathurst herd is the most abundant subspecies of barren-ground caribou and the herd has the widest distribution. The east shore of the Mackenzie River south of Fort Norman is the most westerly point of the Bathurst herd's range which extends east as far as Perry River (Figure 1). Some winter range overlap may exist between the Bathurst and Bluenose herds and between the Bathurst and Beverly herds (Figure 2). The Bathurst herd's range is near Yellowknife, home to nearly one-quarter of all people in NWT. For many years, winter roads constructed across frozen lakes have provided hunters with access to the herd.

The primary objective of this study was to assess the implications of climate change on the hunting of the Bathurst herd of barren-ground caribou. If the climate warms, changes in growing season, hydrology, snow, and ice cover may ensue and affect the composition and migrations of the herd. Implications for wildlife management are numerous, particularly since people depend on caribou for sustenance as well as for recreation. The implications of a changed climate may be considerable for wildlife. Biophysical changes may occur in the herd, in the environment (e.g., snow patterns and migration routes), or in the resources that the herd depend on, such as vegetation.

#### **4 METHODS**

Figure 3 presents the analytical methods adopted to establish the effects of climate change on the hunting of the Bathurst caribou herd. Data sets derived from general circulation models (GCMs), and a spatial analogue with an historical climate data set, were used as indicators of possible future climates. A series of computer simulation models developed to predict the energy, growth and population dynamics of a caribou herd were modified for use with data available for the Bathurst herd of caribou. Using the models based on changes in survival and pregnancy rates, information on the size, and sex and age structure of the herd was calculated. These changes correspond to modifications in environmental conditions that may result from a changing climate. Four climate change scenarios represent the possible changes in the key climate and weather elements that affect caribou ecology, and the caribou simulation models were used to determine the specific changes possible for

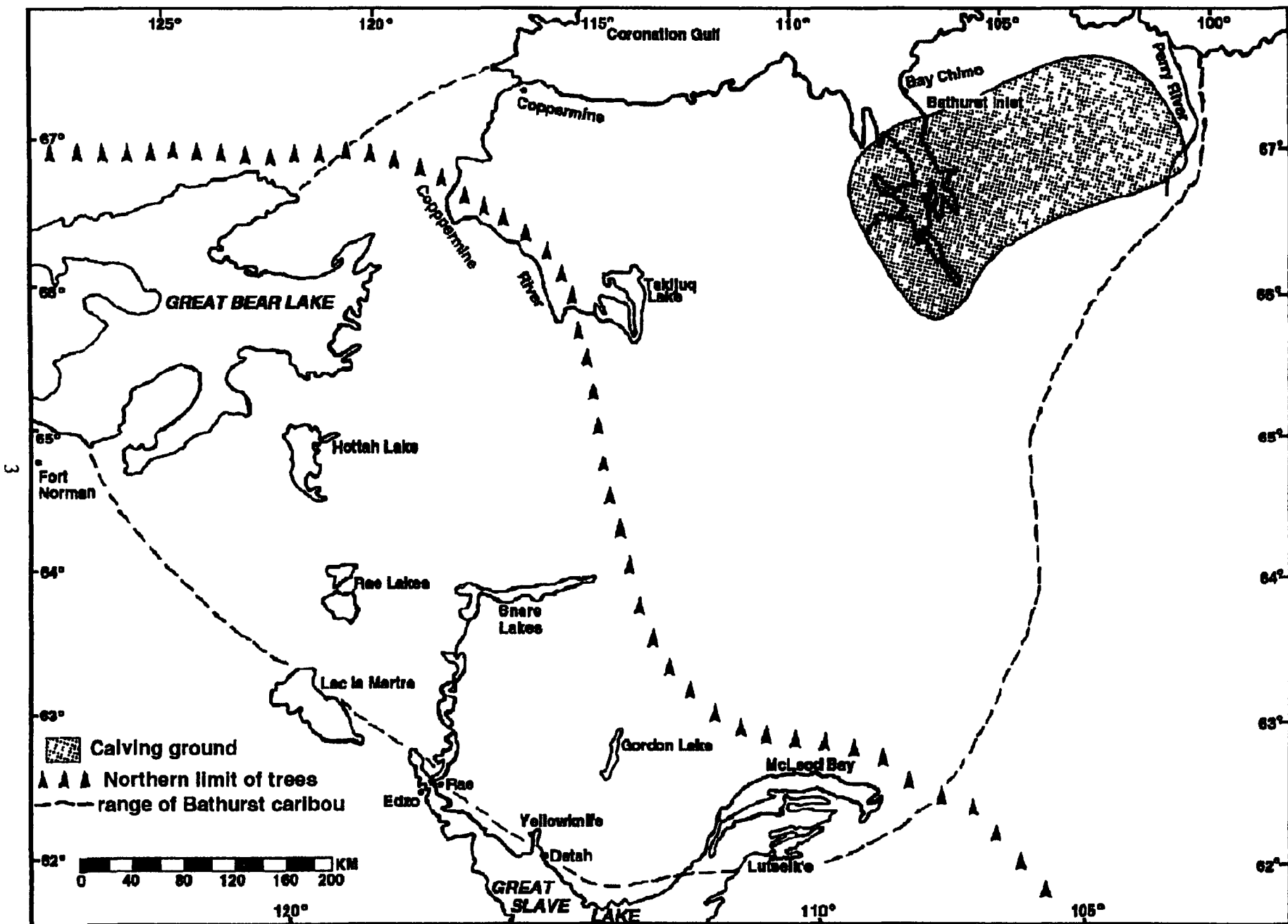


Figure 1 The Bathurst caribou range and calving ground

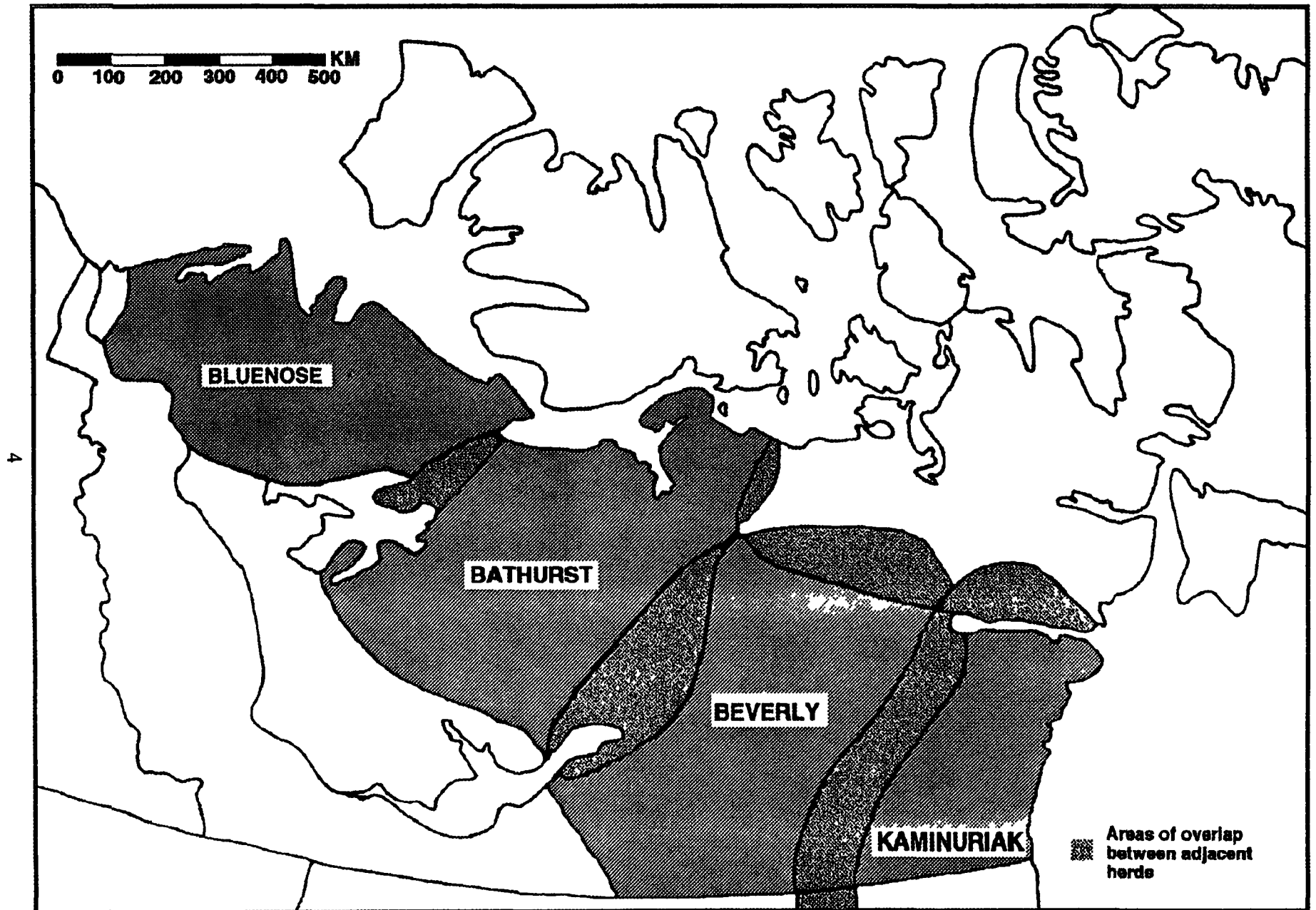
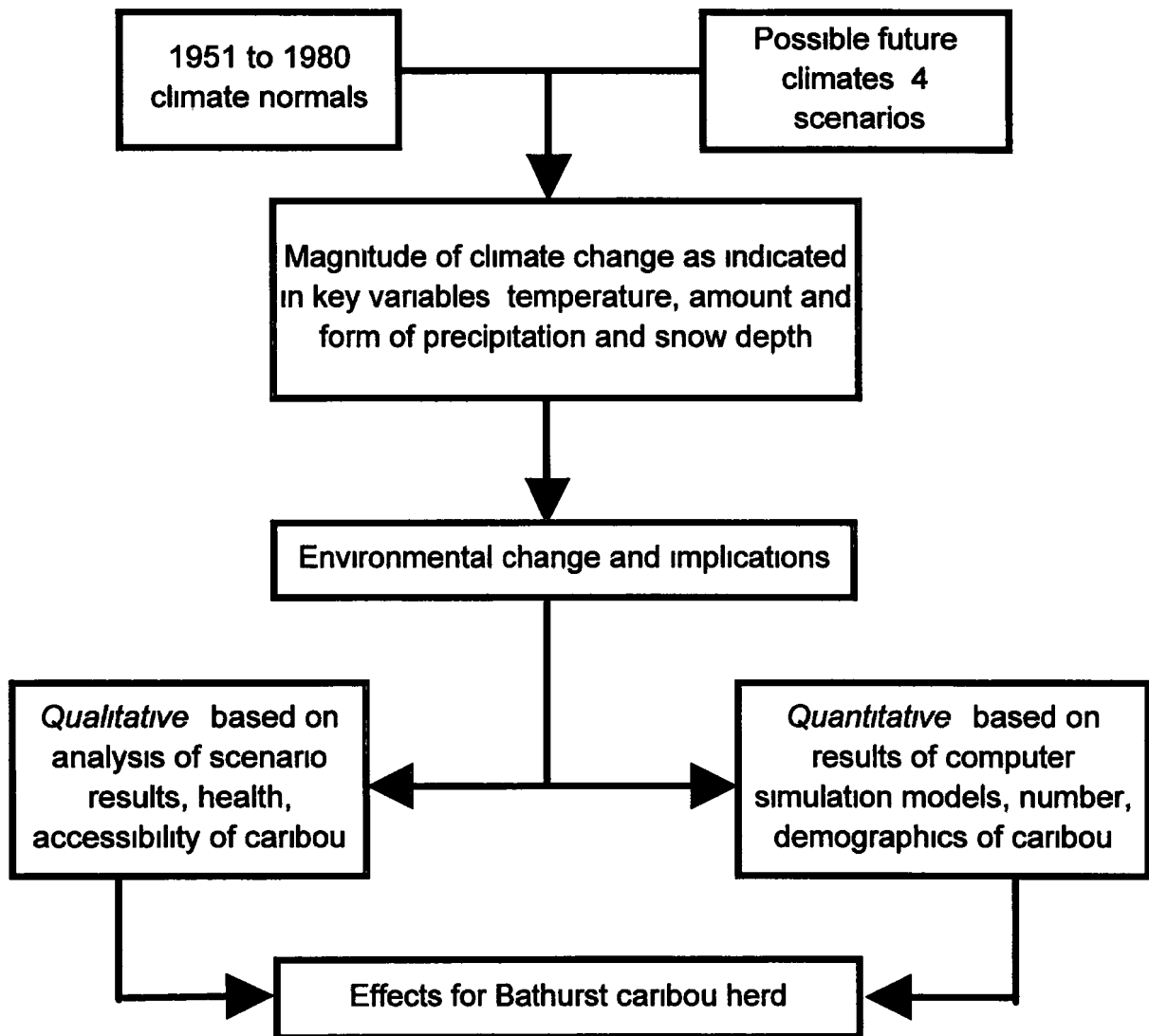


Figure 2 Approximate range of mainland barren-ground caribou herds in the Northwest Territories





**Figure 3** Analytical methods adopted to meet study's objective

the Bathurst caribou herd. The output of the climate change scenarios and the caribou simulation models was used to provide information on the number, health, accessibility, and demographic characteristics of the Bathurst herd, and was used to estimate the implications for hunting of the herd.

#### **4.1 Life-cycle of the Bathurst Caribou Herd**

The Bathurst caribou herd exhibits migratory behaviour. The areas used by the herd throughout the year were ascertained from previous studies. The winter range, used for approximately five months of the year, from November to March, is composed of three separate regions. These regions are near Great Slave Lake, near Great Bear Lake, and on the tundra near the community of Coppermine. The spring route to the calving grounds, the area where cows give birth, is used for the month of April. The calving grounds themselves are used for approximately two months, May and June, and are composed of two separate regions: the Mackenzie Valley portion of the Mackenzie Basin, and the Northern Mackenzie portion of the Basin. The post-calving grounds are used in July and August, and the route to the winter range is used in September and October.

Periods in the annual life-cycle of the Bathurst herd of caribou are reflected in the condition of the herd and the herd's activities. Based on work by Russell (1993a, b) for the Porcupine herd of Grant's caribou of the Yukon Territory and Alaska, the 15 periods in the life-cycle of the Bathurst caribou herd were determined, and the importance of certain habitat for use by the herd, based on the periods in the annual life-cycle of the herd, were inferred. The 1951 to 1980 monthly average temperatures and average total precipitation amounts were determined for points corresponding to the locations of the herd. These temperature and precipitation values are referred to as 30-year climate normals.

#### **4.2 Climate Change Scenarios**

Four climate change scenarios were used to portray future climatic conditions. Two equilibrium climate models, the Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL) general circulation model (GCM), and the Canadian Climate Centre (CCC) GCM, were used to indicate possible future climates. In addition, a transient climate model, the Goddard Institute for Space Studies (GISS) GCM, and a composite scenario developed at the CCC were used as input on possible future climate.

The temperature and precipitation data of the four climate change scenarios were compared to the 30-year climate normals. While the GCMs differ in detail, they agree generally on the likelihood of a warmer and wetter future. The results obtained from the application of the climate change scenarios were interpreted based on the

condition, location, and activities of the herd at various times throughout the year. As well, the possible effects of the climate changes for insect activity and snow conditions were determined. Insect activity is highly dependent on air temperature, while snow conditions are dependent on air temperature, and the form and amount of precipitation.

#### **4.3 Computer Simulation Models**

A series of interrelated computer simulation models was developed to predict the energy, growth, and population dynamics of the Porcupine herd of Grant's caribou that inhabits the Yukon Territory and Alaska (Daniel, 1993). The energy/growth model simulated a cow's metabolizable energy intake (MEI) over 15 annual life-cycle periods using various input data. This model was designed to predict the effects of specific environmental conditions on MEI. The activity budgets within the model were set for each of the 15 life-cycle periods, and were provided for different insect harassment levels, and for high and low snow accumulation. Activity budgets were estimated as proportions by six activities: foraging, lying, standing, walking, running and, in winter, cratering (the digging of craters in the snow to reach vegetation beneath the snow). The model also evaluated the effects of changes in seasonal activity budgets and MEI on the energetics and reproductive status of a female caribou. The model computed the energy status of a female caribou on a daily basis, based upon the MEI predicted by the energy model.

The population dynamics model linked the pregnancy rates and survival of the population to the weight of cows, as predicted by the energy/growth model (Daniel, 1993). The population model operated on a yearly time-step and tracked the dynamics of cohorts (classes of caribou with similar characteristics, such as age or sex) in the population.

#### **4.4 Application of the Computer Simulation Models**

A limited amount of data was available for the Bathurst caribou herd which could be used to convert the Porcupine caribou model into a Bathurst caribou model. Where data were not available, they were either not changed for the Bathurst herd or data for the Beverly herd of barren-ground caribou, whose range is southeast of the Bathurst herd, were used. Some winter range overlap exists between these herds and breeding occurs between them which suggests there may be similarities between them. Since data were combined for different herds, caution should be exercised in interpreting the results.

The computer simulation models were run for current conditions and for two possible future scenarios: increases in snow cover between approximately November 15 and

May 19 of 10% and 20% Both future scenarios included an increase in insect harassment between approximately July 1 and August 10 The effects on MEI of female caribou, as reflected by activity budgets, and forage quantity and quality, were determined for different environmental conditions, in particular for different levels of insect harassment and changes in winter severity The total population and the age structure of the herd were calculated and changes from the current situation were noted Changes in the proportion of males in the population were also examined, since any change may affect hunting opportunities and success

## **5 RESULTS**

Climate change may result in a smaller total caribou population compared to current conditions, as well as a smaller proportion of the population being of breeding age (three years and older) The proportion of bulls in the Bathurst herd population may increase for the two-to-six-year old cohorts, but decrease for the older cohorts The energy/growth model suggested that MEI may decrease during the winter and spring, if snow cover increases, and may decrease during the summer, if insect harassment intensifies The models also suggested that an increase in snow cover may reduce the amount of vegetation consumed during winter and spring and, due to an increase in insect harassment, reduce the amount of vegetation consumed during the summer Findings are presented below on a seasonal basis

### **5.1 Winter**

An increase in snow accumulation in the winter months may make the detection of food by caribou more difficult and increase the time and energy needed to dig craters to reach snow-covered vegetation As snow depths increase, caribou may spend more time searching for food and less time feeding and this may result in under-nutrition in the Bathurst caribou herd

Increased snow cover may increase caribou vulnerability to wolf attack The hunting success of wolves generally increases in deep snow unless the snow is very soft Snow depth influences caribou vulnerability to wolf predation in two ways (Nelson and Mech, 1986) First, snow acts as a physical hindrance to escape Since wolves have a lighter track load than caribou, they sink less in deep snow and can often travel on top of a snow crust that cannot support caribou Second, reduced mobility of caribou and increased energy costs of travel by animals in deep snow reduce caribou fat reserves As a result, caribou are in a less fit condition and may not be able to escape wolf attack

Fat, which remains after the winter season, is normally expended by caribou during spring migration If fat reserves must be used during the winter, due to an increase in

energy needed to move about the snow cover and to dig for vegetation, migration may be difficult or too energy-consuming for weak caribou. Cows with little or no fat reserves in the fall may suffer, these cows may not breed in the fall. Although they may be individually spared the additional energy stresses of birthing and rearing a calf, there is concern for the health and livelihood of the herd if a significant proportion of the female caribou population does not breed.

As a means of coping with the possible increase in snowfall, more caribou may winter on the tundra where snowfall and snow depths may be less than at the treeline. While the average monthly temperatures on the tundra are lower than at the treeline, there is likely enough vegetation to support the herd in the winter. In addition, cratering time to reach vegetation on the tundra is less than for vegetation at the treeline, since there may be smaller and fewer snowdrifts and less snow to dig through. Wintering on the tundra, however, may prove problematic due to the hardness of the snow. Lower average monthly temperatures may allow the snow to harden into crystals, therefore energy costs to dig through the snow may be substantial.

Studies of the Porcupine caribou herd of the Yukon Territory and Alaska have shown that in years with greater than average snowfall, animals are not highly selective of the exposed forage that they consume. They spend a great deal of time searching for already dug craters and determining where to dig new craters (Russell *et al* , 1993). In times of great snow depths, newly dug craters are few in number because of the large energy expenditure needed in digging. Caribou may redig previously excavated craters as snow conditions worsen, in an effort to conserve energy (Russell *et al* , 1993).

## **5.2 Spring**

In April, the condition of the Bathurst herd may be poor due to the increase in energy expenditure required to move about the snow cover in the winter months. The four climate change scenarios suggest total winter snowfall may increase by up to 100 percent and, as a result, a great deal more energy may be needed for movement in the snow.

It is anticipated that warmer temperatures in April and May could allow snowmelt and thawing to begin earlier than currently, and migration may begin earlier, since it begins in response to temperature and snow density. The spring migration to the calving grounds may be disrupted if the timing of snowmelt and thawing on the grounds change.

Early snowmelt could be beneficial to caribou through the elimination or shortening of the period caribou are on poor spring range in May, after moving north of treeline into habitats of low lichen biomass. The timing of the burst of highly digestible nutrients and minerals in vegetation is crucial to meeting the demands of peak lactation, which occurs in mid-June. During the peak of calving (June 5 to June 12), adult females experience their largest energy deficit and access to highly nutritious vegetation during this time is critical. While early snowmelt would be beneficial early in spring, it could be detrimental by mid-June when energy and nutrient requirements are greatest (Russell, 1993a).

Neonatal mortality tends to increase with abandonment by mothers, with wolf attacks, and with calves being too weak to survive the existing environmental conditions. As previously established, pregnant cows may be weak due to the possible increase in snowfall in the winter months, and this may result in an increased energy expenditure. Cows too weak to complete the migration to the calving grounds, may birth their calves en route and abandon them. The effects of adverse weather may affect calves dropped en route to the calving grounds or before peak calving dates more profoundly than calves born during the peak calving dates. Since they are not protected by their mothers, abandoned calves may also experience increased wolf attacks. All of these factors may increase neonatal mortality in the Bathurst caribou herd.

### **5.3 Summer**

Summer months are especially important for the health and condition of caribou, as peaks in energy intake and energy requirements coincide in early July. At the same time as caribou are at their lowest physical ebb in August, insect harassment is a problem. The warble fly and nasal bot season lasts from the end of June until early August, while mosquitoes are a problem in July, with peak activity occurring in the second week of the month. Black flies are also a problem for the Bathurst caribou herd, these insects peak in activity after mosquitoes and remain a problem until nearly snowfall.

It is possible that insect harassment may begin earlier, intensify, and last longer than currently, if the projections of the climate change scenarios are accurate. Warble flies and nasal bot flies may become a problem earlier in June than currently, since the four climate change scenarios suggest average monthly June temperatures may increase. Mosquito activity may peak earlier and last longer than currently, since the four climate change scenarios suggest average July monthly temperatures may increase.

Mosquito activity normally decreases in August when temperatures decrease, however, climate change scenarios suggest that average August monthly temperatures may increase. This may cause mosquito and black fly harassment to intensify and last longer, to the detriment of the health of caribou. At a time when adult caribou need to consume enough vegetation to replace lost fat reserves, and calves need to grow, a longer period of more intense harassment may lead to caribou spending even more time lying and standing as a means of avoiding harassment, and less time feeding.

#### **5.4 Autumn**

Possible changes in September and October temperature and precipitation amounts may have positive effects for the Bathurst caribou herd. Migration to the winter range may begin as usual in September — the possible increases in average monthly temperature and moderate changes in total precipitation may have little effect on migration. In October, migration may be aided by the possible changes in temperature and precipitation. If snowfall does not occur until November the herd may not encounter snow during its migration to the winter range. A snow-free trek to the winter range would be beneficial as calves could grow at their optimum rate. Energy would not be expended traveling through the snow, therefore cows and bulls could be in prime condition. Energy currently spent during October moving about in snow, or cratering, could instead be used to build winter fat reserves.

Overall, it appears that the effects of climate change may be detrimental to the Bathurst caribou herd. The most critical time period for the development and survival of the animals is June 5 to August 10. Areas with few predators and abundant forage during this time period are of vital importance to the herd. The highest energetic demands of lactating females, young calves, and bulls occurs during June and July. Unfortunately, this is the time of year when insect harassment may increase and this may have detrimental effects on the herd.

### **6 IMPLICATIONS FOR HUNTING**

An increase in snow depths during November, as suggested by the climate change scenarios, may disrupt the Bathurst caribou herd in its migration to the winter range. This would result in a smaller proportion of the herd wintering on the southernmost portion of the winter range. If fewer caribou migrate as far as Great Slave Lake, fewer caribou would be available to hunters in communities near the lake, such as Rae-Edzo, Detah and, Yellowknife. Hunting by residents occurs in late fall near Great Slave Lake, and in December and January from the winter roads. The possible increase in winter snowfall in November may prevent caribou from reaching the winter range near Great Slave Lake, therefore hunters may be less successful. Hunters

in southern communities would have to travel farther north to locate caribou. This travel would increase the time needed for each hunting expedition. For non-native hunters, financial costs of each hunting expedition may also increase if fewer animals winter near Great Slave Lake.

Little hunting of the Bathurst herd occurs in the months of April, May, or June. Hunting regulations prohibit hunting by resident hunters between May 1 and August 14, and between December 1 and August 14 by non-resident hunters (Renewable Resources, 1994). Native hunters tend not to hunt during the spring months due to the poor condition of the animals at this time. Despite the lack of hunting of the Bathurst caribou herd during the spring, it is important that the herd be in good condition before, during, and after the calving period in June. It is questionable if weak, undernourished caribou can regain enough of the weight lost during the spring months in time for the fall hunt. Caribou that remain underweight would have a detrimental effect on the health of the herd, which in turn would affect caribou hunting. Problems regarding migration and consumption of new vegetation may result in caribou being in poor condition during the spring months. If the animals cannot recover sufficiently during the summer months, they may be in poor health for the fall hunt. Changes in migration routes, attacks by wolves, or under-nutrition, not only have a negative effect on the herd but will also have a negative effect on hunting. Clearly, hunters prefer caribou in prime physical condition that are easily accessible but the projections of the climate change scenarios suggest that the number of animals in a prime condition may decline.

In August, caribou are in their poorest condition, and fat reserves normally begin accumulating. Since calving and movement to post-calving areas may occur earlier, it is vital that sufficient vegetation is available for caribou consumption in August. The search for adequate vegetation may change the Bathurst herd's range and alter the location of the herd during the fall hunting season. Changes in the location of caribou may disrupt hunting, until new locations and migration patterns of the herd are known. Should the size of the herd decrease, the range of the herd may also become smaller, and this may make the herd less accessible to hunters.

Although the possible effects of climate change in the months of September and October appear to be positive, the possible increases in intensity and duration of insect harassment in the summer months may result in caribou of very weak condition. There may be insufficient time or vegetation to allow caribou, particularly bulls, to regain fat reserves for the peak hunting season in September and October. If feeding habitats and population dynamics of the herd change, the range and distribution of the caribou may also change. Should total snowfall increase in winter, the regions used by caribou of the Bathurst herd may change since caribou move in response to snow depths. As previously discussed, until the range of the herd can be



determined, hunters may be unsuccessful or less successful. Obviously, this will have negative effects on some sport hunting operations. Once wintering patterns of the herd can be ascertained, hunting expeditions can be planned more effectively and greater success in hunting caribou can be expected.

## **7 MANAGEMENT OPTIONS**

Possible effects of climate change for the health and hunting potential of the Bathurst caribou herd have been presented. Many of these effects are potentially detrimental. Only two positive effects were suggested: the possibility of early snowmelt in spring, and the possible reduction or elimination of snowfall in September and October. Since there is little agreement on the timing and magnitude of changes possible, responding to and managing the possible effects of climate change for the Bathurst caribou herd will prove difficult. Therefore, it is important to focus on and address the objectives of wildlife management, specifically the objectives of the Department of Renewable Resources of the Northwest Territories. These objectives include the maintenance of the Bathurst caribou herd at a population level high enough to sustain a harvest of a minimum of 18 500 animals (which is the upper limit of the estimated current harvest), yet not so high as to threaten the productivity of the herd or the range (Department of Renewable Resources, 1988). The Department also strives to ensure that caribou are accessible and available to traditional users—this objective may not be realized if the climate changes. Caribou may not be accessible to hunters in the southern communities of the animals' range and may be greatly reduced in number. Wildlife management includes the establishment of priorities and objectives. Due to the cultural and historical importance of caribou hunting for native people in the Northwest Territories, it is recommended that priority be given to actions and policies which maintain the native harvest.

The imposition of hunting limits represents one possible management option to offset the possible effects of climate change. Hunting limits may include either a reduction in the bag limit or a reduction in the time period that hunting is permitted. Currently, resident hunters may shoot up to five caribou, non-resident and non-resident alien hunters may shoot any number of males, in accordance with the number of tags held. Also, residents may hunt caribou between August 15 and April 30, while non-residents may hunt caribou between August 15 and November 30. It is unknown which option hunters would be more willing to accept or which would bring a greater amount of compliance.

Communication and consultation with the public must occur if limits on hunting of the Bathurst caribou herd are adopted. Without public support, programs will meet with limited success. People are more committed to wildlife policies, program and regulations if they have a good understanding of their foundation and intention.

Hunters of the Bathurst caribou herd must understand that limits could be placed on hunting, if the health and numbers of the herd decline. Such limits are designed to protect the herd from future deterioration. In NWT, the communication challenge is compounded by the diversity of languages in use, and by the isolation of communities. The Department of Renewable Resources has helped organize Hunters and Trappers Associations in nearly every community to ensure that channels of communication exist. Involving native people in wildlife issues and obtaining their support for managing wildlife on a scientific basis is essential since native people form a majority of NWT's population and because wildlife is vital to their culture and economy.

The formation of a Bathurst Management Board, similar to the Beverly Kaminuriak Management Board which is involved in the management concerns and decisions regarding its herds, is possible (Hall and Lloyd, 1989). Currently, decisions on the management of the Beverly and Kaminuriak herds and their habitat are not made without consulting the board, which consists of native users from communities in the herd's range. The formation of a Board would ensure the involvement of user groups by providing a public forum for debate over any proposed change. The formation of a Bathurst Management Board could enable the Department of Renewable Resources to meet its other objectives involving the public and wildlife organizations in research and management programs and decisions, and strengthening public support for the conservation of caribou (Department of Renewable Resources, 1988).

Interest in caribou by resident and non-resident naturalists continues to grow. In the years to come, it may be possible to separate the naturalist interest from other interests by using more refined management zones and seasons. The critical concern is determining how caribou will be shared to ensure that all needs can be met. This issue has been partially addressed by the various land claim agreements which make it clear that the domestic needs of traditional users have first priority (Hall and Lloyd, 1989).

## **8 CONCLUSIONS**

Climate change may have serious consequences for the Bathurst caribou herd. Both animals and hunters may be affected. This study attempted to determine some of the implications of climate change on the herd through the use of climate change scenarios and computer simulation models. The challenge in using knowledge and beliefs about future climate in present planning is to assess to what extent the "predictions" are reliable and to balance that information against the risks of ignoring them. In spite of uncertainties, such as the limited understanding of some aspects of the climate system, and the possible responses of caribou to the changing environmental conditions, climate change issues are significant because of their

potential impacts on the environment and society This study has demonstrated some of the broad biological, social, economic, and cultural repercussions for the Bathurst caribou herd and its users in a changing climate

## **Acknowledgments**

This report is based on the MA thesis of Janet Brotton (Climate Change and the Bathurst Caribou Herd in the Northwest Territories, MA Thesis, University of Waterloo, 1995) The research was funded in part by The Mackenzie Basin Impact Study, AES, Environment Canada and Tourism Canada The authors thank Don Russell of the Canadian Wildlife Service and Mark Williams, formerly of the Department of Renewable Resources, for their valuable assistance and information

## **References**

Barren-ground Caribou of the Northwest Territories Third edition 1992 Yellowknife Department of Renewable Resources, Government of the Northwest Territories

Daniel, C J 1993 Computer Simulation Models of the Porcupine Caribou Herd. Model Description Richmond Hill ESSA Environmental and Social Systems Analysts Ltd

Department of Renewable Resources 1988 Bathurst Caribou Management Plan. Draft Yellowknife Department of Culture and Communications, Government of the Northwest Territories

Hall, E and K Lloyd 1989 "Management", in E Hall (ed ), People and Caribou in the Northwest Territories Yellowknife Department of Renewable Resources, Government of the Northwest Territories

Nelson, M E and L D Mech 1986 "Relationship between snow depth and gray wolf predation on white-tailed deer", in Journal of Wildlife Management, 50 (3), 471-474

Renewable Resources 1994 Summary of Hunting Regulations Yellowknife Department of Renewable Resources, Government of the Northwest Territories

Russell, D E 1993a "Effects of global warming on the biology and management of the porcupine caribou herd", in G Wall (ed ), Impacts of Climate Change on Resource Management in the North Waterloo Department of Geography, University of Waterloo

Russell, D E 1993b Sensitive Habitats of the Porcupine Caribou Herd Whitehorse  
Canadian Wildlife Service, Pacific and Yukon region

Russell, D E , A M Martell and W A C Nixon 1993 Rangifer. Range Ecology of  
the Porcupine Caribou Herd in Canada. Special Issue No. 8 Harstad, Norway Nordic  
Council for Reindeer Research

Ministere des Ressources renouvelables, 1988 Bathurst Caribou Management Plan Draft, Yellowknife ministere de la Culture et des Communications, gouvernement des Territoires du Nord-Ouest

Hall, E et K Lloyd, 1989 "Management", in E Hall (éd ), People and Caribou in the Northwest Territories, Yellowknife ministere des Ressources renouvelables, gouvernement des Territoires du Nord-Ouest

Nelson, M E et L D Mech, 1986 "Relationship between snow depth and gray wolf predation on white-tailed deer", in Journal of Wildlife Management, 50(3), 471-474

Ressources renouvelables, 1994 Summary of Hunting Regulations, Yellowknife ministere des Ressources renouvelables, gouvernement des Territoires du Nord-Ouest

Russell, D E , 1993a "Effects of global warming on the biology and management of the porcupine caribou herd", in G Wall (ed ), Impacts of Climate Change on Resource Management in the North, Waterloo departement de géographie, Université de Waterloo

Russell, D E , 1993b Sensitive Habitats of the Porcupine Caribou Herd, Whitehorse Service canadien de la faune, région du Pacifique et du Yukon

Russell, D E , A M Martell et W A C Nixon, 1993 Rangifer, Range Ecology of the Porcupine Caribou Herd in Canada, Special Issue No 8, Harstad, Norvege Conseil nordique des recherches sur le renne

accords de revendications territoriales qui précisent clairement que les besoins domestiques des utilisateurs traditionnels ont la toute première priorité (Hall et Lloyd, 1989)

## 8 CONCLUSIONS

Le changement climatique peut avoir de graves conséquences sur la harde de caribous de Bathurst. Les chasseurs aussi bien que les animaux peuvent être touchés. Dans la présente étude, on a essayé d'en déterminer certains effets sur la harde en utilisant des scénarios et des modèles de simulation par ordinateur du changement climatique. Si, pour faire de la planification, on part des connaissances et des hypothèses que nous avons actuellement sur ce que sera le climat dans le futur, la difficulté consiste à évaluer dans quelle mesure les «prédictions» sont fiables et de mettre en balance cette information et le risque qu'il y aurait à n'en pas tenir compte. Malgré certaines données incertaines, comme le fait que nous ne comprenons pas très bien certains aspects du système climatique et la réaction que pourrait avoir le caribou devant les conditions changeantes de l'environnement, la question du changement climatique est importante en raison des conséquences qu'elle peut avoir pour l'environnement et la société. L'étude a montré certaines des vastes répercussions biologiques, sociales, économiques et culturelles du changement climatique sur la harde de caribous de Bathurst et ses utilisateurs.

## Remerciements

Le présent rapport s'appuie sur la thèse de maîtrise de Janet Brotton (Le changement climatique et la harde de caribous de Bathurst dans les Territoires du Nord-Ouest, Université de Waterloo, 1995). Les recherches ont été financées en partie par l'Étude des répercussions sur le bassin du Mackenzie, Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada et Tourisme Canada. Les auteurs remercient Don Russell, du Service canadien de la faune, et Mark Williams, anciennement du ministère des Ressources renouvelables, qui leur ont fourni une aide précieuse et des renseignements utiles.

## Références

Barren-ground Caribou of the Northwest Territories, Troisième édition, 1992, Yellowknife ministère des Ressources renouvelables, gouvernement des Territoires du Nord-Ouest

Daniel, C J, 1993 Computer Simulation Models of the Porcupine Caribou Herd. Model Description, Richmond Hill ESSA Environmental and Social Systems Analysts Ltd

de chasse. À l'heure actuelle, les chasseurs résidents peuvent tuer jusqu'à cinq caribous, les chasseurs non résidents et les chasseurs étrangers non résidents peuvent tuer n'importe quel nombre de mâles, selon le nombre de permis qu'ils détiennent. En outre, les résidents peuvent chasser le caribou entre le 15 août et le 30 avril, tandis que les non-résidents peuvent le chasser entre le 15 août et le 30 novembre. On ne sait pas au juste quelle option les chasseurs accepteraient plus volontiers ni laquelle serait la mieux respectée.

Si l'on accepte l'idée d'imposer des restrictions sur la chasse aux caribous du troupeau de Bathurst, il importe alors de communiquer avec le public et de le consulter. Sans l'appui du public, les programmes n'auraient qu'un succès mitigé. Les gens se rallient davantage aux politiques, aux programmes et aux règlements ayant trait à la faune s'ils en comprennent bien le fondement et l'objet. Les chasseurs des caribous de la harde de Bathurst doivent comprendre que des restrictions peuvent être imposées sur la chasse, si la santé de la harde se détériore et si le nombre de caribous vient à diminuer. Ces restrictions visent à enrayer toute autre détérioration de la harde. Dans les Territoires du Nord-Ouest, les communications sont plus difficiles en raison de la diversité des dialectes qu'on y parle et de l'isolement des communautés. Le ministère des Ressources renouvelables a contribué à organiser des associations de chasseurs et de trappeurs dans presque chaque localité pour ouvrir des voies de communication. Il est essentiel de faire participer les peuples autochtones aux dossiers de la faune et d'obtenir leur appui pour une gestion scientifique de la faune, car les Autochtones représentent la majorité de la population des Territoires du Nord-Ouest et parce que la faune est un élément vital de leur culture et de leur économie.

Il est possible de former un conseil de gestion de Bathurst, sur le même modèle que le conseil de gestion de Beverly Kaminuriak, qui participe aux problèmes et aux décisions de la gestion des hardes de caribous de Beverly et de Kaminuriak (Hall et Lloyd, 1989). À l'heure actuelle, aucune décision relative à la gestion de ces hardes et de leur habitat n'est prise sans consultation du conseil qui se compose des utilisateurs autochtones représentant les communautés établies dans l'aire de la harde. La formation d'un conseil ferait participer les groupes utilisateurs en assurant une tribune publique où l'on pourrait débattre des changements proposés. La formation d'un conseil de gestion de Bathurst permettrait au ministère des Ressources renouvelables de réaliser ses autres objectifs soit de faire participer le public et les organisations de la faune aux recherches et aux programmes et décisions de gestion, soit aussi de rallier davantage le public à la cause de la conservation du caribou (ministère des Ressources renouvelables, 1988).

Les naturalistes résidents et non résidents s'intéressent toujours de plus en plus au caribou. Il sera peut-être possible, au cours des prochaines années, de distinguer entre l'intérêt des naturalistes et celui des autres en réaménageant mieux les saisons et les zones de gestion. Il est essentiel de déterminer comment le caribou sera réparti pour répondre à tous les besoins. Cette question a été en partie réglée par les divers

cours des mois estivaux peuvent contribuer à rendre le caribou très faible Il n'y aura peut-être pas assez de temps ou de végétation pour que le caribou, surtout le mâle adulte, puisse retablir ses réserves de graisse à temps pour la chasse de pointe en septembre et en octobre L'aire et la distribution du caribou peuvent aussi changer si les habitats ou il s'alimente et la dynamique de sa population se modifient Si l'enneigement augmente en hiver, les régions fréquentées par la harde de Bathurst peuvent changer, puisque le caribou se déplace en fonction de l'épaisseur de la neige Tel que mentionné plus haut, les chasseurs peuvent chercher en vain le caribou ou du moins avoir moins de succès jusqu'à ce que l'aire du caribou puisse être déterminée, ce qui a évidemment des effets négatifs pour certaines expéditions de chasse sportive Dès qu'on connaît bien les habitudes d'hivernage de la harde, on peut mieux alors planifier les expéditions de chasse et espérer avoir un tableau de chasse mieux garni

## **7 LES OPTIONS DE GESTION**

Les effets possibles du changement climatique sur la santé des caribous de la harde de Bathurst et sur les possibilités de les chasser ont été exposés Beaucoup de ces effets peuvent être défavorables Seulement deux effets, croyons-nous, s'avèrent positifs la possibilité d'une fonte hâtive des neiges au printemps et la possibilité d'une réduction ou de l'absence des chutes de neige en septembre et en octobre Comme on ne s'entend guère sur le moment et l'ampleur des changements possibles, il peut être difficile de gérer par des interventions les effets possibles du changement climatique sur les caribous de Bathurst Il importe donc de mettre l'accent sur les objectifs de la gestion de la faune et de les examiner, notamment les objectifs du Ministère des Ressources renouvelables des Territoires du Nord-Ouest Ces objectifs visent le maintien de la population des caribous de Bathurst à un niveau suffisamment élevé pour que la récolte puisse demeurer à un minimum de 18 500 têtes (ce qui est la limite supérieure de l'estimation de la récolte actuelle), mais pas trop élevé pour ne pas risquer de compromettre la productivité de la harde ou de la région (ministère des Ressources renouvelables, 1988) Le Ministère s'efforce aussi de veiller à ce que le caribou soit accessible aux utilisateurs traditionnels et que ces derniers puissent le trouver facilement Il se peut qu'on ne puisse réaliser cet objectif si le climat vient à changer Le caribou pourra ne pas être accessible aux chasseurs des localités situées au sud de l'aire des animaux dont le nombre pourra alors être grandement réduit La gestion de la faune comprend l'établissement de priorités et d'objectifs Étant donné l'importance culturelle et historique de la chasse au caribou pour les peuples autochtones des Territoires du Nord-Ouest, nous recommandons que la priorité soit accordée aux mesures et aux politiques qui assurent aux Autochtones une bonne récolte

L'une des options de gestion permettant de contrebalancer les effets possibles du changement climatique consiste à imposer des restrictions sur la chasse Ces restrictions peuvent comprendre une réduction de la limite des prises ou de la saison



pres du Grand lac des Esclaves, puis en decembre et en janvier a partir des chemins d'hiver. Cependant, si les chutes de neige augmentent en novembre, les caribous pourront alors ne pas atteindre leur aire d'hiver pres du Grand lac des Esclaves, et les chasseurs pourraient fort bien revenir bredouilles. Les chasseurs des localités du sud devraient aller plus au nord pour reperer le caribou. Ces déplacements prolongeraient chaque expedition de chasse. Pour les chasseurs non autochtones, les frais de chaque expedition de chasse augmenteraient si moins d'animaux passent l'hiver près du Grand lac des Esclaves.

Il y a peu de chasse aux caribous de la harde de Bathurst dans les mois d'avril, de mai et de juin. Le reglement de la chasse interdit toute chasse pour les chasseurs residents entre le 1er mai et le 14 août et entre le 1er decembre et le 14 août pour les chasseurs non residents (Ressources renouvelables, 1994). Les chasseurs autochtones ont tendance a ne pas chasser pendant les mois du printemps a cause de la condition mediocre des animaux a ce moment-là. Même si l'on ne chasse pas les caribous de Bathurst au printemps, il importe que la harde soit en bonne condition avant, pendant et apres la periode de mise bas en juin. On peut se demander si les caribous faibles et mal nourris peuvent, pour compenser ce qu'ils ont perdu au printemps, regagner suffisamment de poids pour la chasse d'automne. Si le caribou ne regagne pas son poids, les consequences pourraient être graves et pour la sante du caribou et pour les chasseurs. En raison de problemes concernant la migration et la consommation d'une vegetation nouvelle, le caribou peut être en mauvaise condition durant les mois du printemps. Si l'animal ne peut retrouver sa forme durant les mois d'ete, il se peut qu'il ne soit pas du tout en bonne sante au moment de la chasse d'automne. Les changements dans les circuits de migration, les attaques par les loups ou la malnutrition ont des effets negatifs non seulement sur la harde, mais aussi sur la chasse. Bien entendu, les chasseurs preferent que les caribous soient en excellente condition physique et facilement accessibles, mais les scénarios de changement climatique portent a croire que le nombre d'animaux en très bonne forme diminuera peut-être.

C'est au mois d'août que le caribou montre les pires conditions physiques et c'est a ce moment-là que ses réserves de graisse commencent à se reconstituer. Comme la mise bas et le deplacement vers la zone d'apres la mise bas peuvent avoir lieu plus tôt, il est essentiel qu'il y ait suffisamment de végétation que le caribou puisse brouter en août. La recherche d'une végétation suffisante peut avoir pour résultat de modifier l'aire de la harde de Bathurst et de changer son emplacement pendant la saison de la chasse a l'automne. Ces changements peuvent perturber la chasse jusqu'a ce que les nouveaux emplacements et comportements migratoires soient connus. Si la taille de la harde diminue, il peut en être de même pour l'aire, ce qui peut rendre la harde moins accessible aux chasseurs.

Bien que les effets possibles du changement climatique dans les mois de septembre et d'octobre semblent positifs, l'intensité et la durée du harcèlement par les insectes aux

mensuelle des températures pourra augmenter au mois d'août. Le harcèlement par les moustiques et les mouches noires pourra donc s'intensifier et durer plus longtemps, au détriment de la santé du caribou. En un temps où le caribou adulte a besoin de consommer suffisamment de végétation pour remplacer les réserves de graisse qu'il a perdues et pendant la période de croissance des petits, si la période de harcèlement est plus longue et plus intense, le caribou pourra passer plus de temps à se coucher et à se lever pour éviter le harcèlement et il prendra moins le temps de se nourrir.

#### **5.4 En automne**

Les changements qui pourraient survenir en septembre et en octobre dans les températures et les précipitations pourraient avoir des effets positifs sur la harde de caribous de Bathurst. La migration vers l'aire d'hiver peut commencer normalement en septembre — l'augmentation possible de la moyenne mensuelle des températures et les changements modérés dans l'ensemble des précipitations pourront n'avoir que peu d'effets sur la migration. En octobre, les changements possibles dans les températures et les précipitations pourront favoriser la migration. S'il n'y a pas de chute de neige avant novembre, la harde pourra ne pas rencontrer de neige au cours de sa migration vers l'aire d'hiver. Il serait avantageux pour le caribou de suivre un itinéraire libre de toute neige jusqu'à l'aire d'hiver, les petits pourraient alors croître à leur taux optimum. Comme ils ne dépenseraient pas d'énergie à se déplacer dans la neige, les mâles et les femelles seraient en excellente condition. Au lieu de dépenser de l'énergie au mois d'octobre, comme à l'heure actuelle, à se déplacer dans la neige ou à creuser des trous pour se nourrir, ils pourraient utiliser cette même énergie pour accumuler des réserves de graisse pour l'hiver.

A tout prendre, il semblerait que les effets du changement climatique seraient nuisibles à la harde de caribous de Bathurst. La période la plus critique pour le développement et la survie des animaux va du 5 juin au 10 août. Les régions qui comportent peu de prédateurs et un fourrage abondant sont, au cours de cette période, d'une importance vitale pour la harde. C'est surtout en juin et en juillet que les femelles qui allaitent, les jeunes caribous et les mâles adultes ont besoin d'un grand apport énergétique. Malheureusement, c'est à ce moment de l'année qu'augmente le harcèlement par les insectes, ce qui peut avoir des effets nuisibles sur la harde.

## **6 LES RÉPERCUSSIONS SUR LA CHASSE**

S'il y a plus de neige au mois de novembre, comme le prévoient les scénarios de changement climatique, cela peut déranger la harde de caribous de Bathurst dans sa migration vers son aire d'hiver. Il en résulterait qu'une plus petite proportion de la harde hivernerait dans la partie la plus au sud de l'aire d'hiver. Si un moins grand nombre de caribous poussent leur migration jusqu'au Grand lac des Esclaves, il y aurait moins de caribous à chasser pour les habitants des localités sises près du lac, comme Rae-Edzo, Detah et Yellowknife. La chasse se fait vers la fin de l'automne.

d'énergie, et il est de la plus haute importance qu'elles puissent trouver, à ce moment-là, une végétation hautement nutritive. Même si la fonte hâtive des neiges s'avère bénéfique au début du printemps, elle pourrait avoir l'effet contraire lorsqu'on arrivera à la mi-juin au moment où les besoins en énergie et en nutriments seront beaucoup plus grands (Russell, 1993a)

La mortalité néonatale a tendance à augmenter par suite de l'abandon des petits par la mère, des attaques des loups et du fait que les petits sont trop faibles pour survivre dans les conditions actuelles de l'environnement. Comme il a déjà été démontré, les femelles gravides peuvent être faibles en raison de l'augmentation possible des chutes de neige durant les mois d'hiver, ce qui peut causer une augmentation de la dépense d'énergie. Les femelles qui sont trop faibles pour poursuivre leur migration jusqu'à l'aire de mise bas peuvent avoir leur petit en route et les y abandonner. Les petits qui viennent au monde pendant le parcours vers l'aire de mise bas, ou qui viennent au monde avant la période idéale de mise bas, peuvent souffrir du mauvais temps plus que les petits qui naissent durant la période de pointe de mise bas. Comme ils ne sont pas protégés par leur mère, les petits abandonnés peuvent aussi être plus exposés aux attaques des loups. Tous ces facteurs peuvent contribuer à faire augmenter la mortalité néonatale dans la harde de caribous de Bathurst.

### **5.3 En été**

Les mois d'été sont particulièrement importants pour la santé et la condition du caribou, car les périodes de pointe pour l'apport en énergie et les besoins d'énergie coïncident avec le début de juillet. Au moment où le caribou est à son plus faible sur le plan physique, soit en août, le harcèlement par les insectes lui nuit. La saison de l'hypoderme et de l'oestrie va de la fin de juin au début d'août, tandis que les moustiques assaillent le caribou en juillet, tout particulièrement la deuxième semaine du mois. Les mouches noires aussi sont nuisibles à la harde de caribous de Bathurst, ces insectes sont surtout actifs après les moustiques et demeurent un problème jusqu'au début des neiges.

Il est possible que le harcèlement par les insectes commence plus tôt, s'intensifie et dure plus longtemps qu'à l'heure actuelle si les projections des scénarios de changement climatique sont exactes. Les hypodermes et les oestries peuvent commencer leur activité nuisible plus tôt en juin, car les quatre scénarios de changement climatique laissent supposer une hausse de la moyenne mensuelle des températures en juin. L'activité des moustiques pourra atteindre son paroxysme plus tôt et durer plus longtemps qu'à l'heure actuelle, car les quatre scénarios de changement climatique donnent à penser que la moyenne mensuelle des températures en juillet pourra augmenter.

Les moustiques sont généralement moins nombreux en août, lorsque la température baisse. Cependant, selon les scénarios de changement climatique, la moyenne

Comme moyen de contourner une possible augmentation des chutes de neige, un plus grand nombre de caribous peuvent passer l'hiver dans la toundra, ou les chutes de neige et l'épaisseur de la neige peuvent être moins abondantes qu'à la limite forestière. Bien que la moyenne mensuelle des températures dans la toundra soit moins élevée qu'à la limite forestière, il y a probablement assez de végétation pour nourrir la harde durant l'hiver. Par ailleurs, il faut moins de temps dans la toundra qu'à la limite forestière pour rejoindre la végétation, puisque les bancs de neige peuvent y être plus petits et moins nombreux et qu'il y a moins de neige à creuser. Toutefois, l'hivernage dans la toundra peut faire problème parce que la neige y est dure. Si la moyenne mensuelle des températures est moins élevée, la neige pourra se former en cristaux, et il faudra alors beaucoup plus d'énergie pour creuser dans la neige.

Selon les études qui ont été faites au sujet de la harde de caribous de la Porcupine au Yukon et en Alaska, au cours des années où les chutes de neige sont plus abondantes que la moyenne, les animaux ne sont pas très sélectifs dans le fourrage exposé qu'ils consomment. Ils passent passablement de temps à chercher des cratères déjà ouverts et à déterminer ou en creuser d'autres (Russell et autres, 1993). Lorsque la neige est très épaisse, il y a peu de nouveaux cratères, en raison de la grande dépense d'énergie nécessaire au creusement. Le caribou pourra creuser de nouveau des cratères déjà à ciel ouvert lorsque les conditions de la neige se détériorent, pour essayer de préserver son énergie (Russell et autres, 1993).

## **5.2 Au printemps**

En avril, la condition de la harde de Bathurst n'est peut-être pas très bonne, en raison du surcroît d'énergie nécessaire pour se déplacer sur la neige pendant les mois d'hiver. Selon les quatre scénarios de changement climatique, les chutes de neige peuvent augmenter, au total, jusqu'à 100 % et, par voie de conséquence, il faudra au caribou beaucoup plus d'énergie pour se déplacer dans la neige.

On prévoit que, si les températures sont plus chaudes en avril et en mai, la fonte des neiges pourra commencer plus tôt que prévu, et la migration pourra s'amorcer plus tôt, car le début de la migration est fonction de la température et de la densité de la neige. Le moment de la migration du printemps vers les aires de mise bas peut être perturbé en raison d'un changement dans le début de la fonte des neiges et du dégel.

Le caribou pourrait bénéficier d'une fonte hâtive des neiges qui supprimerait ou raccourcirait la période pendant laquelle le caribou se trouve dans une pauvre aire printanière en mai, après s'être déplacé au nord de la limite forestière vers les habitats ayant une faible biomasse de lichens. Le moment de l'apparition des nutriments et des minéraux hautement digestibles dans la végétation est crucial pour répondre à la lactation de pointe, en général à la mi-juin. Pendant la période de pointe des mises bas (du 5 au 12 juin), les femelles adultes connaissent leur plus forte dépense

de mâles dans la population de la harde de Bathurst peut augmenter pour les cohortes de deux à six ans, mais diminuer pour les cohortes plus âgées. Selon le modèle de l'énergie et de la croissance, l'apport énergétique métabolisable peut augmenter pendant l'hiver et au printemps, s'il y a augmentation de la couverture de neige, mais il peut diminuer durant l'été, si le harcèlement par les insectes s'intensifie. Les modèles laissent aussi supposer qu'une augmentation de la couverture de neige pourra réduire la quantité de végétation consommée durant l'hiver et au printemps et, par suite d'une augmentation du harcèlement par les insectes, réduire la quantité de végétation consommée pendant l'été. Les constatations sont présentées ci-après selon les saisons.

## **5.1 En hiver**

Si la neige s'accumule plus abondamment durant les mois d'hiver, les caribous pourront peut-être plus difficilement repérer les endroits où se trouve la nourriture et il leur faudra alors dépenser plus de temps et d'énergie pour creuser les « cratères » et rejoindre la végétation que recouvre la neige. Si la neige est plus épaisse, les caribous peuvent passer plus de temps à chercher de la nourriture et moins de temps à se nourrir, ce qui peut entraîner une malnutrition dans le troupeau de caribous de Bathurst.

L'augmentation de la couverture de neige pourra rendre les caribous plus vulnérables aux attaques des loups. Si la neige est épaisse, les loups chassent avec plus de succès, à moins que la neige ne soit très molle. La neige épaisse accroît de deux façons la vulnérabilité des caribous comme proie aux loups (Nelson et Mech, 1986). Premièrement, la neige retarde le caribou en fuite. Comme le loup en course est plus léger que le caribou, il enfonce moins dans la neige épaisse et il peut souvent se déplacer sur une croûte de neige qui ne supporte pas le caribou. Deuxièmement, comme le caribou se déplace plus difficilement dans la neige épaisse et qu'il lui faut alors un surcroît d'énergie, ses réserves de graisse diminuent. Le caribou est donc en moins bonne condition physique et il ne sera peut-être pas capable d'échapper aux attaques des loups.

Le caribou dépense normalement durant sa migration du printemps la graisse qu'il conserve après la saison d'hiver. Cependant, si le caribou doit dépenser ses réserves de graisse pendant l'hiver, parce qu'il lui faut plus d'énergie pour se déplacer dans la neige et pour creuser à la recherche de la végétation, sa migration peut alors être difficile et exiger une trop grande dépense d'énergie des caribous qui sont faibles. Les femelles qui n'ont qu'une petite réserve de graisse ou qui n'en ont plus à l'automne pourront en souffrir, ces femelles pourront ne pas se reproduire à l'automne. Bien qu'elles n'aient peut-être pas à dépenser l'énergie supplémentaire nécessaire à la mise bas et à l'élevage d'un petit, on peut craindre pour la santé et la survie de la harde si une proportion importante des caribous femelles n'ont pas de petits.

atteindre la végétation sous la neige) Le modèle a aussi servi à évaluer les effets des changements dans les budgets de l'activité saisonnière et dans l'apport énergétique métabolisable sur l'état de l'énergie et la faculté de reproduction du caribou femelle. Ce modèle a permis de calculer quotidiennement l'état énergétique du caribou femelle selon l'apport énergétique métabolisable qui a été prédit par le modèle de l'énergie.

Le modèle de la dynamique démographique a établi un lien entre, d'une part, les taux de gestation et la survie de la population et, d'autre part, le poids des femelles, selon les prédictions du modèle de l'énergie et de la croissance (Daniel, 1993). Le modèle démographique fonctionnait selon une période de référence annuelle et repère la dynamique des cohortes (classes de caribous ayant les mêmes caractéristiques, comme l'âge ou le sexe) au sein de la population.

#### **4.4 L'application des modèles de simulation par ordinateur**

Pour pouvoir transposer le modèle du caribou de la Porcupine en un modèle du caribou de Bathurst, les données relatives au troupeau de caribous de Bathurst sont limitées. Là où il n'existait pas de données, elles n'ont pas été changées pour le troupeau de Bathurst ou l'on s'est servi des données relatives à la harde de Beverly de caribous de la toundra, dont l'aire se situe au sud-est de celle de la harde de Bathurst. Il y a un certain chevauchement des aires d'hivernage de ces hardes et il se produit des croisements entre elles, ce qui donne à penser qu'il peut y avoir une certaine similitude entre les deux. Comme les données ont été combinées pour différentes hardes, il convient d'interpréter les résultats avec prudence.

Les modèles de simulation par ordinateur ont été établis pour les conditions actuelles et pour deux scénarios possibles en fonction du futur : un accroissement du manteau nival entre à peu près le 15 novembre et le 19 mai de 10% et de 20%. Ces deux scénarios du futur prévoient une augmentation du harcèlement par les insectes entre à peu près le 1<sup>er</sup> juillet et le 10 août. Les effets sur l'apport énergétique métabolisable du caribou femelle, comme en font foi les budgets des activités, et la quantité et la qualité du fourrage ont été déterminés selon différentes conditions de l'environnement, en particulier pour différents niveaux de harcèlement par les insectes et pour les changements dans les rigueurs de l'hiver. La population globale et les groupes d'âge de la harde ont été calculés, et l'on a relevé les changements par rapport à la situation actuelle. De plus, on a examiné les changements dans la proportion de mâles au sein de la population, car les occasions de chasser et le tableau de chasse en dépendent.

## **5 LES RÉSULTATS**

Le changement climatique pourra entraîner, dans l'ensemble, une réduction de la population des caribous par rapport aux conditions actuelles, ainsi qu'une plus faible proportion de la population en âge de se reproduire (trois ans et plus). La proportion

de caribous de Bathurst et l'on en a déduit, selon les périodes du cycle de vie annuel de la harde, l'importance d'un certain habitat pour la harde. Puis on a déterminé la moyenne mensuelle des températures de 1951 à 1980, ainsi que la moyenne globale des précipitations, pour les points correspondant aux lieux de passage de la harde. On a qualifié de normales climatiques tricennales les valeurs attribuées à ces températures et à ces précipitations.

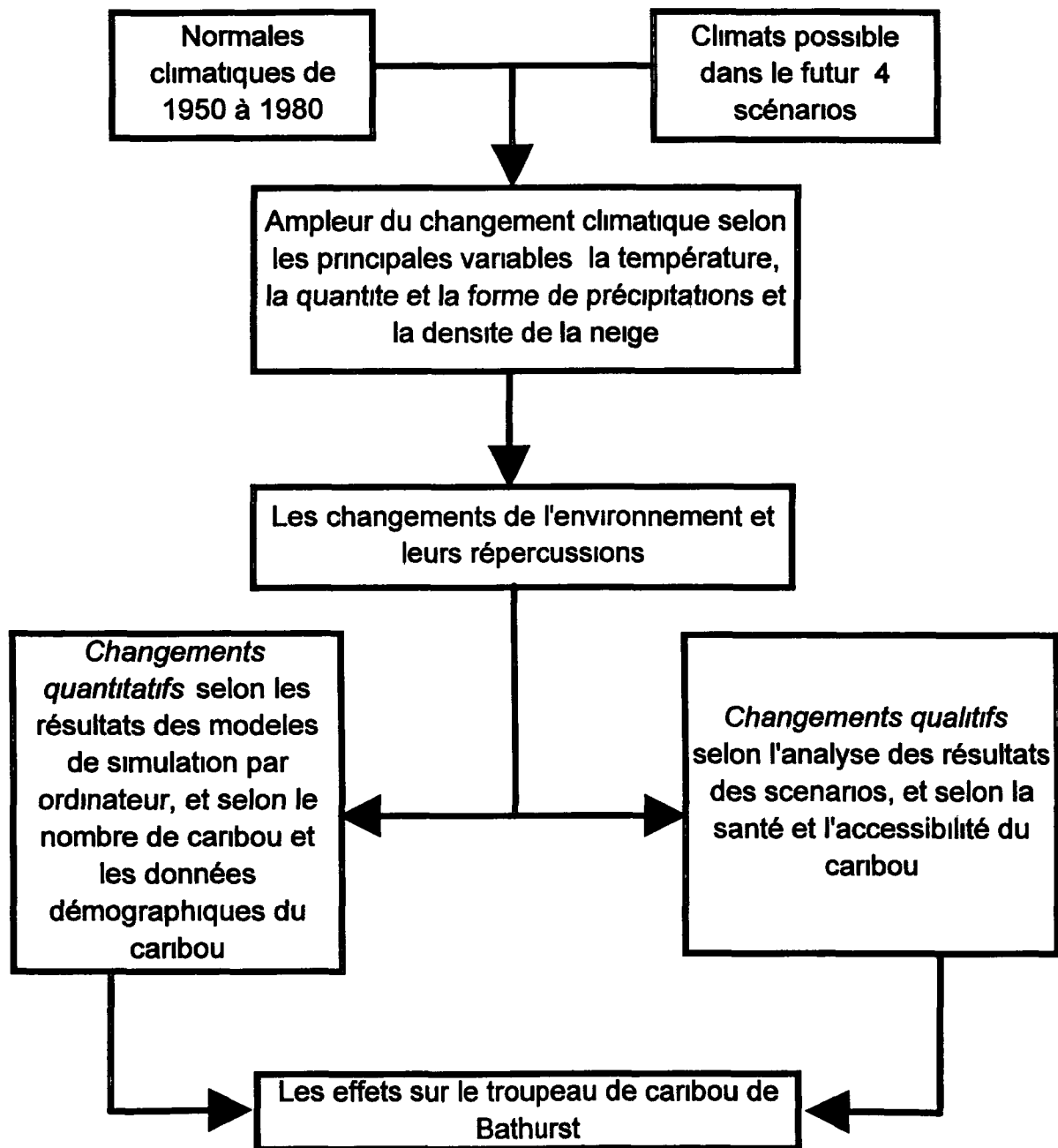
#### **4 2 Les scénarios du changement climatique**

Quatre scénarios de changement climatique ont servi à dépeindre l'état futur du climat. On s'est servi, pour indiquer les climats possibles de l'avenir, de deux modèles de climat en équilibre, le modèle de circulation générale (MCG) du laboratoire de la dynamique géophysique des liquides et le MCG du Centre climatologique canadien. En outre, un modèle de climat transitoire, le MCG du Goddard Institute for Space Studies (GISS), et un scénario composite, établi au Centre climatologique canadien, ont aussi servi comme appoint pour déterminer les possibilités climatiques dans le futur.

Les données relatives aux températures et aux précipitations des quatre scénarios de changement climatique ont été comparées avec les normales climatiques tricennales. Bien que les MCG aient été différents dans le détail, ils concordent en général pour indiquer que le climat sera probablement plus chaud et plus humide dans le futur. On a alors interprété les résultats obtenus par l'application du produit des scénarios de changement climatique en fonction de l'état, du lieu et des activités de la harde à divers moments au cours de l'année. On a aussi déterminé les effets possibles du changement climatique sur l'activité des insectes et sur les conditions de la neige. Or, l'activité des insectes dépend grandement de la température de l'air, tandis que les conditions de la neige varient à la fois en fonction de la température de l'air et de la forme et de la quantité des précipitations.

#### **4 3 Les modèles de simulation par ordinateur**

Une série de modèles de simulation par ordinateur, reliés les uns aux autres, ont été établis pour prédire l'énergie, la croissance et la dynamique démographique de la harde de la Porcupine de caribous de Grant qui vivent au Yukon et en Alaska (Daniel, 1993). Le modèle de l'énergie et de la croissance a simulé, au moyen de divers paramètres, l'apport énergétique métabolisable d'une femelle pendant les quinze périodes du cycle de vie annuel. Ce modèle a été conçu pour prédire les effets de certaines conditions particulières de l'environnement sur l'apport énergétique métabolisable. Les budgets de l'activité, pour ce modèle, ont été fixés pour chacune des quinze périodes du cycle de vie et ils ont été prévus pour différents niveaux de harcèlement par les insectes et pour les fortes et les faibles accumulations de neige. Les budgets de l'activité ont été estimés en proportion de six activités : broutant, couche, debout, marchant, courant et, l'hiver, creusant (le caribou creuse pour



**Figure 3** Méthodes analytiques adoptées pour réaliser les objectifs de l'étude



## **4 LES METHODES**

La figure 3 presente les methodes analytiques qui ont ete adoptees pour déterminer les effets du changement climatique sur la chasse au caribou de Bathurst. On s'est servi, comme indicateurs des futurs climats possibles, d'un ensemble de données tirées des modèles de circulation générale et d'un analogue spatial assorti d'un ensemble de données sur les antécédents climatiques. Puis on a modifié une série de modèles de simulation par ordinateur, établis pour prédire l'énergie, la croissance et la dynamique démographique d'une harde de caribous, afin de pouvoir les utiliser avec les données dont on dispose sur la harde de Bathurst. Au moyen des modèles tenant compte des changements dans les taux de survie et de gestation, on a calculé des données sur la taille, le sexe et l'âge de la harde. Ces changements correspondent aux modifications qui peuvent survenir dans les conditions de l'environnement si le climat change. Quatre scénarios de changement climatique représentent les changements auxquels on peut s'attendre dans les principaux éléments climatiques et météorologiques qui influent sur l'écologie du caribou. Les modèles de simulation pour le caribou ont servi à déterminer les changements particuliers qui peuvent se présenter dans le cas de la harde de Bathurst. Les résultats des scénarios de changement climatique et des modèles de simulation du caribou ont servi à fournir des renseignements sur le nombre, la santé, l'accessibilité et les caractéristiques démographiques de la harde de Bathurst. Ils ont servi aussi à estimer les repercussions sur la chasse aux caribous de cette harde.

### **4.1 *Le cycle de vie de la harde de caribous de Bathurst***

Les caribous de Bathurst ont des habitudes migratoires. Des études antérieures ont précisé les zones de déplacement de la harde tout au long de l'année. Son aire d'hiver, qu'il habite environ cinq mois par année (de novembre à mars), se compose de trois régions distinctes, soit près du Grand lac des Esclaves, près du Grand lac de l'Ours et dans la toundra, près de la localité de Coppermine. En avril, les femelles qui s'apprêtent à mettre bas suivent l'itinéraire du printemps. L'aire de mise bas sert pendant environ deux mois (mai et juin) et se compose de deux régions distinctes, la partie du bassin du Mackenzie qui se trouve dans la vallée du Mackenzie et la partie du bassin qui se trouve au nord du Mackenzie. Les aires qui suivent la mise bas servent en juillet et août et le troupeau emprunte en septembre et octobre l'itinéraire qui le mène à l'aire d'hiver.

Les périodes du cycle de vie annuel de la harde de caribous de Bathurst transparaissent dans l'état de la harde et dans ses activités. En s'inspirant des travaux de Russell (1993a, b) sur la harde de la Porcupine des caribous de Grant dans le Yukon et en Alaska, on a déterminé les quinze périodes du cycle de vie de la harde.

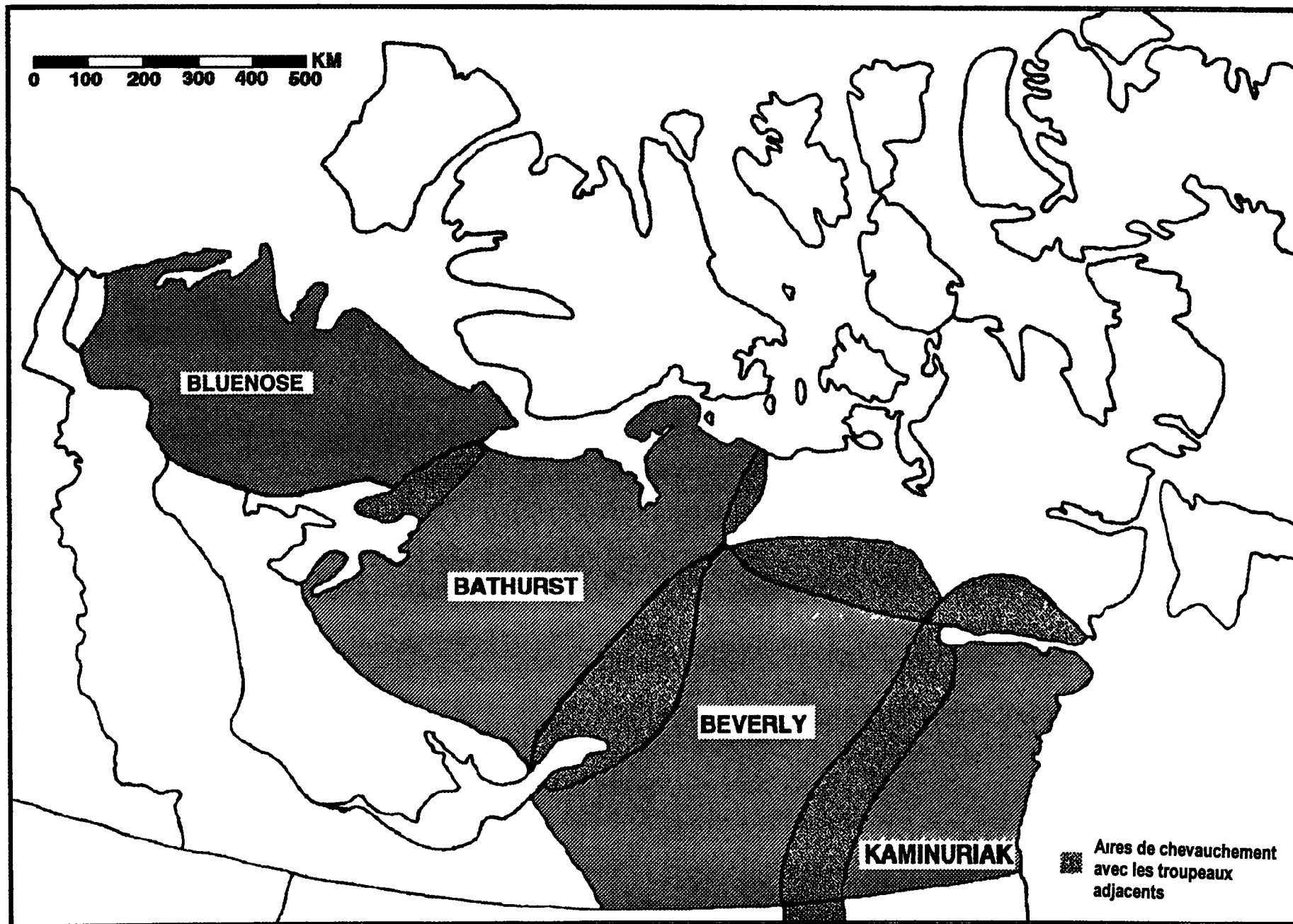


Figure 2 Aire approximative des troupeaux continentaux de caribous de la toundra dans les Territoires du Nord-Ouest

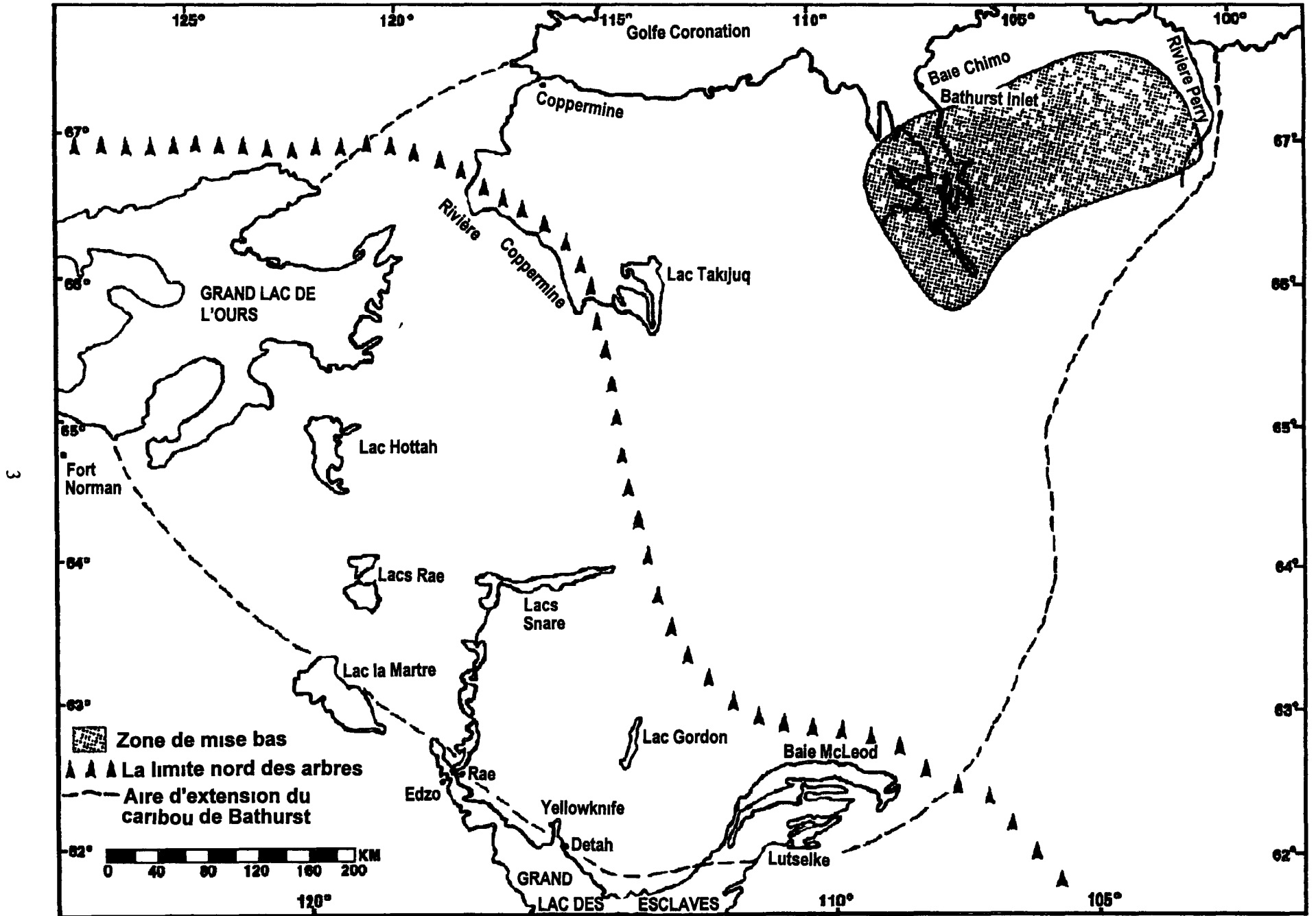


Figure 1 L'aire d'extension et la zone de mise bas du caribou de Bathurst

nourriture et de matières premières qui leur permettaient de fabriquer des outils ou de construire des abris. La vie nomade de plusieurs des communautés autochtones s'harmonisait avec le cycle saisonnier du caribou. De plus, le caribou occupait une place importante dans la religion et la mythologie des Inuit et des Dènes.

Le nomadisme n'est plus le mode de vie de la plupart des Inuit et des Dènes, mais la plupart des Autochtones des Territoires du Nord-Ouest chassent encore le caribou, et pour beaucoup de peuples du Nord, le caribou est encore une importante source de nourriture. La chasse au caribou aide aussi les gens à conserver leur identité culturelle. S'il est convenablement géré, il peut être chassé année après année. Le caribou est aussi considéré comme une importante attraction touristique, comme l'indique le nombre de chasseurs qui visitent la région. La harde de Bathurst a été choisie comme sujet d'étude, car elle est plus accessible que n'importe quelle autre harde aux habitants des Territoires du Nord-Ouest. Parmi les quatre sous-espèces de caribou des Territoires du Nord-Ouest, le caribou de la toundra est celui dont la répartition est la plus étendue, celui qui a la population la plus abondante et qui est le plus important sur le plan économique, selon l'ouvrage, publié en 1992, sur le caribou de la toundra dans les Territoires du Nord-Ouest. La harde de Bathurst est la sous-espèce la plus nombreuse parmi les caribous de la toundra dans les Territoires du Nord-Ouest et c'est la harde qui a la plus large répartition. La rive est du fleuve Mackenzie, au sud de Fort Norman, est la pointe à l'extrême-ouest de l'aire de la harde de Bathurst, qui s'étend vers l'est aussi loin que Perry River (figure 1). L'hiver, il y a probablement chevauchement entre l'aire de la harde de Bathurst et celle de Bluenose de même qu'entre la harde de Bathurst et celle de Beverly (figure 2). L'aire de la harde de Bathurst est située près de Yellowknife, où vivent près du quart de tous les habitants des Territoires du Nord-Ouest. Pendant de nombreuses années, les routes d'hiver, construites sur les lacs gelés, ont permis aux chasseurs de rejoindre la harde.

Cette étude a pour objectif premier d'évaluer les repercussions du changement climatique sur la chasse au caribou de la toundra de la harde de Bathurst. Si le climat se réchauffe, des changements dans la saison de croissance, dans les conditions hydrologiques, dans le manteau nival et dans la couverture de glace, pourraient se produire et modifier la composition et la migration de la harde. Les repercussions en seront grandes sur la gestion de la faune, d'autant plus que les gens comptent sur le caribou aussi bien pour leur subsistance qu'à des fins récréatives. Le changement climatique pourra avoir des incidences très importantes sur la faune. Des changements biophysiques pourront se manifester dans la harde, dans l'environnement (par exemple, dans les chutes de neige et dans les circuits migratoires) ou dans les ressources sur lesquelles compte la harde, comme la végétation.

# **LA HARDE DE CARIBOUS DE BATHURST DANS UN CLIMAT CHANGEANT**

## **1 LES POINTS SAILLANTS DE L'ÉTUDE**

- La harde de caribous de la toundra de la région de Bathurst a été choisie, en raison de son accessibilité aux chasseurs, de sa large distribution et de son importance économique et culturelle, comme sujet pour l'étude des effets que le changement climatique pourra avoir sur la chasse au caribou
- Pour estimer les caractéristiques que la harde pourra avoir à l'avenir, on s'est inspiré de quatre scénarios de changement climatique, représentant le doublement des concentrations de gaz carbonique, et on s'est aussi servi de deux modèles de simulation par ordinateur de la dynamique de la population des caribous
- Selon les analyses, les chutes de neige pourront augmenter l'hiver, et le harcèlement du caribou par les insectes pourra aussi augmenter l'été, parce qu'il y aura augmentation de la moyenne mensuelle de la température
- S'il y a augmentation du manteau nival et du harcèlement par les insectes, il pourra y avoir réduction de la population totale de la harde
- Si le nombre de caribous dans la harde de Bathurst vient à diminuer et si leur santé s'affaiblit, la chasse risque d'être moins profitable
- Parmi les options de gestion, il y a l'imposition de restrictions sur la chasse aux caribous de cette harde, la création d'un conseil de gestion et le réaménagement des zones de gestion et des saisons de chasse

## **2 INTRODUCTION**

Pour bien gérer les ressources, il faut prévoir l'état futur de l'environnement, y compris le climat, et s'y préparer. La variabilité des phénomènes atmosphériques a d'importantes répercussions sur l'offre et la demande des ressources, dont les ressources fauniques, comme le caribou.

## **3 LE CARIBOU DANS LES TERRITOIRES DU NORD-OUEST**

Les visiteurs et les habitants des Territoires du Nord-Ouest tirent profit du caribou. Avant d'avoir subi des influences sociétales, les Dènes du sud et les Inuit du nord vivaient presque exclusivement de la chasse et de la pêche. Pour ceux qui vivaient dans l'aire du caribou, il était devenu essentiel à leur survie, comme source de

## **INTRODUCTION**

La série sommaire du changement climatique présente les études touchant les effets du réchauffement du climat. La liste des titres antérieurs de la série figure au verso de la première page de couverture.

## **DÉNEGATION DE RESPONSABILITÉ**

La présente publication a été préparée par Mme Janet Brotton et M. Geoff Wall, Université de Waterloo.

Les avis et opinions qui y sont exprimés sont ceux des auteurs. Ils n'expriment ni ne reflètent nécessairement ceux du gouvernement du Canada ou de tout organisme de celui-ci.

Pour obtenir à titre gracieux des exemplaires de cet ouvrage, écrire au

Division des produits climatologiques et hydrologiques  
Service de l'environnement atmosphérique  
4905, rue Dufferin  
Downsview (Ontario)  
M3H 5T4

Tel (416) 739-4328

Publié avec l'autorisation du  
ministre de l'Environnement

Ministre des Approvisionnements  
et Services Canada 1997

No de catalogue EN57-27/1997-01  
ISBN 0-662-62777-6  
ISSN 0835-3980

# **LA HARDE DE CARIBOUS DE BATHURST DANS UN CLIMAT CHANGEANT**

*Rédigé pour le*

**Sommaire du changement climatique  
Service de l'environnement atmosphérique**

*par*

**Janet Brotton et Geoffrey Wall**

**Faculte des études environnementales  
Université de Waterloo**

**Le présent rapport s'inscrit dans le rapport sur l'état de l'environnement**



**Ce papier contient un minimum de 50% de fibres recyclées  
dont 10% de fibres recyclées après consommation**

## **SOMMAIRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

- SCC 89-05** Les effets du climat et du changement climatique sur l'économie d'Alberta
- SCC 90-01** Les repercussions du changement de climat sur les petites localités côtières de la région de l'Atlantique, au Canada
- SCC 90-02** Les repercussions du changement climatique à long terme sur les transports au Canada
- SCC 91-01** Le changement climatique et ses repercussions sur le Canada le point de vue scientifique
- SCC 92-01** Repercussions du réchauffement planétaire sur la politique du gouvernement canadien
- SCC 92-02** Etudes de modèles de prévision des variations climatiques et de leurs incidences sur l'hydrologie, les courants côtiers et les pêches en Colombie-Britannique
- SCC 93-01** Incidences du changement climatique sur le régime glaciaire de la mer de Beaufort repercussions sur l'industrie pétrolière dans l'Arctique
- SCC 93-02** Adaptation au changement climatique et variabilité des ressources en eau du Canada
- SCC 93-03** Incidences du réchauffement planétaire sur les régimes des glaces de mer et des icebergs de la côte est du Canada pendant les 50 à 100 années
- SCC 93-04** Repercussions du changement climatique sur l'aménagement des forêts du nord-ouest du Pacifique
- SCC 94-01S** Modélisation du système climatique de la terre
- SCC 94-02** Résumé du colloque relatif aux effets du changement climatique sur la gestion des ressources du nord
- SCC 94-03** Résumé du colloque une réaction régionale au changement climatique planétaire la Nouvelle-Angleterre et l'est du Canada
- SCC 94-04** Incidences potentielles du réchauffement climatique sur la production de saumons dans le bassin hydrographique du fleuve Fraser
- SCC 95-01** Étude d'impact sur le bassin du Mackenzie sommaire du rapport provisoire no 2
- SCC 96-01** Résumé du colloque planification d'un avenir viable le cas des Grandes plaines nord-américaines
- SCC 96-02** Changement climatique et activités de loisir dans la réserve du parc national Nahanni
- SCC 97-01** La harde de caribous de Bathurst dans un climat changeant





Environnement  
Canada

Environment  
Canada

# SOMMAIRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La harde de caribous  
de Bathurst dans un  
climat changeant

SCC 97-01

