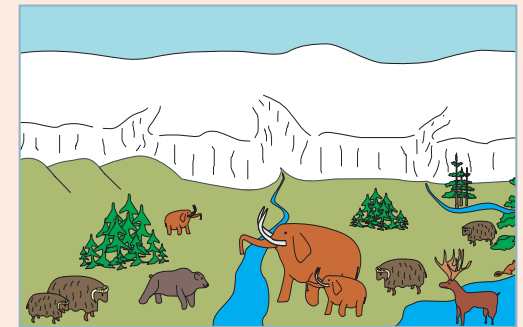


GEOLOGICAL HISTORY OF MANITOBA

Cold Manitoba – the Quaternary

What's the planet been up to in the past 2.6 million years?



Animals such as mammoths, bison and caribou grazed in the grassland. This attracted the larger carnivores like sabre-tooth cats, bears and wolves. As the climate got warmer, camels, horses and lions also came on the scene.

THE LATEST ICE AGES

The most recent ice ages took place in the Quaternary period. During this time, the Earth's climate alternated between cool and warm periods. When cooler (*glacial*) periods occurred, the glaciers advanced. During warmer (*interglacial*) periods, the glaciers retreated, receding up the mountains and towards the polar regions – as they are doing today.

The warmer periods often lasted several tens-of-thousands of years. During the coldest periods, massive glaciers (several kilometres thick and millions of square kilometres in area), covered much of Canada, northern Europe, Asia, and parts of the United States.

ANIMAL CROSSINGS

During the last major glacial period, as water evaporated, it fell as snow in the northern regions. This snow got trapped in the glaciers, preventing the water from flowing back to the sea. The result was a major drop in sea level, which made it possible for an ice-free land bridge to emerge across the Bering Sea, connecting North America and Asia. Now, animals like bison, moose, caribou, bear, wolf and lynx could migrate from one continent to another, using the land bridge – the same route taken by the first humans to reach North America, roughly 23 000 years ago.

MEANWHILE, AT HOME...

Manitoba went through many glacial/interglacial cycles in the Quaternary period and was often completely covered by ice. During the glacial periods, plants and animals were slowly forced southward into ice-free areas.

During the interglacial periods (when the ice retreated), most species gradually returned to the newly exposed landscape to find vast open areas, with vegetation consisting largely of woodlands and grasslands – similar to today. These areas provided ideal pastures for grazing animals and their predators. Large land animals, such as bison, camels, mammoths and woodland musk-ox, could be found grazing there.

ICE MOVES OUT – HUMANS MOVE IN

The end of the last ice age ushered in major environmental changes around the world. The expanding, shrinking and shifting landscapes had dramatic consequences for the animals, eventually leading to a widespread extinction of land animals like the mammoth, camel and giant beaver. As recently as 10 000 years ago, all had disappeared from the North American landscape.

As the ice receded northwards, Paleo-Indians moved into Manitoba in pursuit of the herds of big game animals. These people were the province's first known human inhabitants. Exactly when they came is not known, but the Ojibway have legends about people who ran over the glaciers. They called them *ice runners*.

Glaciers – Manitoba's landscape artists – 25 000 to 11 000 years ago

WHERE DID THE ICE COME FROM?

Glaciers develop when the snow that accumulates in winter is greater than the summer's melt. Over time, the accumulated snow is compressed into ice, which eventually starts to flow under its own weight. In areas where lots of snow accumulates, *ice domes* form and become the centres of the ice flow. The glaciers, or *ice sheets*, that covered Manitoba flowed from ice domes in Nunavut and Labrador.

HARD ROCK GROOVES

As the glacial ice moves, it picks up loose sediment that is then frozen into its base. The debris acts like sandpaper, grinding down the land beneath. This *glacial abrasion* carves *striations* (nearly straight scratches) and *grooves* into hard rock surfaces. The direction of these striations helps scientists determine the direction of past ice flow. When the ice melts, the debris that remains – a mixture of fine particles and rocks – is called *till*.

MORaine – A GLACIER'S SIGNATURE

Some melting is always taking place around the margins of a glacier. As the ice melts, debris that was frozen into the glacier tens-of-kilometres up-ice, eventually gets dumped at the glacier's edge. Gradually, the debris builds up into a ridge, or *moraine*. Moraine ridges found today are proof that the glacier was there, dumping debris at its margin, for many years. The bigger the ridge, the longer the glacier was there.

The Pas moraine, one of the largest in Manitoba, extends from the town of The Pas, along the north shore of Lake Winnipegosis and into Lake Winnipeg to form Long Point. This moraine reaches a height of 30 metres in places. Closer to Winnipeg, a string of high hills beginning at Bird's Hill – extending northeast to Mars Hill and north to Elk Island in Lake Winnipeg – is really a moraine composed of sand, gravel and till.

NEED TO KNOW ICE FLOW? HEAD FOR THE HILLS.

Drumlin fields, which typically cover hundreds of square kilometres, are a common glacial feature, particularly in northern Manitoba. These fields of small, elongated hills – one to two kilometres long and five to 50 metres high – were formed parallel to the ice flow. As a result, drumlin fields are excellent indicators of past ice flow direction.

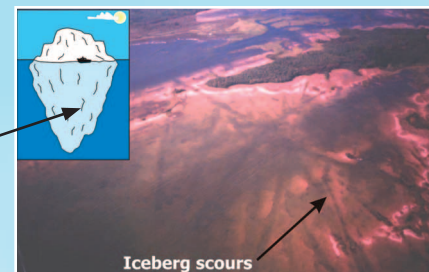
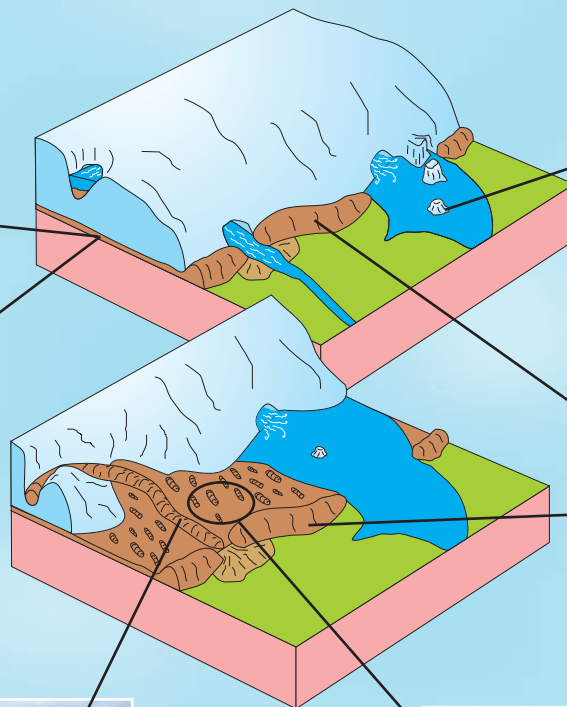
Glacial striations visible on smooth, hard, rock exposures. The arrow indicates the direction ice moved, parallel to the striations.



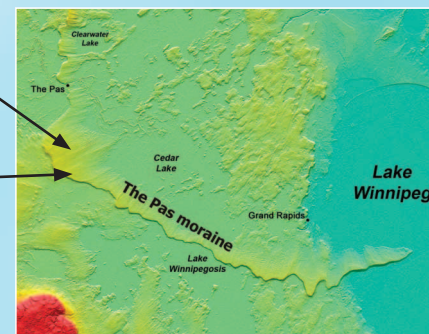
Till being sampled by a geologist in a road cut near West Hawk Lake in Whiteshell Provincial Park. Till is a mixture of fine particles and rocks that was deposited by a glacier.



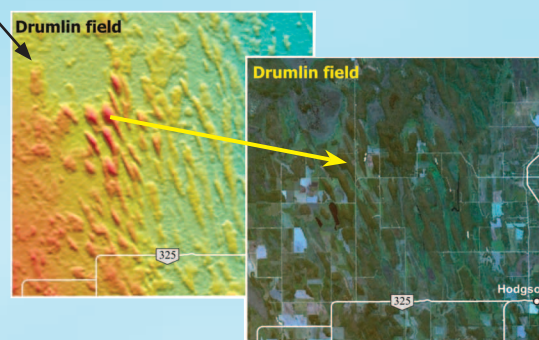
Esker running through Nejanilini Lake in extreme north-central Manitoba. Eskers are a valuable source for sand and gravel and are common throughout Manitoba.



Ice blocks that detached from glaciers and floated away on glacial lakes are called icebergs. Their huge keels sometimes scraped the muddy bottom of the lakes, leaving significant grooves that can still be seen today. Here, iceberg scours can be seen on the bottom of Lake Manitoba.



The Pas moraine is one of the largest moraines in Manitoba. This digital elevation model clearly depicts the moraine running southward through the town of The Pas and then southeastward ending in Lake Winnipeg.



Drumlin fields northwest of Hodgson in the Interlake (left: digital elevation model of the area, orange is higher; right: aerial photo of the area). Drumlins are commonly composed of till. They are excellent indicators of ice flow. Around Hodgson, the orientation of the drumlins indicates the ice flow was from the northwest.

ICE AGE HAS MAJOR MELTDOWN

The glaciers began to melt when the climate started warming up, about 16 000 years ago. As it got progressively warmer, more and more of the glacial ice melted each summer, going from a trickle to a stream to raging rivers of *meltwater*.

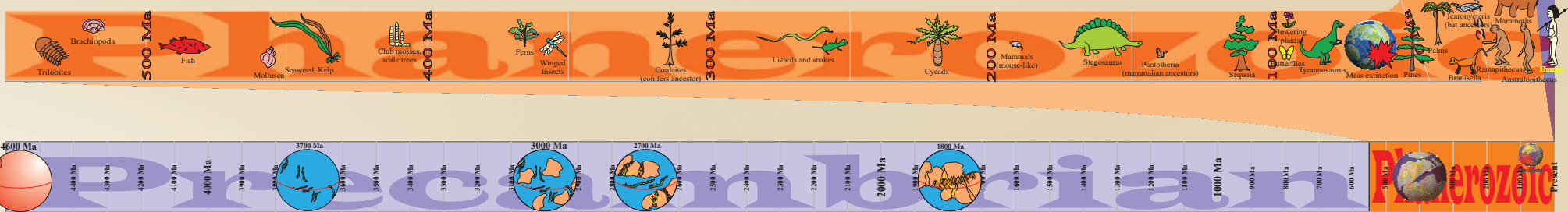
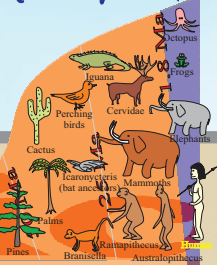
Some of this meltwater formed tunnels inside the glaciers. The water in the tunnels carried a variety of sediment that had eroded from the frozen debris. While the fine silt and clay were carried far along the tunnel, the coarser sand and gravel accumulated at the bottom. When the surrounding ice melted, the coarse debris was left as long, sinuous, gravel-rich ridges called *eskers*.

When the meltwater reached the ice margins, all the sediment was deposited in large, fan-like sheets of sand and gravel. The deposits that formed on land are now called *outwash plains*, while those that formed in lakes are referred to as *deltas*. The Assiniboine delta near Brandon is an excellent example of a *glacial delta*.

¹ Digital elevation model image created by the Manitoba Geological Survey from NASA Shuttle Radar Topography Mission data.

² Satellite image from NASA Landsat Program.

Quaternary



HISTOIRE GÉOLOGIQUE DU MANITOBA

Le Manitoba sous les glaces – Le quaternaire

Le travail de la planète au cours du dernier 2,6 million d'années

LES GLACIATIONS LES PLUS RÉCENTES

C'est au cours de la période Quaternaire, alors que le climat de la Terre fluctuait entre périodes froides et périodes chaudes, que se sont produites les époques glaciaires les plus récentes. Les périodes plus froides (*glaciaires*) provoquaient l'avance des glaciers. Lors des périodes plus chaudes (*interglaciaires*), les glaciers rétrécissaient et se retiraient au sommet des montagnes et vers les régions polaires, comme ils le font à présent.

Les périodes interglaciaires duraient souvent des dizaines de milliers d'années. Au cours des périodes glaciaires, des glaciers énormes (de plusieurs kilomètres d'épaisseur et de millions de kilomètres carrés de superficie) recouvraient la majeure partie du Canada, de l'Europe du Nord et de l'Asie, ainsi que certaines parties des États-Unis.

MIGRATIONS ANIMALES

Au cours de la dernière grande glaciation, à mesure que l'eau s'évaporait, elle retombait sous forme de neige sur les régions nordiques. Cette neige s'accumulait sur les glaciers, empêchant l'eau de s'écouler de nouveau vers les mers. En conséquence, le niveau des mers a baissé considérablement, laissant émerger dans la mer de Béring un pont continental libre de glace reliant l'Amérique du Nord à l'Asie. Dès ce moment, des animaux comme le bison, l'orignal, le caribou, l'ours, le loup et le lynx pouvaient traverser ce pont continental pour migrer d'un continent à l'autre. Les premiers hommes arrivés en Amérique du Nord traversèrent le même passage il y a environ 23 000 années.

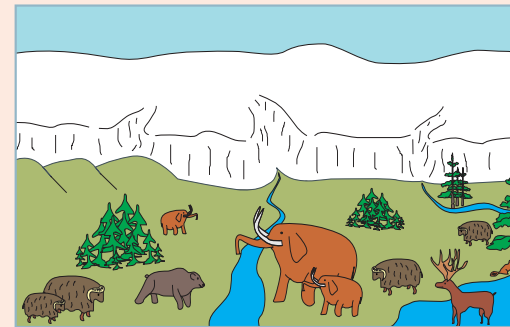
PENDANT CE TEMPS, AU MANITOBA...

Pendant la période Quaternaire, le Manitoba a subi de nombreux cycles glaciaires et interglaciaires, et il était souvent complètement recouvert de glace. Au cours des périodes glaciaires, les plantes et les animaux étaient lentement repoussés vers le sud, dans des régions libres de glace. Lors des périodes interglaciaires (lorsque les glaciers reculaient), la plupart des espèces retournaient graduellement aux paysages nouvellement exposés, y trouvant de vastes étendues ouvertes, colonisées par une végétation composée principalement de zones boisées et de prairies – un peu comme aujourd'hui. Ces étendues constituaient des pâturages idéaux pour les animaux de pacage et leurs prédateurs. De gros animaux terrestres (notamment bisons, chameaux, mammouths et bœufs musqués) paissaient alors sur ces lieux.

DISPARITION DES GLACES – APPARITION DES HUMAINS

La fin de la dernière époque glaciaire a marqué le début de vastes changements environnementaux dans le monde entier. Les avances, reculs et altérations des paysages ont eu des conséquences graves pour la faune et ont finalement mené à l'extinction massive d'animaux terrestres comme le mammouth, le chameau et le castor géant. Il y a à peine 10 000 ans, tous ces animaux avaient disparu de l'Amérique du Nord.

Alors que les glaces se retiraient vers le nord, des peuples paléindiens sont arrivés au Manitoba à la poursuite des troupeaux de gros gibier. Ces peuples ont constitué les premiers habitants connus de la province. Bien qu'on ne sache pas exactement à quelle date ces peuples sont arrivés, il existe des légendes ojibwées qui relatent le franchissement des glaciers par des personnes alors appelées «*coureurs de glaces*».



Des animaux, tels le mammoth, le bison et le caribou, paissaient dans les prairies et y ont attiré des carnivores de plus grande taille, comme le chat des cavernes, l'ours et le loup. Sous l'effet du réchauffement du climat, les chameaux, les chevaux et les lions sont également apparus sur les lieux.

Les glaciers – Sculpteurs du paysage manitobain – De 25 000 à 11 000 ans avant le présent

D'OÙ PROVENAIT LA GLACE?

Les glaciers se forment lorsque le montant de neige accumulé pendant l'hiver est plus élevé que le montant qui fond pendant l'été. Au fil du temps, la neige accumulée est compactée en glace. Puis cette glace commence à s'écouler sous l'effet de son propre poids. Dans les régions qui connaissent des accumulations de neige importantes, il se forme des dômes de glace qui deviennent les centres de l'écoulement glaciaire. Les glaciers, ou nappes de glace, qui couvraient le Manitoba s'écoulaient de dômes glaciaires situés au Nunavut et au Labrador.

SILLONS DANS LA ROCHE DURE

À mesure de son avance, un glacier ramasse des sédiments meubles qu'il dépose ensuite gelés à sa base. Les débris agissent comme du papier de verre et rabotent la surface du terrain sous-jacent. Cette abrasion glaciaire sculpte des stries (rayures presque droites) et des cannelures à la surface des roches dures. La direction des stries indique aux géologues dans quelle direction la glace s'écoulait autrefois. Lorsque la glace fond, elle laisse derrière elle un mélange de particules fines et de roches appelé *till*.

LA MORAINE, SIGNATURE D'UN GLACIER

Il y a toujours de la glace en fonte aux marges d'un glacier. À mesure que la glace fond, des débris qui avaient été gelés dans le glacier des dizaines de kilomètres dans la direction opposée de l'écoulement glaciaire sont ultimement abandonnés à la bordure de ce dernier. Ces débris s'empilent graduellement, formant une crête appelée moraine. Les crêtes morainiques que l'on trouve aujourd'hui témoignent de l'existence d'un glacier ayant abandonné des débris à sa marge pendant de nombreuses années. Plus la crête est importante, plus longue était la période d'occupation par le glacier.

La moraine de The Pas, l'une des plus importantes au Manitoba, s'étend de la ville de The Pas, le long de la rive nord du lac Winnipegosis et jusqu'au lac Winnipeg, formant ainsi la pointe Long Point. Elle atteint 30 mètres de hauteur à certains endroits. Plus près de Winnipeg, une série de grandes collines, qui s'étendent de Bird's Hill vers le nord-est jusqu'à Mars Hill et vers le nord jusqu'à Elk Island dans le lac Winnipeg, est en fait une moraine composée de sable, de gravier et de till.

LA DIRECTION DE L'ÉCOULEMENT GLACIAIRE SE TROUVE DANS LES COLLINES.

Les *champs de drumlins*, qui couvrent typiquement des centaines de kilomètres carrés, sont des formes d'origine glaciaire très fréquentes, particulièrement dans le nord du Manitoba. Il s'agit de petites collines de forme allongée, mesurant d'un à deux kilomètres de long et de cinq à cinquante mètres de haut, qui ont été formées parallèlement au sens de l'écoulement glaciaire. De ce fait, les drumlins sont de parfaits indicateurs de la direction des écoulements glaciaires dans le passé.

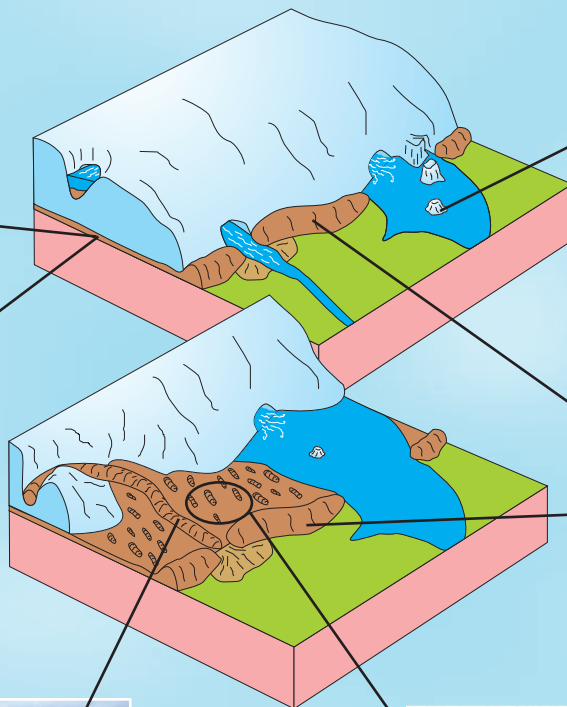
Stries glaciaires visibles sur des surfaces rocheuses dures et lisses. La flèche indique la direction de l'écoulement glaciaire, parallèle aux stries.



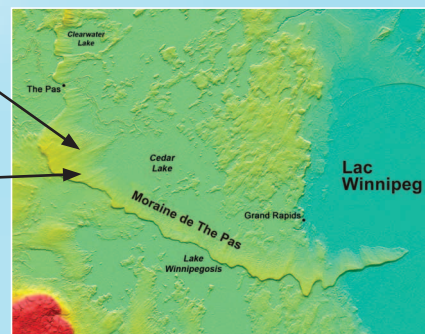
Un géologue échantillonne le till dans une tranchée routière près de West Hawk Lake dans le parc provincial du Whiteshell. Le till est un mélange de particules fines et de roches déposées par un glacier.



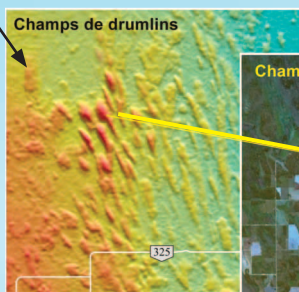
Esker traversant le lac Nejanilini dans l'extrême centre-nord du Manitoba. Les eskers, qui constituent des sources importantes de sable et de gravier, sont communs partout au Manitoba.



Les blocs de glace qui se sont détachés des glaciers et qui ont flotté à la dérive sur des lacs glaciaires sont appelés icebergs. Parfois, leur quille (partie immergée) massive raclait le fond vaseux des lacs, y laissant des sillons profonds encore visibles de nos jours. Ici, on peut voir des marques d'affouillement par les icebergs au fond du lac Manitoba.



La moraine de The Pas est parmi les plus grandes au Manitoba. Ce modèle altimétrique numérique montre clairement la moraine qui s'étend vers le sud, traversant la ville de The Pas et progressant vers le sud-est jusqu'au lac Winnipeg¹



Champs de drumlins au nord-ouest de Hodgson, dans la région d'Entre-les-Lacs. À gauche : modèle altimétrique numérique de la région, l'orange indique des surfaces plus élevées². À droite : photo aérienne de la région². Les drumlins sont généralement composés de till. Ils sont d'excellents indicateurs des écoulements glaciaires. L'orientation des drumlins aux environs de Hodgson indique que la glace coulait du nord-ouest.

DÉGLACIATION MAJEURE

Les glaciers se sont mis à fondre lorsque le climat s'est réchauffé, il y a environ 16 000 ans. À mesure que les températures montaient progressivement, la fonte de la nappe glaciaire s'accélérait toujours plus chaque été; et les petits ruisseaux d'eaux de fonte se sont transformés en rivières puis en torrents déchaînés.

Une partie de ces eaux de fonte a creusé des tunnels profonds à l'intérieur des glaciers. L'eau circulant dans les tunnels transportait divers sédiments issus de l'érosion des débris glacés. Alors que les sédiments fins de limon et d'argile étaient charriés loin dans les tunnels, le sable et le gravier, plus grossiers, s'accumulaient en leur fond. Lorsque la nappe de glace environnante a fondu, les gros débris sont restés sous forme de longues crêtes sinueuses riches en gravier, appelés eskers.

Là où les eaux de fonte atteignaient les marges glaciaires, elles déposaient tous les sédiments sous forme de grandes nappes de sable et de gravier disposées en éventail. Les alluvions déposées sur terre ont formé ce qu'on appelle aujourd'hui des plaines d'épandage fluvio-glaciaire, tandis que les alluvions déposées dans les lacs ont formé des deltas. Le delta Assiniboine, près de Brandon, est un bon exemple d'un delta glaciaire.

¹ Image d'un modèle altimétrique numérique, créée par Levés géologiques du Manitoba à partir de données recueillies par la Shuttle Radar Topography Mission de la NASA.

² Image prise par le satellite Landsat de la NASA.

Quaternaire

