

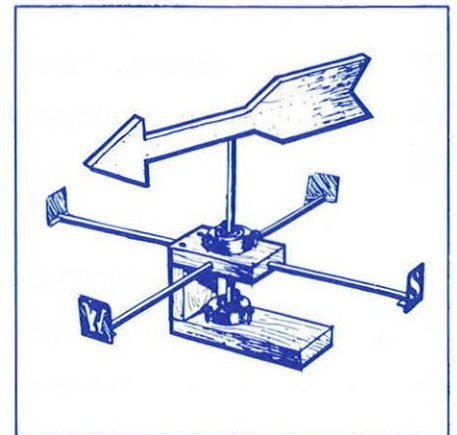
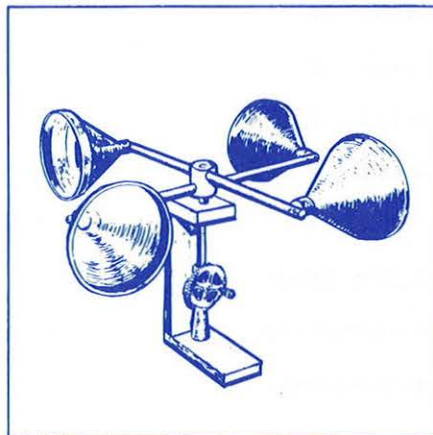
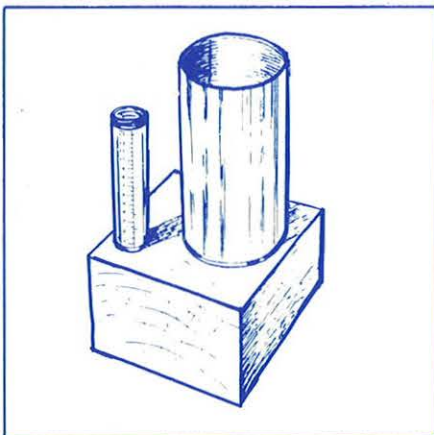
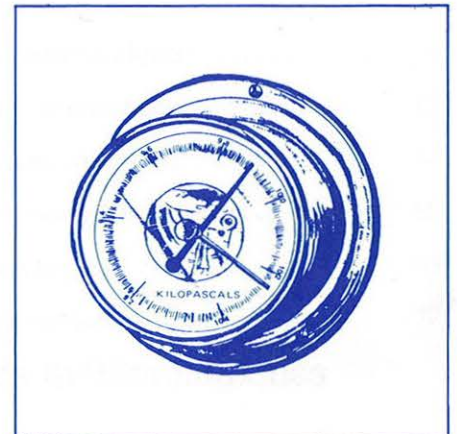
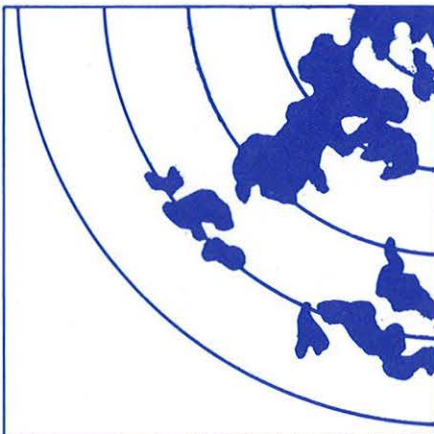
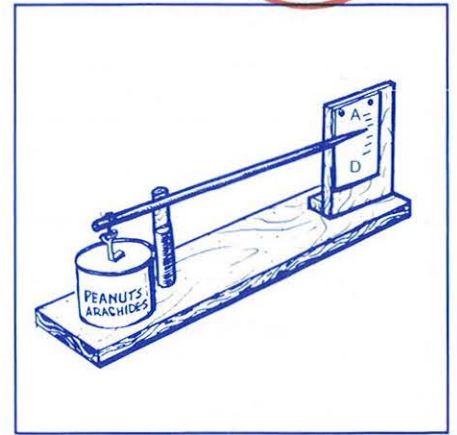
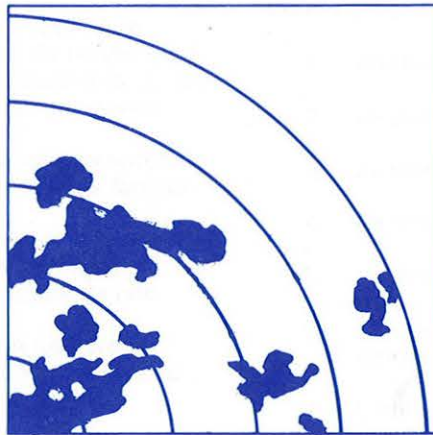
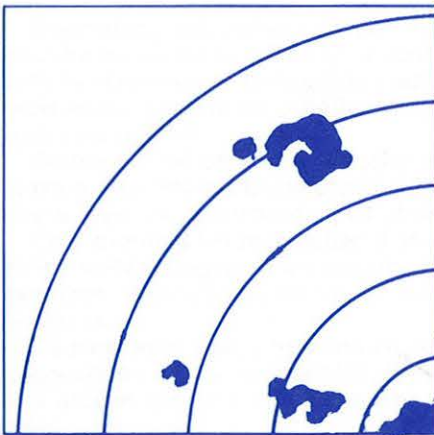


Environnement
Canada

Environment
Canada

Apprenons à connaître la météo

Faits et légendes



Apprenons à connaître la météo

Introduction

"Tout le monde parle du temps qu'il fait mais personne ne peut y faire quoi que ce soit." (Mark Twain).

Cet humoriste américain parlait alors de l'impuissance de l'homme devant le temps, et ses propos sont encore d'actualité.

Cependant, des milliers de gens essaient de comprendre ce qu'est la météo et le pourquoi du temps qu'il fait; ils observent et enregistrent les changements qui se produisent, et nous transmettent les renseignements qu'ils recueillent.

Cette publication vous permettra de mieux comprendre le travail du météorologue professionnel et vous familiarisera avec les instruments qu'il utilise.

On y examine les techniques d'observation et de prévision météorologiques les plus modernes et les plus raffinées, ainsi que les méthodes folkloriques de nos ancêtres.

De plus, le lecteur y trouvera un certain nombre de suggestions qui lui permettront d'apprendre à fabriquer et à utiliser ses propres instruments d'observation météorologique.

Table des matières

	Page
Le système métrique et la météorologie	2
Observation, mesure et enregistrement	
1. Les nuages	3
2. La pluie	5
3. La neige	5
4. La température	6
5. Le vent	7
6. La pression atmosphérique et les baromètres	9
7. L'humidité	11
8. La visibilité	11
9. Records météorologiques	11
10. La pollution atmosphérique et le temps ..	12
11. Les sondages en altitude	14
12. Les satellites météorologiques	15
13. Le temps et le radar	16
14. Les signes météorologiques	17
Phénomènes météorologiques inhabituels	
1. Les orages et la foudre	18
2. Les ouragans et les tornades	20
3. Les aurores boréales	21
4. La lune et le temps	22
Contes et légendes sur le temps	23
Les animaux et le temps	24
L'énergie du soleil et du vent	26
Le Service de l'environnement atmosphérique	27

LA MÉTÉO EN MÉTRIQUE

Depuis avril 1976, l'Environnement Canada communique tous ses rapports météorologiques en unités métriques.

Ainsi, les températures sont mesurées en *degrés Celsius* (°C), les précipitations de pluie en *millimètres* (mm), les précipitations de neige en *centimètres* (cm), les vitesses du vent en *kilomètres à l'heure* (km/h), la pression atmosphérique en *kilopascals* (kPa), et les distances, en *kilomètres* (km).

Depuis de nombreuses générations déjà, les gens associent machinalement les conditions météorologiques à l'ancien système de mesures (unités anglaises), sans trop se soucier de la signification de ces dernières. Il faudra donc une certaine période d'adaptation pour se familiariser avec les termes métriques. Voici donc quelques observations du temps, en métrique, avec leur illustration simple :

TEMPÉRATURE

30°C	excellent pour la baignade
20°C	température agréable d'une pièce
-10°C	excellent pour le patin

PRÉCIPITATION

2,5 mm/h de pluie	averse légère
25 mm/h de pluie	averse torrentielle
100 cm de neige	bonnes conditions de ski

VITESSE DU VENT

20 km/h ou moins	vent léger
21-40 km/h	vent modéré
41-60 km/h	vent fort
61-90 km/h	bourrasque
91-117 km/h	tempête
plus de 117 km/h	ouragan

PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

de 98,0 à 103,0 kPa	échelle normale de la pression
---------------------	--------------------------------

Les unités "kilopascal" et "degré Celsius" tirent leurs noms de deux scientifiques européens, pionniers de l'étude des phénomènes météorologiques, l'astronome suédois Anders Celsius (1701-1744), et Blaise Pascal (1623-1662), homme de science et philosophe français.

Observation, mesure et enregistrement



Pour mieux comprendre les phénomènes météorologiques qui nous entourent, il faut d'abord les observer et les interpréter. Il faut ensuite mesurer et enregistrer les changements qui se produisent. En plus de décrire les méthodes d'observation utilisées, les pages qui suivent nous indiquent comment construire des instruments simples, que ce soit en groupe ou individuellement.

1. Les nuages

Depuis les temps les plus anciens, l'homme s'intéresse aux formations nuageuses, à leur perpétuelle évolution et aux phénomènes météorologiques qui les accompagnent. Pêcheurs et bergers apprirent tôt à associer la forme des nuages au temps, sans savoir pourtant comment les nuages se formaient.

Leur formation

Les nuages sont formés de fines gouttelettes d'eau ou de cristaux de glace. Ces gouttelettes demeurent parfois liquides à des températures bien inférieures au point de congélation; on dit alors qu'elles sont surfondues. Les nuages composés principalement de cristaux paraissent flous et diffus, alors que ceux qui sont formés de gouttelettes d'eau ont des contours nettement découpés.

Leur classification

Les nuages se divisent en quatre familles, selon leur aspect et leur hauteur :

- nuages supérieurs (plus de 6 000 m);
- nuages moyens (entre 2 000 et 6 000 m);
- nuages inférieurs (entre le sol et 2 000 m);
- nuages à extension verticale dont la base se trouve entre l'étage moyen et l'étage inférieur et ayant un aspect commun.

La hauteur du sommet du nuage n'intervient pas dans cette classification. Ainsi, un nuage dont la base est à 1 500 m et le sommet à 2 500 m, et qui n'est pas un nuage à extension verticale, fait partie de l'étage inférieur.

Ces familles se subdivisent en dix catégories dont le nom latin décrit l'apparence. Les quatre principales catégories sont les *stratus* (c.-à-d. strate), les *cumulus* (c.-à-d. amas), les *nimbus* (c.-à-d. nuage, pluie), et les *cirrus* (c.-à-d. filament). En accolant deux mots, on trouve par exemple des *cumulonimbus*, des *cirrostratus*, etc.

Voici une courte description des principales classifications :

Nuages supérieurs

(base : au-dessus de 6 000 m)

Cirrus

Nuages séparés, en forme de filaments blancs et délicats ou de bandes étroites. Aspect fibreux (chevelu) et soyeux. Formés de cristaux de glace. Parfois en forme de virgules se terminant au sommet par un crochet ou une touffe. Parfois disposés en larges bandes parallèles convergeant vers l'horizon.

Cirrostratus

Voile nuageux transparent et blanchâtre, d'aspect fibreux ou lisse, couvrant entièrement ou partiellement le ciel, et donnant généralement lieu à un phénomène de halo. Constitués principalement par des cristaux de glace. Jamais assez épais pour empêcher les objets sur le sol de projeter des ombres, sauf lorsque le soleil est bas à l'horizon. Parfois, le voile de cirrostratus est si ténu que le halo constitue le seul indice de sa présence.

Cirrocumulus

Banc, nappe ou couche mince de nuages blancs qui ne projettent pas d'ombre et composés de très petits éléments en forme de granules, de rides, etc., soudés ou non, et disposés plus ou moins régulièrement; la plupart des éléments ont une largeur apparente inférieure à un degré*. Constitués par des cristaux de glace. Suffisamment transparents pour laisser apparaître le soleil ou la lune. Comportent parfois une couronne.

Nuages moyens

(base : entre 2 000 et 6 000 m)

Altostratus

Nappe ou couche nuageuse grisâtre ou bleuâtre, d'aspect strié, fibreux ou uniforme, couvrant entièrement

ou partiellement le ciel, et présentant des parties suffisamment minces pour laisser voir le soleil comme à travers un verre dépoli; les parties les plus épaisses masquent complètement le soleil. Ne présente pas de phénomène de halo. Constituée par des gouttelettes d'eau et des cristaux de glace; contient également des gouttes de pluie et des flocons de neige. Les précipitations ont habituellement un caractère continu et se produisent sous forme de pluie, de neige ou de granules de glace.

Alto cumulus

Banc, nappe ou couche de nuages blancs ou gris, qui généralement projettent de l'ombre propre, composés de lamelles, galets, rouleaux, etc., d'aspect parfois fibreux ou diffus, soudés ou non; la plupart des petits éléments disposés régulièrement ont une largeur apparente comprise entre un et cinq degrés*. Constitués en majeure partie par des gouttelettes d'eau. Se présentent le plus fréquemment en une vaste nappe de nuages disposés assez régulièrement. Parfois, les nuages prennent la forme de rouleaux allongés et parallèles séparés par des couloirs de ciel limpide. Des nappes sont souvent observées simultanément à deux ou plusieurs niveaux. Leur épaisseur varie énormément et peut masquer complètement le soleil.

Nuages inférieurs

(base : entre le sol et 2 000 m)

Stratus

Couche nuageuse généralement grise, à base assez uniforme, pouvant donner lieu à de la bruine ou de la neige en grains. Lorsque le soleil est visible au travers de la couche, son contour est nettement discernable. Ne produit pas de halo. Constituée par des petites gouttelettes d'eau (ou de petites particules de glace si la température est basse). Ce nuage bas masque souvent le sommet des petites collines et des constructions élevées. Lorsqu'il est mince, il dessine une couronne autour du soleil ou de la lune.

Nimbostratus

Couche nuageuse grise, souvent sombre, dont l'aspect est rendu flou par des chutes plus ou moins continues de pluie et de neige qui, dans la plupart des cas, atteignent le sol. Peut masquer complètement le soleil. Des nuages bas déchiquetés apparaissent souvent au-dessous de la couche. Constituée par des gouttelettes d'eau, des gouttes de pluie, des cristaux de neige et des flocons de neige.

Stratocumulus

Banc, nappe ou couche de nuages gris ou blanchâtres, ayant presque toujours des parties sombres, composés de dalles, galets, rouleaux, etc., et d'aspect non fibreux; la plupart des petits éléments disposés régulièrement ont une largeur apparente supérieure à cinq degrés*. Constitués par des gouttelettes d'eau accompagnées parfois de gouttes de pluie ou de neige roulée et, plus rarement, de cristaux de neige et de flocons de neige. Transparence très variable. Donne parfois lieu à de faibles précipitations : pluie, neige ou neige roulée.

* Un degré équivaut approximativement à la largeur du petit doigt, quand on a le bras étendu.

Nuages à extension verticale

(base : à 500 m et plus)

Cumulus

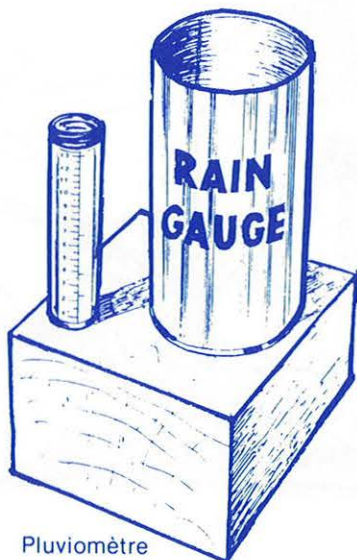
Nuages séparés, généralement denses et à contours nets, se développant verticalement en forme de mamelons, de dômes ou de tours, dont la partie supérieure bourgeonnante ressemble souvent à un chou-fleur. Les parties éclairées par le soleil sont d'un blanc éclatant; leur base, relativement sombre, est sensiblement horizontale. Constitués principalement par des gouttelettes d'eau; des cristaux de glace peuvent se former dans les parties où la température est inférieure à 0°C. Les cumulus à grande extension verticale peuvent donner lieu à des averses de pluie ou de neige.

Cumulonimbus

Nuage dense et puissant, à extension verticale considérable, en forme de montagnes ou d'énormes tours. Une partie au moins de son sommet est généralement lisse, fibreuse ou striée et presque toujours aplatie; elle s'étale en forme d'enclume ou de vaste panache. Sous ce nuage, souvent très sombre, on trouve fréquemment des nuages bas déchiquetés. Constitué par des gouttelettes d'eau et, notamment dans sa région supérieure, de cristaux de glace. Contient également de grosses gouttes de pluie et, souvent, des flocons de neige, de la neige roulée, du grésil ou des grêlons. Les dimensions des cumulonimbus sont telles que la forme caractéristique d'ensemble n'est visible qu'à une distance considérable. Ils peuvent se présenter soit isolément, soit en une file continue semblable à une vaste muraille. L'aspect sombre et menaçant des cumulonimbus est habituellement renforcé par le tonnerre et les éclairs, par de fortes averses de pluie, de neige ou de grêle et par la présence de grains et de protubérances pendantes.

2. La pluie

L'instrument qui sert à mesurer la pluie s'appelle un pluviomètre. Voici comment en construire un vous-même.



Pluviomètre

MATÉRIAUX

- Une boîte de conserve ouverte au sommet et sans rebord, pour qu'elle se vide facilement
- Une petite plate-forme (une bûche ou une caisse enfoncée verticalement dans le sol conviendront)
- Une règle
- Un bocal étroit en verre (à parois droites comme les bocaux d'olives, par exemple)

CONSTRUCTION

1. Installez le socle sur lequel vous poserez la boîte de conserve et le bocal. Le bout ouvert de la boîte de conserve doit être de niveau, à environ 30 cm du sol.
2. Pour graduer le bocal : prenez la règle et versez un centimètre d'eau dans la boîte de conserve. Transvidez dans le bocal en verre et, à l'aide d'un crayon gras ou de peinture, faites une marque au niveau de l'eau (cette marque correspond à un centimètre de pluie). À partir de cette marque, vous mesurez et marquez les dixièmes de centimètre sur le bocal.

UTILISATION

Installez le pluviomètre aussi loin que possible des immeubles, arbres, clôtures, etc. afin de permettre la libre chute de la pluie dans la boîte. Transvidez la pluie dans le bocal gradué et faites la lecture en centimètres et dixièmes de centimètre (millimètres). Cette lecture se fera au moins une fois par jour ou, de préférence, deux fois par jour, à heure fixe.

3. La neige

L'épaisseur de neige fraîche se mesure généralement avec une règle ordinaire. À cause des amoncellements inégaux attribuables au vent, on prend plusieurs mesures, puis on calcule la moyenne.

Dix centimètres de neige fraîche sont censés équivaloir à un centimètre de pluie. Faites fondre de la neige et appréciez vous-même l'exactitude de ce rapport. Vous constaterez vraisemblablement de grandes variations selon le genre de neige.

Là où de la neige fraîche recouvre la vieille neige, pratiquez un trou jusqu'à ce que vous puissiez voir la ligne de partage, puis mesurez la nouvelle chute.

Relevez les quantités totales de neige tombée pendant un mois. Comparez les résultats obtenus à ceux des stations météorologiques du Canada, publiés dans le *Relevé météorologique mensuel*. Peut-il faire trop froid pour qu'il neige?

Si l'air est extrêmement froid, les précipitations de neige seront très faibles. En fait, la quantité d'humidité contenue dans l'air dépend de sa température. Plus l'air est chaud, plus il peut contenir d'humidité. C'est pourquoi les plus fortes précipitations de neige ont lieu lorsqu'il fait relativement doux; la neige tombe alors à gros flocons. Au fur et à mesure que l'air se refroidit, les flocons deviennent plus fins. Mais, quel que soit le degré de refroidissement de l'air, celui-ci contient toujours une infime quantité d'humidité, qui pourra tomber sous forme de cristaux de neige. Il ne fait donc jamais trop froid pour qu'il neige.

RECORDS CANADIENS DE PRÉCIPITATIONS DE 1951 — 1980

Province ou territoire	Moyenne annuelle la plus faible de précipitation (mm)	Moyenne annuelle la plus forte de précipitation (mm)
Colombie-Britannique	205,6 Ashcroft	4386,8 Ocean Falls
Alberta	270,8 Empress	1072,0 Parc des lacs Waterton
Saskatchewan	287,9 Nashlyn	530,1 Lac Brabant
Manitoba	402,3 Churchill	696,1 Peace Gardens
Ontario	569,0 Kenora	1191,1 West Guilford
Québec	295,9 Cape Hopes Advance	1559,8 Mount Logan
Nouveau-Brunswick	909,6 Upsalquitch	1444,4 Saint-Jean
Nouvelle-Écosse	973,7 Pugwash	1630,7 Ingonish Beach
Île-du-Prince-Édouard	921,0 Montague	1169,4 Charlottetown
Terre-Neuve	739,8 Nain	1699,7 Burgeo
Yukon	135,9 Komakuk Beach	590,6 Tuchitua
Territoires du Nord-Ouest	61,0 Eureka	663,2 Cape Dyer

RECORDS MONDIAUX DE CHUTES DE PLUIE (mm)

Moyenne mondiale annuelle des chutes de pluie — 840

Les plus fortes chutes de pluie en 24 heures

— 1 168 à Baguio (Luzon), aux Philippines, les 14 et 15 juillet 1911

Les plus fortes chutes de pluie en un an

— 22 990 à Cherrapunji (Assam), en Inde, 1861

La plus forte moyenne annuelle des chutes de pluie —

— 11 990 au mont Waialeale (Kauai) aux îles Hawaï

La plus faible moyenne annuelle des chutes de pluie —

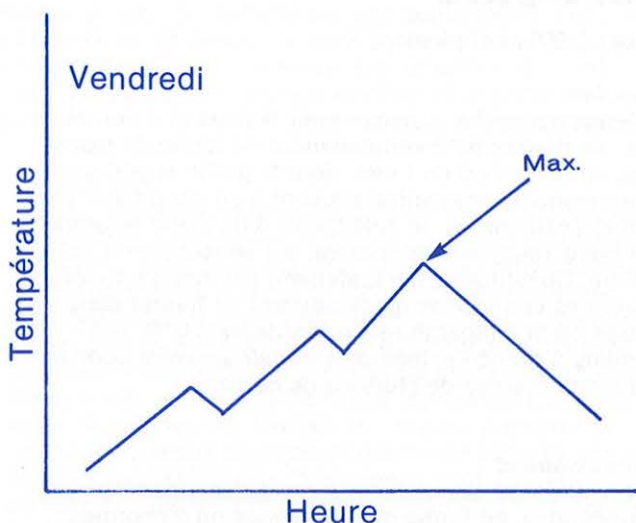
— 0,50 à Arica, au Chili

4. La température

Température maximale quotidienne

Suspendez un thermomètre à l'extérieur, du côté ombragé de la maison, en un lieu où l'air peut circuler librement. Relevez la température toutes les heures, de 9 h à 17 h, plusieurs jours d'affilée, et inscrivez les don-

nées sur un graphique simple. Vous pourrez alors déterminer l'heure à laquelle la température atteint normalement son maximum. Est-ce à midi?

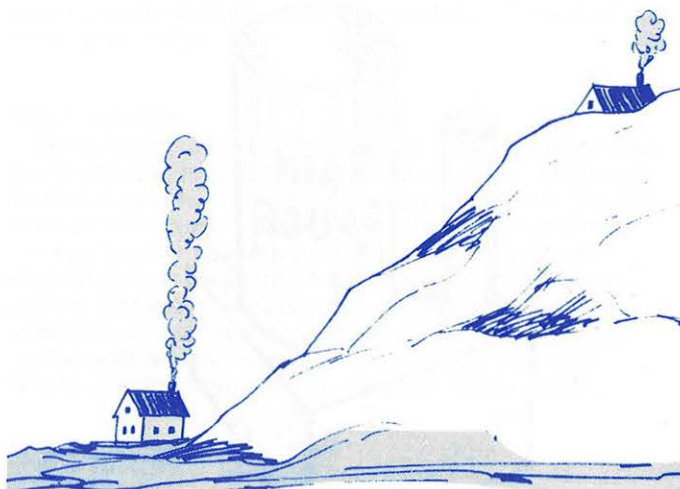


Variations de température

La température de l'air varie beaucoup d'un lieu à un autre. La température à la maison peut différer de celle qu'on relèverait à la même heure à l'école, et l'expérience suivante le prouvera.

Deux thermomètres identiques doivent être installés par deux élèves dont l'un demeure dans une vallée et l'autre sur une colline. Les deux instruments doivent être bien exposés et installés à une même distance du sol. Les deux élèves notent les lectures du thermomètre à la même heure tous les matins, juste avant de partir pour l'école. Il s'agit ensuite de reporter les lectures sur un graphique pendant une ou deux semaines. (Les résultats sont plus évidents après des nuits claires et calmes alors que l'air frais descend dans les vallées.)

L'expérience peut être répétée avec deux autres élèves, l'un de la ville et l'autre de la banlieue ou de la campagne.



RECORDS CANADIENS DE TEMPÉRATURES DE 1951 — 1980

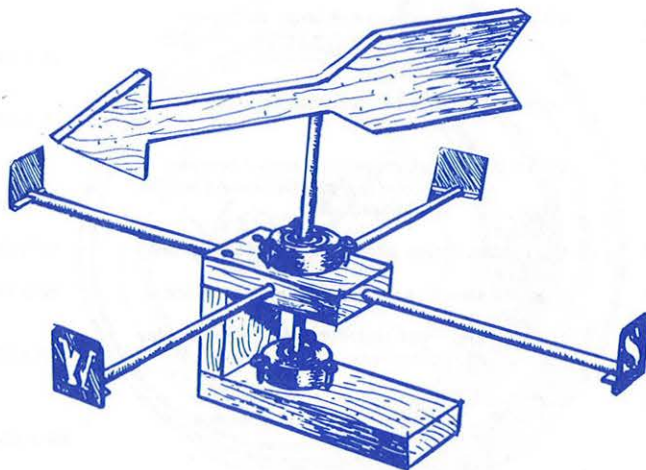
Province ou territoire	Température moyenne annuelle la plus basse (°C)	Température moyenne annuelle la plus haute (°C)
Colombie-Britannique	-3,2 Cassiar, Smith River	10,7 Canal Sumas
Alberta	-2,7 Fort Chipewyan	5,9 Bow Island, Fort MacLeod
Saskatchewan	-4,6 Collins Bay	5,0 Maple Creek
Manitoba	-7,2 Churchill	3,3 Morden
Ontario	-5,5 Winisk	9,7 Chatham
Québec	-7,2 Cape Hopes Advance	7,6 Montréal
Nouveau-Brunswick	1,6 Summit Depot	6,2 St. Andrews
Nouvelle-Écosse	4,9 Tralfgar	7,6 Halifax, Île de Sable
Île-du-Prince-Édouard	4,8 O'Leary	5,9 Charlottetown
Terre-Neuve	-3,8 Wabush Lake	6,3 Holyrood Ultramar
Yukon	-11,4 Komakuk Beach	-1,0 Whitehorse
Territoires du Nord-Ouest	-19,7 Eureka	-2,2 Fort Liard

5. Le vent

La direction du vent

Il est une loi en météo qui veut que "les vents fassent le temps". Un météorologue amateur peut devenir habile à prévoir le temps en associant la direction du vent à d'autres signes météorologiques.

Avec quelques matériaux ordinaires, il est facile de construire une girouette.



MATÉRIAUX

4 morceaux de bois d'environ 19 mm d'épaisseur ayant les dimensions suivantes :

- 10 x 18 cm (pour la partie inférieure de la base)
- 10 x 10 cm (pour la partie supérieure de la base)
- 10 x 8 cm (pour la partie verticale de la base)
- 40 x 8 cm (pour la flèche)

2 roulettes de patins à roulettes

6 vis à grosse tête d'environ 2,5 à 5 cm de long, avec rondelles de caoutchouc

5 chevilles d'environ 20 cm de longueur et de 6 mm de diamètre

4 pièces de métal d'environ 5 x 5 cm (pour les lettres des points cardinaux)
de la colle

CONSTRUCTION

- Découpez la flèche dans le plus grand morceau de bois. Pour obtenir de meilleurs résultats, faites l'empennage beaucoup plus grande que la pointe. Pour que les deux côtés de la flèche soient symétriques, utilisez un patron; dessinez la moitié de la flèche le long du pli d'une feuille de papier pliée en deux, puis découpez en suivant le tracé. Une fois ouverte, la feuille aura la forme d'une feuille dont les deux moitiés sont identiques.
- Trouvez le point d'équilibre de la flèche, percez-y un trou et collez-y une cheville.
- Percez deux trous de 1,3 cm de diamètre, l'un dans la partie supérieure de la base et l'autre à mi-chemin dans la partie inférieure.
- Fixez les roulettes de patin au-dessus de chaque trou au moyen de trois vis à grosse tête.
- Faites passer de force la cheville assujettie à la flèche dans les trous des roulettes; la cheville ne doit toutefois pas toucher la base en bois. Cirez l'extrémité de la cheville afin de l'empêcher de se coincer en tournant.
- Collez les chevilles qui restent dans les trous percés dans la partie supérieure de la base. Peignez la lettre appropriée (N, E, O, S) sur chacun des carrés de métal et fixez les lettres à l'extrémité des chevilles.

INSTALLATION

Installez l'instrument bien au-dessus du sol, en un endroit où le vent peut souffler sans obstacles. Si possible, alignez la lettre N sur l'étoile polaire afin de bien orienter les lettres des points cardinaux. On peut se servir d'une boussole pour déterminer l'orientation à donner, mais les relevés seront magnétiques plutôt que vrais.

FONCTIONNEMENT

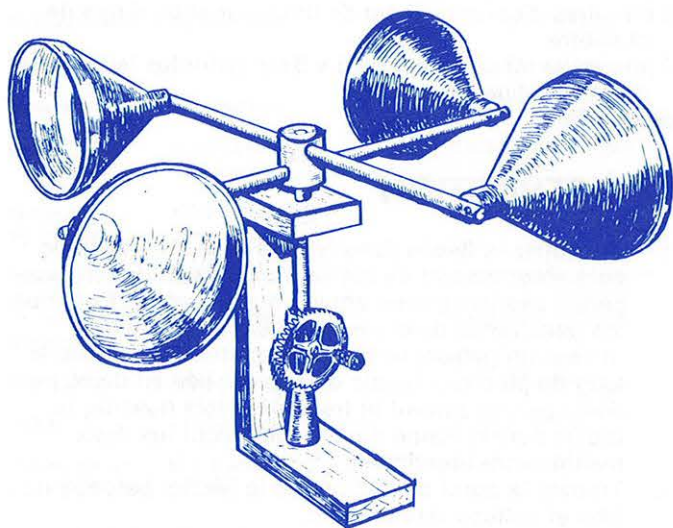
Vous remarquerez que la flèche pointe vers le vent et indique par conséquent le point d'où vient le vent.

La flèche changera d'orientation de minute en minute, surtout si elle est située en un lieu où, à cause d'obstacles environnants, il y a des rafales et des tourbillons.

Vous découvrirez que les nuages, la pluie ou la neige ne viennent pas toujours de la même direction que celle du vent de surface. Toutefois, l'expérience vous indiquera les vents qui apportent le beau temps, la pluie ou la neige à votre localité.

La vitesse du vent

Les météorologues amateurs apprennent à évaluer la vitesse du vent en observant l'effet qu'il produit sur les branches, les feuilles, la fumée, la surface de l'eau, etc. Mais un instrument servant à mesurer la vitesse du vent donne des renseignements plus sûrs. Voici comment construire un instrument rudimentaire de mesure.



MATÉRIAUX

- 3 morceaux de bois d'environ 19 mm d'épaisseur ayant les dimensions suivantes :
 - 20 x 10 cm (pour la partie inférieure de la base)
 - 10 x 10 cm (pour la partie supérieure de la base)
 - 25 x 10 cm (pour la partie verticale de la base)
- 1 vilebrequin
- 4 chevilles (bâtons ronds) de 10 mm de diamètre et de 25 cm de longueur
- 1 cheville de 10 mm de diamètre et de 10 cm de longueur
- 4 entonnoirs de plastique de 12 à 15 cm de diamètre à leur partie la plus large
- 1 grosse bobine de bois (genre bobine de fil à tapis) ou une cheville de 35 mm de diamètre et de 4 cm de longueur
- des vis
- 4 bouchons de bois s'ajustant exactement dans l'ouverture du petit bout des entonnoirs de la colle

CONSTRUCTION

1. Sciez le manche de bois du vilebrequin. Passez une vis à travers la partie inférieure de la base et faites-la pénétrer dans le manche de bois.
2. Percez un trou au centre de la partie supérieure de la base, enduisez de cire la cheville de 10 cm et insérez-la dans le trou; fixez cette cheville au vilebrequin.
3. Percez des trous sur les quatre côtés de la bobine et collez-y les chevilles de façon à former des bras à angle droit.
4. Collez la bobine à la cheville verticale reliée au vilebrequin.
5. Raccourcissez l'extrémité des entonnoirs et fixez ces derniers aux bras au moyen de vis pénétrant dans les bouchons. Tous les entonnoirs doivent pointer dans la même direction.

ÉTALONNAGE

Pour obtenir des indications raisonnablement précises, vous devez étalonner l'instrument. À cette fin, vous pouvez vous faire conduire en auto un jour où il ne vente pas. Tenez l'instrument à bout de bras par la fenêtre et demandez au conducteur de conduire à une vitesse uniforme, en commençant à 5 km/h. Comptez les tours que fait la poignée du vilebrequin en 60 secondes. Répétez l'expérience à 10 km/h et à tous les intervalles de 5 km/h jusqu'à 65 km/h. Votre instrument ne peut pas indiquer des vitesses supérieures à ce chiffre. Afin de contrôler vos résultats, recommencez l'expérience en faisant le même trajet en direction opposée.

Inscrivez les renseignements sur deux colonnes, la vitesse du vent d'un côté, les tours par minute de la poignée de l'autre côté. Il sera alors facile de transformer le nombre de tours par minute en kilomètre/heure. Pour une lecture plus rapide, comptez les tours pendant une demi-minute et doublez-en le nombre pour obtenir la vitesse du vent.

INSTALLATION

Installez l'instrument aussi haut que possible en un endroit où le vent peut souffler sans obstacles, sans oublier évidemment que vous devez voir la poignée pour en compter les tours.

L'échelle anémométrique Beaufort*

Chiffre Beaufort	Terme descriptif	Éléments généraux de détermination de la vitesse	Vitesse du vent en km/h à 10 m du sol
0	Calme	La fumée monte verticalement.	Inférieure à 1
1	Très légère brise	La fumée, mais non la girouette, indique la direction du vent.	1 à 5
2	Légère brise	On sent le vent sur la figure; les feuilles bruissent; les girouettes bougent.	6 à 11
3	Petite brise	Feuilles et brindilles bougent sans arrêt; les petits drapeaux se déploient.	12 à 19
4	Jolie brise	Poussière et bouts de papier s'envolent; les petites branches remuent.	20 à 28
5	Bonne brise	Les petits arbres feuillus se balancent.	29 à 38
6	Vent frais	Les grosses branches bougent; on entend le vent siffler dans les fils télégraphiques.	39 à 49
7	Grand frais	Des arbres tout entiers s'agitent.	50 à 61
8	Coup de vent	Des petites branches se cassent.	62 à 74
9	Fort coup de vent	Peut endommager légèrement les bâtiments.	75 à 88
10	Tempête	Peut déraciner les arbres, endommager sérieusement les bâtiments.	89 à 102
11	Violente tempête	Très rare; gros dégâts.	103 à 117
12	Ouragan	Très rare.	Supérieure à 118

* Mise au point en 1805 par Sir Francis Beaufort, un hydrographe irlandais.

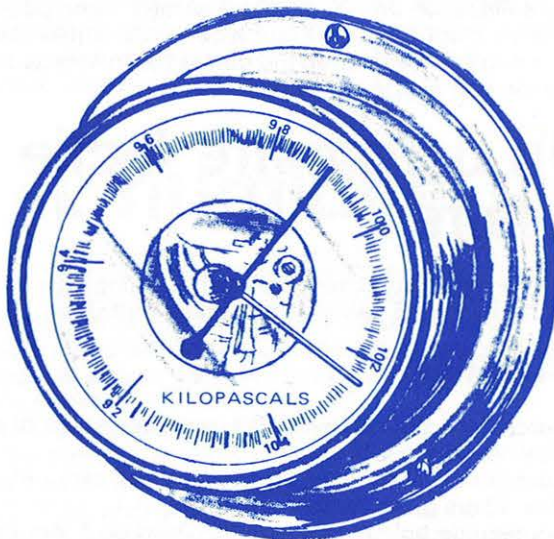
6. La pression atmosphérique et les baromètres

Nous vivons au fond d'un océan d'air. Le poids de l'air change continuellement et les variations de poids ou de pression sont souvent des indices du temps qu'il fera. Toutefois, la pression réelle de l'air à un moment donné est loin d'être aussi importante que la manière dont se produit la variation de pression, surtout si celle-ci augmente ou diminue régulièrement.

L'instrument qui sert à mesurer la pression atmosphérique, le baromètre, a été inventé en 1643, par Torricelli. On s'est aperçu que lors des tempêtes, le niveau du mercure du baromètre baissait, tandis qu'il montait à l'approche d'une période de beau temps. Au cours de périodes de beau temps sec, il se maintenait à un niveau plus élevé qu'à l'habitude et c'était le contraire lors de périodes de dépression. Le baromètre devint le roi des instruments pour les prévisions météorologiques locales.

Le baromètre domestique

Le baromètre anéroïde est un instrument adapté au foyer et son fonctionnement est très simple. Le cadran est généralement gradué en centimètres de mercure. À l'intérieur de l'instrument se trouve un cylindre de métal mince dans lequel on a fait un vide partiel. Ce cylindre réagit aux variations de pression de l'air, tout comme un accordéon. Les légers mouvements du cylindre sont amplifiés par un jeu de leviers reliés à une aiguille; la pression peut se lire directement sur le cadran.



La pression atmosphérique

Si l'aiguille du baromètre indique 76 cm (101,3 kPa*), cela veut dire que la pression de l'air au niveau de la mer est de 1,03 kilogrammes par centimètre carré (kg/cm²). L'atmosphère, qui s'étend sur de nombreux kilomètres au-dessus de nous, exerce sur le corps d'un adulte moyen par toute la surface de la terre, une pression équivalente à celle d'environ 18 tonnes métriques. Une maison de grandeur normale contient environ 500 kg d'air, tandis que le poids exercé par l'atmosphère sur une superficie terrestre d'un kilomètre carré (km²) est d'environ 10 millions de tonnes.

Or, la pression décroît rapidement avec l'altitude, soit d'environ un centimètre chaque fois que l'on monte de 120 m. Donc, si le baromètre indique 76 cm au niveau de la mer, la pression ne sera plus que de 66 cm (88,1 kPa) sur le mont Jacques-Cartier, qui s'élève à quelque 1 270 m en Gaspésie. La pression de l'air est d'environ 0,90 kg/cm² au lieu de 1,03. Un baromètre à cadran ordinaire placé dans une automobile vous donnera une idée approximative de l'altitude à laquelle vous vous trouvez. Si l'aiguille descend d'un centimètre, disons de 76 à 75, vous êtes à 120 m plus haut.

À mesure que l'on gravit une montagne, l'air se raréfie; au sommet du Mont Everest (8 840 m), le poids de l'air n'est plus que le tiers de ce qu'il est au niveau de la mer. Parce que les couches d'air supérieures compriment les couches inférieures, près de la moitié du poids total de l'air est concentré dans les cinq premiers kilomètres au-dessus du sol. Plus on s'élève, plus l'air se raréfie; au-dessus de 3 000 m, il faut recourir au masque d'oxygène ou voyager en avion à pression rétablie.

Aussi, plus l'altitude est élevée, plus le degré d'ébullition de l'eau est bas. En fait, il baisse d'environ 1°C pour chaque 300 m gagnés en altitude; alors que l'eau bout à 100°C à Mont-Louis, sur la rive du Saint-Laurent, elle bout à 96°C sur le mont Jacques-Cartier, à quelques kilomètres de là.

Plus les températures sont basses, plus il faut de temps pour cuire les aliments et faire le thé. Sur le plateau bolivien, par exemple, qui se situe à environ 3 800 m au-dessus du niveau de la mer, il est impossible de cuire des pommes de terre à l'eau, la température de l'eau ne dépassant jamais 88°C, ce qui est insuffisant pour la cuisson de cet aliment. Alors que chez-nous, trois minutes d'ébullition suffisent pour obtenir un oeuf à la coque à point, sur le plateau, il faut le laisser bouillir environ sept minutes. Par ailleurs, lorsqu'ils vont habiter la région côtière, les gens du plateau doivent faire preuve d'une grande prudence en mangeant leur soupe. Habités à la manger aussitôt retirée du feu, mais à des températures inférieures et sujette à un refroidissement plus rapide, ils peuvent facilement se brûler.

Au sommet du Mont-Blanc (France), dont l'altitude dépasse 4 570 m, l'eau bout à 85°C; il est donc impossible d'y faire un bon thé.

Dans les montagnes du Chili, on a constaté que les habitants qui vivent à une altitude de 5 300 m, où l'air est raréfié, ont un coeur et des poumons plus volumineux et un rythme cardiaque plus lent que les habitants des régions moins élevées.

*Note: Les rapports de la météo donnent la pression barométrique en kilopascals (kPa) : 76,0 cm de mercure = 101,3 kPa, ou 1 cm de mercure = 1,33 kPa.

Le baromètre et le temps qu'il fera demain

On ne peut prédire le temps d'après une seule lecture de la pression atmosphérique; au contraire, on doit tenir compte des variations relatives de la pression observées à divers endroits, dans une région suffisamment étendue. Ainsi, même si l'aiguille du baromètre demeure stable pendant plusieurs jours à Halifax, des changements de pression à quelque 100 km en mer pourront influencer sensiblement sur le temps qu'il fera dans cette ville.

Puisque l'aiguille indique souvent "pluie" alors que le soleil brille, vous vous demandez peut-être dans quelle mesure les indications "beau fixe" ou "pluie" inscrites au baromètre sont valables.

Les variations météorologiques dépendent d'ordinaire des variations de la pression de l'air. Les zones de haute et de basse pression que l'on voit sur les cartes météorologiques sont une indication de cette pression. Ces zones se déplacent ordinairement d'ouest en est au Canada, ce qui explique que le temps suit la même marche. Le beau temps accompagne les zones de haute pression, tandis que les basses pressions sont souvent cause de tempête.

Lorsque ces zones de pression s'approchent, passent au-dessus de vous puis s'éloignent, votre baromètre indique les variations qui se produisent dans la pression totale de l'air. Les variations de la hauteur du mercure sont étroitement liées aux fluctuations de la direction et de la force du vent. À nos latitudes, si le baromètre baisse et si le vent vient du sud, il y a risque de pluie ou de neige; le vent changera de direction dans le courant de la journée et viendra de l'ouest ou du nord-ouest à mesure que le baromètre remontera.

Personne n'est surpris de voir un orage lorsque la pression descend à 74 cm (98,7 kPa), ni de voir du beau temps quand elle atteint 78 cm (104,0 kPa), mais l'inverse n'est pas toujours vrai. Ainsi, si le temps est à l'orage, le baromètre n'indique pas toujours 74 cm; il en va de même pour le beau temps.

Si vous vivez à une altitude nettement au-dessus du niveau de la mer (120 m par exemple), votre instrument indiquera un chiffre inférieur d'un centimètre à celui qu'il indiquerait si vous viviez au niveau de la mer.

Votre baromètre risque donc de ne jamais atteindre le chiffre de 76 cm (101,3 kPa). Si vous déterminez l'altitude à laquelle vous vous trouvez, vous pourrez régler votre instrument à l'aide de la vis de réglage dont sont pourvus tous les baromètres, pour permettre une lecture correcte de la pression au niveau de la mer.

À heure fixe, notez la lecture du baromètre, son taux d'élévation ou de chute, ainsi que la direction du vent et le temps (nuages, pluie, etc.). Après quelques semaines, vous commencerez à faire le lien entre la pression atmosphérique, la direction du vent et le temps et, du même coup, vous pourrez vous aventurer à établir des prévisions météorologiques.

Dans un bureau de prévisions météorologiques, un flot constant de rapports météorologiques sont reçus par télégraphe, téléphone, radio et téléscripteur. Ils viennent de stations disséminées sur un territoire de plusieurs millions de kilomètres carrés. Comme nous l'avons dit plus haut, ce n'est pas tant la lecture du baromètre qui vous dira s'il y aura orage, que les variations des indications du baromètre. En recevant des rapports de nombreuses stations à intervalles réguliers, le météorologue peut tenir compte des variations de pression.

La question importante est celle-ci : "Le baromètre monte-t-il ou descend-il?" Une lecture unique ne peut répondre à cette question. Si par exemple, entre 8 heures et 10 heures, l'aiguille passe de 74,9 à 75,4 cm (99,9 à 100,5 kPa), il est presque certain qu'un centre de basse pression s'éloigne et que l'on peut s'attendre à un temps plus beau. Si, par contre, en l'espace de deux ou trois heures, le baromètre passe de 77,2 à 77,0 cm (102,9 à 102,7 kPa), le baromètre baisse comme disent les marins et on risque d'avoir du mauvais temps.

Si votre baromètre possède une aiguille mobile, il pourrait être intéressant de la placer juste au-dessus de l'aiguille qui indique la pression, pour voir si cette dernière se déplace vers un chiffre supérieur ou inférieur et à quelle vitesse elle le fait. En vous servant de ce renseignement et en étudiant soigneusement les nuages et le vent, vos prévisions n'en seront que meilleures.

Réglage de votre baromètre

Bien des gens aiment comparer les indications de leur baromètre à celles que donnent les journaux, la télévision ou la radio. Voici comment régler votre baromètre pour que vos lectures soient comparables aux observations communiquées par les stations météorologiques des environs.

1. Notez l'indication de l'aiguille noire. C'est la pression actuelle de "votre station". Sur la face arrière de votre instrument, vous verrez un orifice dans lequel se trouve une vis que vous pouvez facilement serrer ou desserrer avec un tournevis. Vous remarquerez que l'aiguille noire sur le cadran se déplace suivant le mouvement de la vis.
2. Téléphonez au centre météorologique le plus près afin d'obtenir la pression barométrique en centimètres, réduite au niveau de la mer. Réglez ensuite l'aiguille noire.
3. Vous pouvez aussi vous servir d'une table donnant la correction pour chaque élévation au-dessus du niveau de la mer. Ces tables sont distribuées par les fabricants de baromètres et elles figurent dans la plupart des recueils de tables mathématiques. Il vous faut toutefois connaître l'altitude du lieu où vous êtes. Renseignez-vous auprès de l'ingénieur municipal ou de l'agent local des chemins de fer, ou encore consultez une bonne carte routière ou topographique. Pour une élévation de 120 m, il faut ajouter 1 cm; pour 240 m, c'est 2 cm qu'il faut ajouter. Ce chiffre doit s'ajouter à la valeur qu'indique le baromètre avant qu'on l'ait ajusté en tournant la vis.

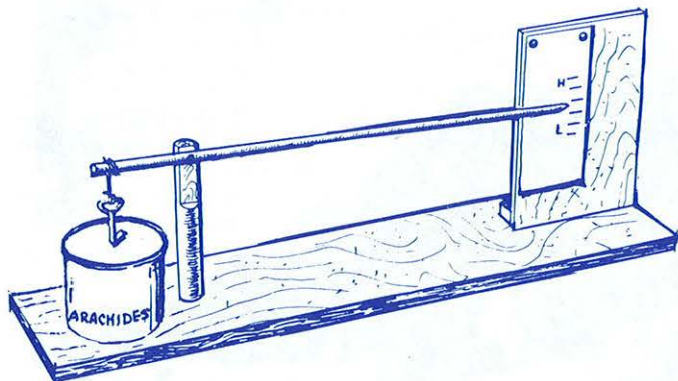
Un baromètre facile à faire

Le baromètre rudimentaire illustré ci-dessous se construit facilement à l'aide de matériaux ordinaires.

MATÉRIAUX

- 1 morceau de bois d'environ 19 mm d'épaisseur et de 60 x 15 cm (pour la base)
- 1 morceau de bois d'environ 13 mm d'épaisseur et de 20 x 12 cm (pour l'échelle verticale)
- 1 morceau de bois rond (cheville) d'environ 6 mm de diamètre, de 50 cm de longueur et taillé en pointe à une extrémité

- 1 morceau de bois de 13 mm x 13 mm x 15 cm (poteau de l'aiguille pivotante)
- du fil métallique rigide ou des trombones
- 1 boîte d'arachides scellée sous vide
- des vis
- de la colle



CONSTRUCTION

1. Assujettissez solidement la boîte d'arachides à une extrémité de la base à l'aide de vis posées à la périphérie (ne pas percer la boîte).
2. Soudez le fil métallique replié au centre de la boîte.
3. Fixez le poteau de 15 cm verticalement le long de la boîte, le plus près possible du centre de la base.
4. Percez un trou à environ 9 cm de l'extrémité de l'aiguille et faites pivoter celle-ci sur une vis pénétrant dans le poteau vertical.
5. Reliez le fil soudé et l'extrémité de l'aiguille au moyen d'un fil métallique rigide, en ayant soin de placer l'aiguille à peu près horizontalement.
6. À l'autre extrémité de l'aiguille et parallèlement à celle-ci, clouez verticalement le morceau de bois de 20 x 12 cm (près de l'aiguille mais sans la toucher).

FONCTIONNEMENT

Vous remarquerez que la pointe de l'aiguille s'élèvera lentement lorsque le dessus de la boîte de conserve s'enfoncera légèrement sous l'effet d'une élévation de la pression atmosphérique. Lorsque la pointe s'abaissera, ce sera par suite d'une baisse de pression.

La plus grande partie de l'air ayant été retirée de la boîte d'arachides, les variations du poids de l'air extérieur font que le couvercle s'enfonce ou bombe. Ce mouvement est amplifié par l'aiguille.

7. L'humidité

Placez deux thermomètres côte à côte. Notez les écarts de lecture s'il y a lieu. Entourez le réservoir d'un des thermomètres d'un morceau de mousseline que vous aurez soin de garder mouillé. Quelle est maintenant la différence de lecture entre les deux instruments? Quelle en est la cause?

Vous disposez maintenant d'un psychromètre sommaire, instrument servant à mesurer l'humidité de l'air. Plus faible est l'écart de lecture entre les deux thermomètres, plus grande est l'humidité de l'air.

Enregistrez ces deux lectures pendant plusieurs heures par temps différent. Vous remarquerez les variations de l'humidité de l'air.

8. La visibilité

Choisissez des objets très visibles, situés aux distances suivantes de l'école : 0,5, 1,0, 1,5, 5, 10, 15 et 20 km. Dans la mesure du possible, repérez des objets facilement reconnaissables : arbres isolés, mâts à drapeau, clochers, éleveurs à grain, etc. Mesurez la visibilité de la façon suivante : si vous apercevez l'objet qui se trouve à 5 km mais non celui qui se trouve à 10 km, la visibilité est de 5 km. Procédez à des observations le matin et l'après-midi et notez les résultats. Prenez toujours note de ce qui diminue la visibilité.

Relevé de la visibilité

Date	Observation de 8h30	Observation de 15h30
10 oct.	1,5 km (brume ou brouillard)	20 km
11 oct.	5 km (fumée)	10 km (fumée et pluie)

9. Records météorologiques

Température la plus élevée

45°C à Midale et Yellow Grass (Sask.), 5 juillet 1937

La moyenne annuelle la plus forte des températures maximales

15,9°C à Osoyoos (C.-B.)

Température la plus basse

-63°C à Snag (Yukon), 3 février 1947

La moyenne annuelle la plus faible des températures ; minimales

-19,7°C à Eureka (T. du N.-O.)

La plus forte pluie en 24 h

489,0 mm à Ucluelet, Île de Vancouver (C.-B.), 6 octobre 1967

La plus forte chute de neige en 24 h

112,3 cm à Kitimat (C.-B.), 18 février 1972

La plus forte précipitation en un an

8 122,0 mm au lac Henderson (C.-B.), 1931

La plus faible précipitation en un an

12,7 mm à Arctic Bay (T. du N.-O.), 1949

La plus forte moyenne annuelle de précipitations

4386,8 mm à Ocean Falls, (C.-B.)

La plus faible moyenne annuelle de précipitations

61,0 mm à Rea Point (T. du N.-O.)

La plus forte vitesse du vent pendant une heure

201,1 km/h à Cape Hopes Advance (Qué.), 18 novembre 1931

La plus haute pression barométrique

106,76 kP à Mayo (Yukon), 1er janvier 1974

La plus basse pression barométrique

94,02 kP à St. Anthony (T.-N.), 20 janvier 1977

Le mois le plus froid

-47,9°C à Eureka (T. du N.-O.), février 1979

NOTE : Les précipitations de pluie et les précipitations totales sont toujours mesurées en millimètres, tandis que les précipitations de neige sont mesurées en centimètres.



10. La pollution atmosphérique et le temps

On parle beaucoup de pollution atmosphérique de nos jours. Le brouillard industriel souille l'air de nos villes, met notre santé en danger et pourrait même rendre la terre inhabitable si on ne le combattait pas. On a également relié la pollution atmosphérique au changement climatique, aux pluies acides et à l'épuisement de la couche d'ozone.

Qu'est-ce que la pollution atmosphérique?

L'air est pollué quand il renferme des matières qui incommode l'homme et les autres êtres vivants, nuisent à leur santé ou endommagent les propriétés.

Il y a deux principaux types de pollution atmosphérique :

1. la fumée, les particules de suie ou de cendre provenant de la combustion. La plupart des gens connaissent cette sorte de pollution parce qu'elle est habituellement visible.
2. les gaz comme l'anhydride sulfureux, le sulfure d'hydrogène et l'ozone qui sont invisibles.

De nombreuses activités de l'homme comme la combustion du mazout et divers procédés industriels produisent ces gaz. L'ozone est un gaz très actif formé par l'action d'un soleil brillant sur les gaz d'échappement des véhicules automobiles.

Depuis quand la pollution existe-t-elle?

La pollution atmosphérique n'est pas un problème nouveau. Dès le XIV^e siècle, l'emploi généralisé de la houille grasse couvrait Londres d'un nuage de fumée suffocante. La loi interdisait, sous peine de mort, de produire de la fumée noire et un homme fut pendu pour avoir enfreint cette loi. Au XIX^e siècle, la pollution est devenue un problème encore plus grave à cause de l'expansion de l'industrie et des villes. Aujourd'hui la pollution est pire que jamais. La solution de ce problème à l'échelle globale requiert une coopération internationale.

Les pluies acides

Le transport à distance des polluants atmosphériques pose le problème environnemental le plus urgent au Canada. Les polluants, qui se déplacent parfois sur des centaines ou même des milliers de kilomètres, peuvent avoir un effet nocif sur des régions qui ne tirent aucun avantage des industries qui en sont la source.

La forme sans doute la mieux connue de ce type de pollution est celle des pluies acides, expression populaire désignant la précipitation acidifiée qui se produit lorsque les oxydes de soufre et d'azote entrent en interaction avec l'humidité de l'atmosphère. Cette précipitation peut tomber sous forme de pluie, de grêle ou de neige et met en danger les écosystèmes aquatiques et terrestres.

Les effets des pluies acides et de la pollution atmosphérique

La mort de populations entières de poissons est attribuable aux pluies acides; selon des études, ces dernières peuvent accroître le niveau d'acidité du sol à tel point que la croissance forestière s'en trouvera retardée et les récoltes ruinées.

Les effets de la pollution de l'air sont nombreux et nuisibles. L'air pollué corrode les métaux, décolore les peintures et fendille les objets de caoutchouc. La suie accroît les frais de blanchissage et de nettoyage. L'anhydride sulfureux peut endommager ou détruire les arbres et les plantes.

L'effet de la pollution sur la santé est d'une importance beaucoup plus grande que les dommages à la propriété. Des maladies comme l'emphysème, la bronchite et l'asthme sont aggravées par la pollution de l'air et on estime que le cancer du poumon pourrait y être relié. Le grand brouillard industriel qui s'est abattu sur Londres en 1952 a entraîné la mort de 4 000 personnes. D'autres désastres imputables à la pollution se sont produits au Mexique, aux États-Unis et en Belgique. En novembre 1962, un épais brouillard a atteint un point presque critique à Toronto.

Quel est l'effet du temps sur la pollution atmosphérique?

La météorologie et la pollution de l'air ont plus d'un point en commun. Le plus évident est l'accroissement des niveaux moyens de pollution par temps froid. En hiver, il y a plus de fumée parce que le chauffage entraîne une consommation de combustible plus élevée.

Un autre facteur qui influe sur la concentration des polluants dans l'air est la turbulence atmosphérique, c'est-à-dire le mouvement irrégulier de l'air; elle est encore plus marquée lorsque le vent est fort et souffle par rafales. À cause de ces turbulences, la fumée et les

gaz sont entraînés et mélangés au-dessus d'une vaste région. D'autre part, un vent léger et régulier apporte de faibles turbulences créant alors une concentration de polluants près du sol.

Si vous demeurez dans une grande ville, vous pouvez observer l'effet du vent et de la turbulence sur la pollution. Les jours de vents légers, l'air peut être enfumé ou brumeux, et les polluants donneront au ciel un aspect blanchâtre. Lorsque le vent est fort et violent, vous constaterez que l'air est propre et que le ciel est d'un bleu clair et brillant.

Les météorologues peuvent évaluer le degré de turbulence en mesurant le gradient vertical de la température. Habituellement, la température baisse quand on monte dans l'atmosphère et la turbulence y est suffisante pour épargner les polluants sur une grande région. Toutefois, il arrive que l'air soit plus chaud en altitude qu'aux bas niveaux. Cela s'appelle une inversion de température. Dans un tel cas la turbulence est faible et la fumée et les gaz se rassemblent près du sol. Heureusement, les inversions sont habituellement de courte durée; souvent elles se forment la nuit pour disparaître à l'aube, mais parfois elles durent plusieurs jours. Les polluants emprisonnés se concentrent alors jusqu'à un niveau élevé, et c'est ce qui s'est produit durant les désastres susmentionnés.

La turbulence produit ce que les météorologues appellent la diffusion. Si vous laissez tomber doucement une petite quantité d'encre dans un verre d'eau, la couleur se répandra et deviendra moins prononcée. C'est un phénomène de diffusion. Un panache de fumée relâché dans l'atmosphère se comporte de la même façon.

En permettant à l'eau de se tranquilliser parfaitement avant de verser l'encre, cette dernière se diffusera plus lentement. La fumée relâchée en air calme se comporte de façon semblable. (Refroidir ou réchauffer l'eau par-dessous produira aussi un effet intéressant sur la diffusion de l'encre.)

Que peut-on faire au sujet de la pollution atmosphérique?

Plusieurs mesures peuvent être prises, et son de fait prises, pour lutter contre la pollution de l'air. La plupart des provinces et des villes ont promulgué des lois et règlements en vue de restreindre l'émission de polluants. Dans la plupart des pays industrialisés, toutes les nouvelles voitures doivent être munies de dispositifs capables de supprimer les gaz nocifs d'échappement. Les usines peuvent installer des filtres dans leur cheminées. Les météorologues pouvant prévoir des périodes de mauvaise diffusion, les usines peuvent réduire l'émission de polluants durant ces périodes. Le simple citoyen peut collaborer aussi en faisant fonctionner son appareil de chauffage correctement de façon à éviter de produire trop de fumée.

11. Les sondages en altitude

Les satellites terrestres employés pour sonder les zones les plus éloignées de l'atmosphère ont attiré l'attention du monde entier. On ignore peut-être souvent que les météorologues étudient la haute atmosphère depuis plus de cinquante ans au moyen de techniques sans cesse améliorées.

Le météorologue s'intéresse surtout à la couche d'atmosphère de 30 000 m au-dessus de la surface de la terre. C'est une couche d'air relativement mince : si l'on réduisait la taille de la terre à celle d'une pomme, cette couche d'air serait représentée par la peau de la pomme. L'air a cependant un poids considérable et les neuf dixièmes de la masse totale de l'atmosphère sont comprimées dans cette couche peu épaisse. La plupart des phénomènes atmosphériques qui influent sur les activités quotidiennes de l'homme se forment au-dessous de 30 000 m.

Au Canada, 34 stations en altitude relâchent dans l'atmosphère un appareil de radiosonde deux fois par jour, à midi et à minuit, temps universel (TU). La radiosonde est entraînée par un gros ballon de caoutchouc rempli d'hydrogène et muni d'un parachute. Le ballon s'élève de 300 m par minute environ et se gonfle jusqu'à ce qu'il atteigne sa limite de résistance, soit un diamètre de 6 m environ, puis il éclate. L'éclatement se produit en général entre 25 000 et 30 000 m. Le parachute s'ouvre alors et la radiosonde redescend sur terre.

Le fonctionnement d'une radiosonde

La radiosonde est munie d'éléments de détection qui, pendant son ascension, mesurent la pression, la température et l'humidité de l'air. Elle est également munie d'un petit émetteur radio qui transmet continuellement les renseignements à la station au sol. L'appareil dérivant au gré des vents, il est possible de calculer la vitesse et la direction du vent à n'importe quel niveau en suivant le déplacement de la radiosonde. Celle-ci est repérée avec précision, à partir de la station au sol, par une antenne directionnelle ultra-sensible qui recueille aussi les données météorologiques.

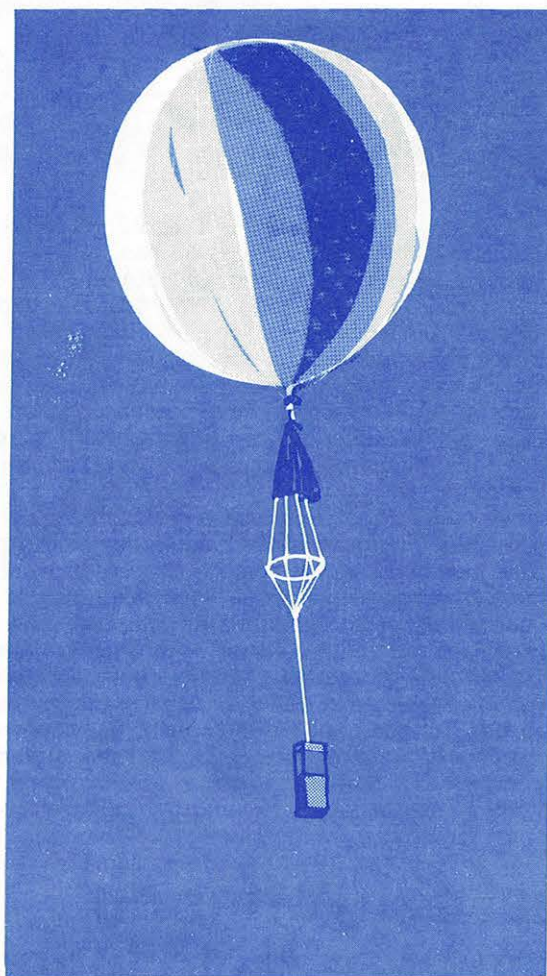
Le coût du matériel utilisé pour une observation aérologique (la radiosonde, le ballon, les piles, l'hydrogène, etc.) s'élève à environ 100,00 \$ par sondage. Deux techniciens mettent environ cinq heures à réaliser une observation aérologique complète, ce qui comprend la préparation de l'hydrogène, l'enregistrement des signaux, le calcul et le codage des données, et enfin la vérification des calculs. Les résultats sont transmis par un réseau complexe de communications à un ordinateur (qui se trouve à Toronto) et à tous les bureaux météorologiques du pays où ils sont analysés et interprétés.

Les radiosondes peuvent subir une dérive importante pendant leur montée dans l'atmosphère et on a retrouvé des instruments de 300 à 500 km de leur point de lancement. Étant donné l'éloignement de la plupart des stations de radiosondage, on ne récupère que très peu

d'instruments et c'est pourquoi ils ne sont pas conçus pour être réutilisés.

À l'origine, le matériel de radiosondage était entraîné par des ballons et les données étaient inscrites par un stylet sur une plaque fumée. Il fallait cependant récupérer ces instruments pour recueillir les renseignements. On a aussi fait des essais à l'aide d'instruments entraînés par des cerfs-volants. Pendant une courte période, en 1935, on a fait des observations au moyen d'avions qui montaient rarement au-dessus de 6 000 m.

Les observations aérologiques sont coûteuses mais les données recueillies sont devenues indispensables au spécialiste en prévisions. Les données d'observation en altitude sont également utilisées dans la recherche sur les processus atmosphériques et en climatologie. La prévision météorologique à l'échelle mondiale et des prévisions précises à long terme ne deviendront possibles que si l'on arrive à mieux comprendre ces processus. La connaissance des vents en altitude permet aussi de prévoir les retombées radioactives.



12. Les satellites météorologiques

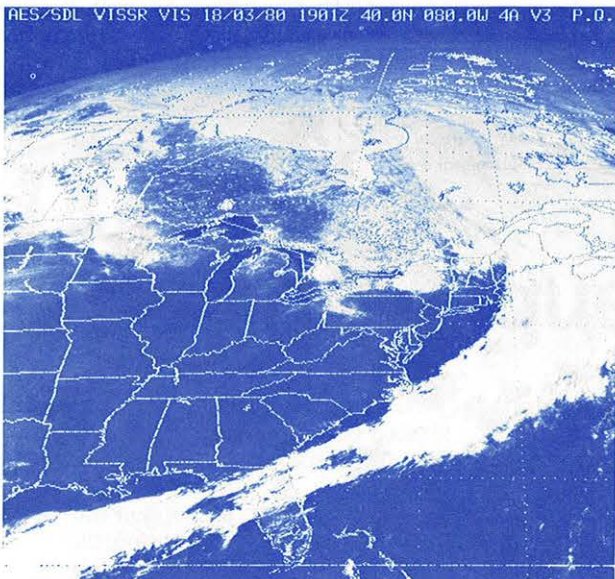
Fonctionnement du système

Un satellite météorologique est muni de senseurs, d'un processeur central qui assure le traitement des données recueillies, le stockage et l'émission des informations, d'émetteurs et de récepteurs et d'un bloc d'alimentation qui fonctionne à l'aide de panneaux et de piles solaires.

Deux types de satellites météorologiques ont vu le jour au cours des dernières années: le satellite à orbite polaire et le satellite géostationnaire. Il existe actuellement six satellites géostationnaires actifs – deux étant opérationnels (GOES-East et GOES-West) et quatre en réserve – et deux satellites à orbite polaire actifs (NOAA). Ces satellites ont des capacités similaires mais des orbites différentes.

Les satellites géostationnaires orbitent au-dessus de l'équateur, à une altitude d'environ 36 000 km. Le temps que met un de ces satellites à compléter une orbite ouest-est est identique à la durée d'une rotation complète de la terre. Par conséquent, le satellite "plane" au-dessus d'un même point et demeure stationnaire par rapport à la terre. Le satellite GOES-East est stationnaire à la longitude 75° ouest tandis que le GOES-West est stationnaire à la longitude 136° ouest. Chaque satellite géostationnaire surveille continuellement une partie de la surface de la terre et donne des images toutes les 18 minutes environ.

Les satellites à orbite polaire orbitent à environ 860 km au-dessus de la terre. Étant donné que ce type de satellite met environ 1-3/4 heure pour effectuer une orbite complète à cette altitude, le satellite fait le tour de la terre environ 14 fois par jour. Puisque la terre tourne en-dessous du satellite, l'orbite de ce dernier est décalée vers l'ouest



L'est de l'Amérique du Nord vu d'un satellite géostationnaire

d'environ deux fuseaux horaires à chaque orbite. Afin d'améliorer la fréquence de couverture, les États-Unis ont placé deux de ces satellites en orbite avec 6 heures de décalage. Cela signifie qu'ensemble, les satellites à orbite polaire donnent quatre images d'une zone donnée en une période de 24 heures.

Les satellites géostationnaires et à orbite polaire sont munis d'instruments semblables et produisent des images de la façon suivante: chaque satellite comporte un télescope à miroirs pointé directement vers la terre. À mesure que le satellite se déplace sur son orbite, un miroir du télescope balaie la terre et l'espace en direction est-ouest. Les rayonnements visibles et infrarouges réfléchis par le miroir sont concentrés sur un détecteur infrarouge et un détecteur de lumière visible. Ce système est appelé radiomètre à balayage visible et infrarouge. L'information recueillie par le satellite est ensuite transmise vers la terre à une vitesse de 1,25 seconde par ligne. Étant donné qu'il faut environ 850 lignes pour former une image, la transmission d'une image nécessite environ 18 minutes.

Les satellites, tant géostationnaires qu'à orbite polaire, émettent jour et nuit des images de la terre et de la couverture nuageuse. Les satellites recueillent également des données permettant de mesurer la température et la hauteur des nuages, les profils de température et d'humidité de l'atmosphère et les températures de la surface océanique. Les senseurs hyperfréquences peuvent voir "au travers" des nuages en l'absence de pluie et, par conséquent, produire des profils de température en présence de nuages. Le rayonnement infrarouge émis par la terre et les nuages est utilisé par les satellites pour donner des images nocturnes de la couverture nuageuse et des températures pour de grandes zones de la surface océanique.

Un des avantages des satellites géostationnaires est que la direction et la vitesse des vents peut être déterminée à partir du mouvement des nuages. Ce mouvement est observé sur film en accéléré, à partir d'une série d'images séquentielles prises par le satellite géostationnaire. Les satellites à orbite polaire ne peuvent pas fournir avec précision ce type d'information étant donné qu'ils ne passent pas au-dessus de la même zone à chaque orbite et que l'intervalle entre les images d'un même endroit est trop long. Un des avantages du satellite à orbite polaire est sa capacité de surveillance de l'état des glaces dans l'Arctique canadien.

Les satellites géostationnaires ne donnent pas d'informations précises sur le nord canadien au-delà du 60e nord parce qu'ils orbitent au-dessus de l'Équateur et que, de cet angle, ils ne voient que le côté des nuages. Par contre les satellites à orbite polaire passent plus près de la terre et leurs images ont un meilleur pouvoir séparateur que celles des satellites géostationnaires. Comme les tempêtes peuvent se former, se déchaîner et s'évanouir rapidement, un satellite à orbite polaire qui passerait au-dessus d'une zone une seule fois toutes les 12 heures pourrait ne pas détecter un grand nombre de ces phénomènes. Une des contributions les plus importantes des satellites géostationnaires est qu'ils balaient toujours la même zone et peuvent détecter et surveiller l'évolution de la plupart des tempêtes.

Le SEA exploite des stations réceptrices d'images satellites à Toronto, Edmonton, Vancouver de même qu'à Montréal. L'ouverture de cette dernière fut inaugurée en 1989. De plus, une station à Sondre Stromfjord, au Groenland, est exploitée conjointement par le SEA et le Service météoro-

logique danois et couvre l'Arctique et l'océan Atlantique nord. Les stations plus petites de Whitehorse, Inuvik, Yellowknife, Resolute, Iqaluit et Gander desservent les régions avoisinantes. Ces stations fournissent une imagerie satellite pour les prévisions du temps et l'état des glaces de mer.

Compte tenu de la grande quantité de données en temps réel fournies par les satellites météorologiques, les prévisionnistes utilisent des ordinateurs et des modèles numériques complexes pour analyser les données et prévoir les tendances météorologiques. Un grand nombre de calculs qui nécessitent l'entrée de données sur une base globale sont résolus par les ordinateurs. Les prévisionnistes locaux modifient les résultats des prévisions générales selon les observations météorologiques et la topographie locales.

13. Le temps et le radar

Origine du mot «radar»

Le mot «radar» est une abréviation de l'expression anglaise *Radio Detecting And Ranging*, qui signifie «détection et télémétrie par radio».

Historique

La plupart des gens croient que le radar a été inventé lors de la Deuxième guerre mondiale pour des raisons militaires, car c'est pendant ce conflit qu'un équipement radar a été construit pour la première fois. Mais c'est en 1887 que le physicien allemand Hertz a le premier observé le principe qui est à la base du radar. Il a décou-

vert que les ondes électromagnétiques (radio) et les ondes lumineuses ont des propriétés similaires en ce sens qu'elles peuvent être réfléchies par les objets et concentrées en faisceaux au moyen de réflecteurs. Le radar est donc, en fait, une mise au point graduelle des recherches initiales de Hertz.

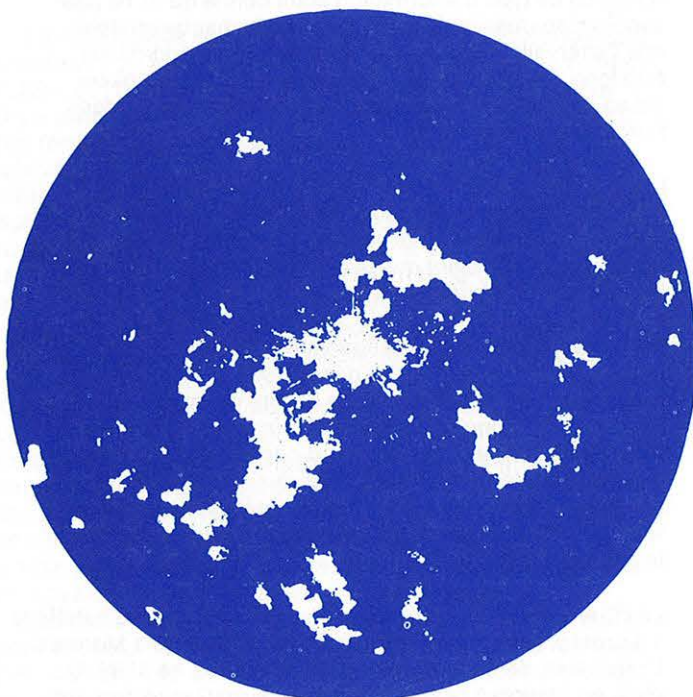
Sous la direction de Sir Robert Watson-Watt, la construction d'un matériel radar est achevée avec succès en 1935, ce qui a conduit à la mise au point du premier système d'alerte aérienne qui a joué un rôle si important dans la bataille d'Angleterre.

En employant le radar pour la détection des aéronefs, on s'est vite aperçu que les zones de précipitations apparaissaient aussi sur l'écran radar. Pour les météorologues, ce nouvel outil était d'une valeur inestimable.

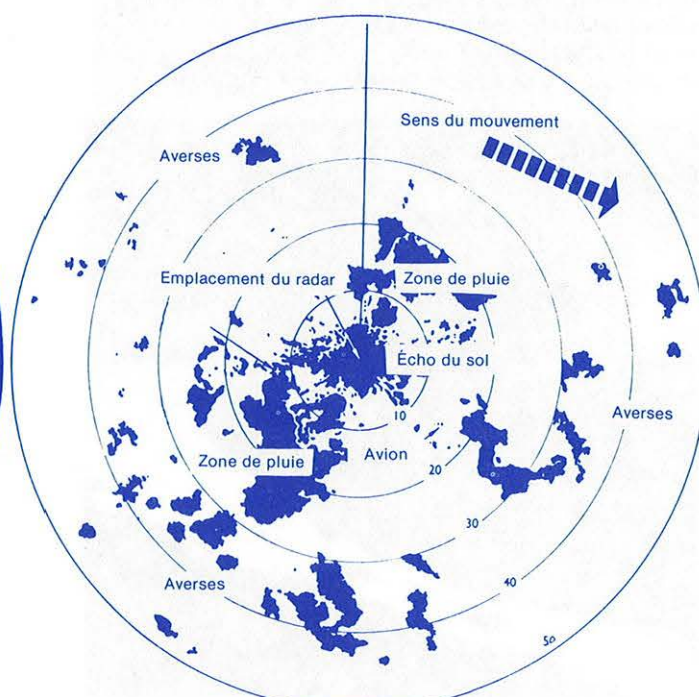
Fonctionnement du radar

La réflexion des ondes radio et des ondes de télévision est très semblable à celle des ondes sonores. La réflexion du son par une falaise, particulièrement dans une vallée étroite, ou la réflexion par les murs d'un long corridor, produit un effet d'écho ou réverbération. De la même façon lorsqu'une onde radio frappe un objet, une très petite quantité d'énergie est renvoyée au point d'émission.

Dans le système radar à impulsions, les ondes radio sont émises par secousses puissantes, concentrées en un faisceau étroit et diffusées dans l'espace par une antenne qui tourne lentement. La durée de l'impulsion est ordinairement d'un ou de deux millionnièmes de seconde et l'intervalle entre les impulsions (ou période de silence) est un peu plus long. Lorsque ces impulsions d'énergie, qui voyagent à la vitesse de la lumière, soit 300 000 km à la seconde, frappent un objet comme un avion, un navire, la pluie, la neige ou la grêle, une très



Écran PPI



Interprétation du PPI

petite quantité d'énergie est renvoyée au radar comme un écho. Vu que les ondes radio voyagent à la vitesse de la lumière et que l'orientation de l'antenne peut être contrôlée, il est possible de déterminer la distance et la direction de la cible. L'écho est reçu par l'antenne radar durant la période de silence et il est transmis de l'antenne au récepteur radar qui l'amplifie et le transforme en signal visuel qui apparaît sur un écran.

L'indicateur, qu'on appelle écran radar, ressemble beaucoup à un écran de télévision. L'image des échos radar peut apparaître sur l'écran de différentes manières. Le principal écran radar est le PPI (*plan position indicator* ou indicateur de gisement en projection); il donne une image qui ressemble à une carte sur laquelle sont indiquées la distance et la direction des échos par rapport au centre de l'image qui représente l'emplacement du radar. Tous les échos détectés durant chaque rotation de l'antenne apparaissent sur l'écran PPI, l'image s'efface à la rotation suivante et est remplacée par la nouvelle image.

Un autre genre d'indicateur, le RHI (*range height indicator* ou indicateur distance-altitude) indique la distance et la hauteur, des échos de précipitations le long du faisceau radar; cette image est obtenue lorsque l'antenne ne tourne pas mais oscille sur le plan vertical. Les illustrations montrent des images d'échos typiques sur un écran et la manière de les interpréter.

Le troisième indicateur se nomme le Constant Altitude PPI ou CAPPI. Il est fabriqué au moyen de données informatiques provenant de plusieurs analyses PPI (à différentes altitudes). Le résultat : une tranche horizontale dans l'atmosphère. Les indicateurs CAPPI communs se situent à 1, 5, 4, 7, 11 et 15 km.

Emploi du radar en météorologie

Certaines stations météorologiques canadiennes sont déjà dotées de matériel radar et d'autres installations sont prévues. Ces appareils, spécialement conçus pour l'étude des phénomènes météorologiques, ont beaucoup aidé les météorologues à détecter l'évolution des orages et d'autres formes de perturbations atmosphériques, et à prévoir le temps à courte échéance. Les chercheurs en météorologie ont fait un grand usage du radar pour l'étude des précipitations, des tornades, des ouragans et des orages. Au Canada, le radar a beaucoup servi à l'étude de la formation de la grêle.

14. Signes météorologiques

Attendez-vous à un temps nuageux et incertain lorsque

- la pression barométrique baisse;
- la température nocturne est plus élevée que d'habitude;
- les nuages se déplacent dans des directions différentes et à différentes altitudes;
- de minces nuages blancs (cirrus) très élevés s'accumulent ou qu'un large anneau encercle le

soleil ou la lune et reste visible jusqu'à ce que les nuages s'épaississent et obscurcissent le soleil ou la lune;

- en été, les nuages deviennent noirs l'après-midi.

Attendez-vous à une précipitation persistante lorsqu'il y a eu des signes de temps incertain et que

- le vent souffle du sud ou du sud-est et la pression diminue; il y aura de la pluie (ou de la neige) dans moins d'un jour si la pression descend lentement; si la pression descend rapidement, il tombera de la pluie bientôt et le vent ira en augmentant;
- le vent souffle du sud-est vers le nord-est et la pression baisse; la pluie (ou la neige) est proche;
- des nuages d'orage se forment dans un vent du sud ou du sud-est.

Attendez-vous à des averses lorsque

- des nuages d'orage se forment dans un vent d'ouest;
- des cumulus se forment rapidement au début de l'après-midi, au printemps ou à l'été.

Attendez-vous à l'arrivée du beau temps lorsque

- la pression barométrique monte;
- le vent tourne à l'ouest ou au nord-ouest;
- la température diminue rapidement, surtout au cours de l'après-midi.

Attendez-vous à la prolongation du beau temps lorsque

- le baromètre est au beau fixe ou monte lentement;
- la nébulosité diminue après 15h ou 16h;
- la brume du matin se dissipe dans les deux heures qui suivent le lever du soleil;
- une brise légère souffle de l'ouest ou du nord-ouest;
- le soleil est rouge au coucher.

Attendez-vous à une élévation de température lorsque

- la pression barométrique descend; en été, une baisse de la pression barométrique peut indiquer un temps nuageux plus frais que par temps clair;
- le vent du nord ou de l'ouest change de direction;
- le ciel est clair le matin, sauf si la pression barométrique est élevée ou monte en hiver, ou lorsque le vent souffle fort du nord ou de l'ouest.

Attendez-vous à une baisse de température lorsque

- le vent tourne du sud-ouest à l'ouest, ou de l'ouest au nord-ouest ou au nord;
- le ciel se dégage (un ciel qui se dégage le matin amènera probablement du temps plus chaud l'après-midi, particulièrement en été);
- la pression barométrique monte en hiver;
- il y a des bourrasques de neige par vent d'ouest ou du nord;
- la pression est basse et tombe rapidement, et le vent de l'est ou du nord-est tourne lentement au nord (la température baissera graduellement).

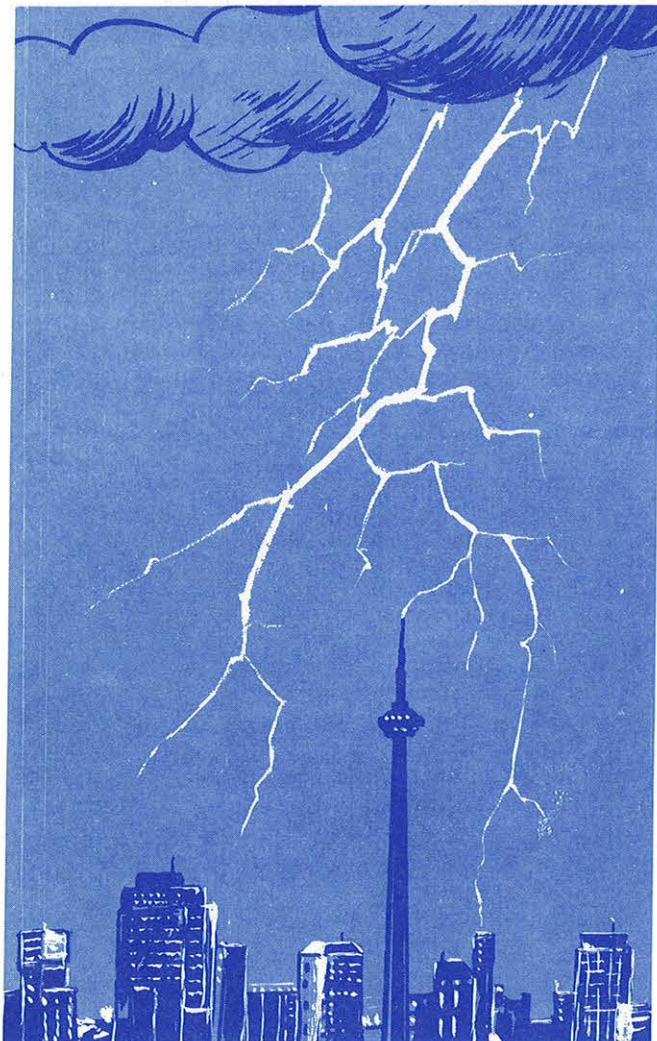
Phénomènes météorologiques inhabituels

Certains phénomènes météorologiques font l'objet d'études spéciales parce qu'ils sont d'un intérêt particulier pour tous ou qu'ils comportent certains dangers.

Les plus importants de ces phénomènes sont décrits dans les pages qui suivent.

1. LES ORAGES ET LA FOUDRE

De nombreuses personnes ont peur des orages, et leurs craintes sont absolument hors de proportion avec le danger réel que représente cette violente manifestation des forces de la nature. Une meilleure connaissance de ce phénomène vous permettra de prendre les précautions qui conviennent et dissipera toute crainte superflue.



Leurs causes

En 1752, le savant français d'Alibard démontra que les nuages où se déclenchaient les éclairs étaient chargés d'électricité; la même année, Benjamin Franklin corroborait cette affirmation grâce à sa fameuse expérience du cerf-volant.

Nous savons maintenant que des portions de nuages d'orage renferment des charges positives d'électricité, d'autres portions des charges négatives. Ces deux charges opposées s'entrechoquent et s'amplifient à un point tel que la résistance électrique de l'atmosphère se brise, tout comme un ballon qui éclate. La décharge électrique ainsi produite zèbre l'atmosphère de lignes lumineuses appelées éclairs; elle est constituée de particules électriques qui se déplacent très rapidement en lignes sinueuses. Environ un tiers de toutes les décharges ont lieu entre les nuages ou à l'intérieur de ces derniers.

Si une décharge se produit entre un nuage et la terre, elle se déclenche d'ordinaire dans la partie basse du nuage et se déplace à environ 200 km/s vers le sol. Pendant ce temps, des décharges électriques partent du sol à la rencontre de la décharge du nuage jusqu'à ce qu'un canal soit trouvé. Une puissante décharge électrique remonte alors ce canal à une vitesse de près de 40 000 km/s. Ce phénomène est souvent appelé éclair fulminant car il se produit en sillons qui ne sont ni rectilignes ni en zigzag mais courbés avec des arrondis graduels. On trouve aussi le nom d'éclair ramifié lorsqu'il se subdivise en plusieurs branches. Enfin, on lui donne aussi le nom d'éclair sinueux en raison de ses nombreux traits et segments apparents.

Un phénomène assez fréquent qui s'apparente à l'éclair est la lueur que l'on voit souvent les nuits d'été et que l'on appelle éclair diffus ou éclair de chaleur. Ce n'est pas une forme particulière d'éclair mais une lueur réfléchie par diffusion d'un éclair que l'observateur ne peut voir.

Tous les noms que nous venons de mentionner se réfèrent en fait à un seul type d'éclair : l'éclair fulminant. Il nous reste un autre type à considérer : l'éclair en boule. De nombreux savants affirment qu'il s'agit d'une illusion d'optique. On pense que les cas d'éclair en boule qui ont été signalés sont dus à des phénomènes d'image rémanente : c'est ce qui se produit lorsqu'on a fixé le soleil pendant un court instant, sans verres protecteurs.

La longueur des éclairs fulminants peut aller de 100 m à 20 km dans le cas de l'éclair sinueux.

La température de l'air le long du trajet de l'éclair ne peut être donnée en fonction des chiffres d'un thermomètre ordinaire, mais il semble que la température effective soit très élevée. Vous pouvez penser que l'air traversé par l'éclair est "grillé". En un sens, c'est vrai, et de nombreuses personnes disent avoir senti une odeur de roussi. La foudre perturbe sur son trajet de nombreuses molécules d'oxygène, d'azote et de vapeur d'eau. Comme ces éléments, par réaction chimique, se combinent avec d'autres pour former de nouvelles substances, en particulier de l'ozone, de l'ammoniaque et certains acides dérivés de l'azote, leur odeur est très irritante et, partant, facilement décelable.

La foudre peut détruire complètement un grand arbre, mais parfois, le courant suit le grain du bois sur un trajet étroit, juste sous l'écorce. Les dégâts seront alors légers, mais lorsqu'une forte décharge suit le centre d'un arbre, le tronc tout entier peut éclater, les morceaux s'éparpillant sur des centaines de mètres dans toutes les directions. Certaines personnes aimeraient que l'énergie ainsi dégagée soit captée et mise à profit. Les spécialistes ont calculé qu'un éclair consommait au maximum l'équivalent, en énergie, d'une machine de 2 800 kilowatts/heure. Les 44 000 éclairs qui se produisent par jour dans le monde fourniraient l'équivalent de 100 éclairs par seconde. Même à un cent le kilowatt/heure, cette énergie vaudrait 200 millions de dollars par jour. Mais les ingénieurs en électricité affirment que capter cette énergie serait aussi difficile que de construire un pont reliant la terre et la lune.

Le tonnerre est le sous-produit de la foudre. Tout le long du trajet suivi par l'éclair se produit une explosion soudaine et violente; l'air environnant est comprimé et ces ondes de choc sont comparables à celles qui sont formées par un coup de canon. Le tonnerre est donc dû à l'expansion explosive qui accompagne une montée soudaine et rapide de la température. Lorsque l'éclair est court et droit, les ondes sont perçues sous la forme d'un seul coup de tonnerre. Mais si le trajet est long et ramifié, on entend alors une succession de grondements; ceci s'explique par le fait que l'éclair frappe à une distance qui est souvent à plusieurs kilomètres de son point de départ alors qu'il faut environ trois secondes pour que le son parcoure un kilomètre.

Dangers de la foudre

Voyons maintenant les dangers que représente la foudre et les moyens de nous en protéger. Chaque année la foudre fait un bon nombre de morts et de blessés et cause des dégâts matériels de plusieurs millions de dollars au Canada et aux États-Unis.

Au Canada, en moyenne 16 Canadiens ont été tués par la foudre chaque année. Plus de 20 pour cent de tous les feux de forêts au Canada et jusqu'à 40 pour cent en Colombie-Britannique sont attribuables à la foudre.

Chaque année, la foudre allume environ 2 000 incendies affectant les propriétés privées, soit approximativement 2,5 pour cent de tous les incendies recensés; les pertes ne représentent toutefois que 1,5 pour cent de la totalité des pertes financières attribuables aux incendies au Canada.

Il n'est cependant pas difficile de se protéger de la foudre. Une maison à charpente métallique offre une excellente protection. Le courant suit la charpente du bâtiment et même si ce dernier était touché, personne à l'intérieur ne s'en apercevrait. Un toit métallique dont tous les coins sont bien reliés à la terre assure une bonne protection. Un paratonnerre bien installé protégera n'importe quel genre d'édifice. S'il est frappé par la foudre, l'édifice risque moins de brûler ou de subir de gros dommages.

Si vous êtes surpris par l'orage, trouvez un abri à l'intérieur. Si ce n'est pas possible, réfugiez-vous dans une crevasse, sous une falaise ou dans une grotte. Éloignez-vous des arbres isolés; évitez les zones surélevées et la lisière d'un bois. Il est moins dangereux de s'abriter sous des arbres bas bien situés dans un bois, et qui ne sont pas trop près de grands arbres, que sous un arbre isolé. Lorsque l'orage est très violent, n'hésitez pas à vous asseoir ou même à vous coucher dans un fossé, malgré le manque de confort de cette position. Il ne faut jamais s'approcher à plus de 30 m d'une clôture en fil de fer parce que vous pourriez être

électrocuté par la foudre qui serait tombée sur la clôture à 1 km de là. Si vous êtes dans la maison, il ne sert à rien de fermer portes et fenêtres, sinon pour empêcher la pluie d'entrer; la foudre peut passer à travers un mur de briques aussi facilement qu'à travers une fenêtre ouverte. Il n'y a pas de raison non plus de supposer que la présence ou l'absence de courant d'air puisse avoir un effet quelconque sur le trajet de la foudre.

Les antennes de radio, les fils électriques, les câbles téléphoniques et les canalisations d'eau sont d'excellents conducteurs d'électricité et, partant, de la foudre. S'ils sont bien installés et bien reliés à la terre, ils ne sont pas dangereux. Le corps humain n'est pas un très bon conducteur d'électricité mais ne prenez pas de risque en vous approchant trop près des conducteurs. Remettez tout simplement à plus tard le bain chaud que vous alliez prendre, le coup de téléphone que vous alliez donner ou ce dernier petit repassage.

Il est inutile de débrancher prises et antennes si votre système électrique est en bon état. Les amateurs de golf par temps de pluie devraient savoir que le fait d'élever leur bâton de golf à crosse métallique au-dessus de leur tête peut être mortel. Il est aussi recommandé aux nageurs de sortir de l'eau. Si vous êtes en automobile, ne vous garez pas près d'un grand arbre ou d'une clôture grillagée. Vous avez une chance sur 350 000 d'être tué par la foudre et la probabilité sera encore moins élevée si vous prenez des précautions. En fait, vous avez 50 fois plus de chances d'être tué dans un accident d'automobile.

Certains croient, à tort, que la foudre ne tombe jamais deux fois au même endroit. La réalité est tout autre. *L'Empire State Building*, à New York, a été frappé par la foudre 15 fois en 15 minutes.

Un orage peut-il faire surir le lait? Non. Il semble plutôt qu'un temps chaud et humide qui provoque les orages de chaleur favorise la croissance des bactéries qui gâtent les aliments. Les bactéries du lait vont donc se multiplier plus vite que d'habitude par un tel temps, de sorte que le lait, qui avait un goût normal le matin, sera sur en fin d'après-midi, moment où les orages de chaleur se produisent généralement.

JEU QUESTIONNAIRE SUR LA FOUDRE

Mesurez vos connaissances sur la foudre à l'aide du questionnaire qui suit.

Vrai ou faux

1. Il est dangereux de laisser les portes et les fenêtres ouvertes au cours d'un orage.
2. Si vous êtes surpris par un orage en terrain découvert, il est préférable de vous réfugier sous un arbre.
3. Pendant un orage, vous êtes plus en sécurité à la ville qu'à la campagne.
4. Si un orage éclate alors que vous conduisez une automobile, il vaut mieux en descendre et vous en éloigner.
5. La foudre ne frappe jamais deux fois au même endroit.
6. Le tonnerre peut être aussi dangereux que l'éclair.
7. Il y a plus d'orages en une année à Toronto qu'à Vancouver.

RÉPONSES AU JEU QUESTIONNAIRE SUR LA FOUDRE

1. Faux — Fermer portes et fenêtres empêche la pluie d'entrer mais n'a aucun effet sur la foudre.

2. Faux — Cet arbre est une belle cible pour la foudre et vous pouvez être sur son trajet. Les animaux qui se blottissent sous les arbres isolés se font parfois tuer.
3. Vrai — Les nombreux immeubles élevés qui ont des prises de terre conduisent la décharge de la foudre jusqu'au sol sans danger.
4. Faux — Votre automobile vous protégera efficacement, mais s'il pleut beaucoup, vous feriez bien d'arrêter et d'attendre que la visibilité soit meilleure avant de repartir.
5. Faux — La foudre tombe souvent plus d'une fois au même endroit.
6. Faux — Le tonnerre n'est que le bruit qui accompagne la décharge électrique; il ne peut vous faire de mal.
7. Vrai — Toronto subit en moyenne 22 orages par année et Vancouver, 4 seulement.

2. LES OURAGANS ET LES TORNADES

Les ouragans

On les appelle typhons au Japon, cyclones au Bengale, "willy-willies" en Australie; en Amérique du Nord, nous appelons ouragans ces tempêtes tropicales qui entraînent des inondations et sèment sur leur passage la désolation et la mort. Pour être classés comme ouragans, ces tempêtes doivent être accompagnées de vents de plus de 117 km/h.

Les ouragans prennent naissance dans les régions tropicales. Au maximum de leur développement, ce sont les plus destructrices de toutes les tempêtes. Les vents de tornade soufflent plus violemment mais le couloir qu'ils empruntent est très étroit : un huitième de kilomètre en moyenne. En revanche, les vents violents d'un ouragan peuvent s'étendre sur des centaines de kilomètres.

En périphérie, les vents de l'ouragan soufflent en rafales mais à moins de 30 km/h. La vitesse augmente à mesure que l'on approche du centre de la tempête. Les grains sont suivis de coups de vent furieux; s'il s'agit d'un gros ouragan, les vents en bordure du centre tourbillonnent à des vitesses vertigineuses. Ces vents soulèvent sur l'océan d'énormes vagues qui envoient parfois des navires par le fond. Sur la terre ferme, les récoltes et les vergers sont détruits, les édifices démolis, les arbres déracinés, et les débris sont emportés par le vent.

La prévision du trajet et de la vitesse des ouragans présente des difficultés énormes pour le prévisionniste. Les ouragans n'obéissent à aucune loi et il est difficile de les prévoir. Une erreur de 80 km dans le trajet prévu fait toute la différence entre de terribles ravages ou des dommages mineurs, d'où la nécessité de faire des prévisions aussi exactes que possible. En dépit de ces difficultés, les services météorologiques du Canada et des États-Unis ont réussi à sauver des vies humaines en émettant des préavis d'ouragan.

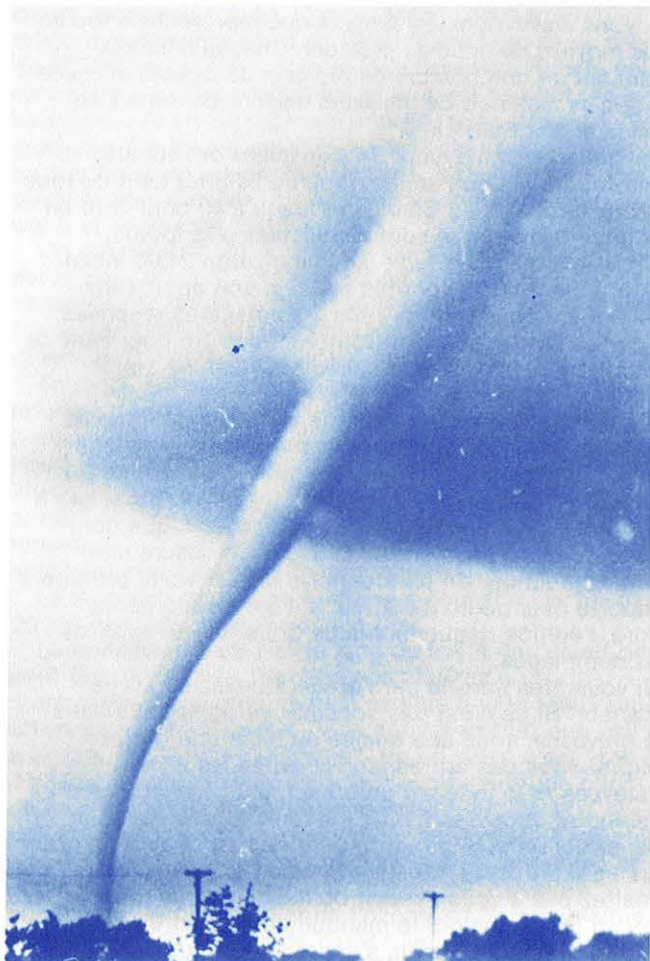
QUELQUES DONNÉES SUR LES OURAGANS

1. La vitesse maximale des vents d'un ouragan peut atteindre 400 km/h; en moyenne, elle s'établit à plus de 250 km/h.

2. L'oeil de l'ouragan est le centre de calme autour duquel soufflent les vents les plus violents.
3. En Amérique du Nord, la saison des ouragans s'étend de mai à décembre. Septembre est le mois le plus propice, et octobre le suit de près.
4. Au cours des 50 dernières années, 25 ouragans tropicaux sont passés au-dessus de l'Ontario ou à proximité; huit étaient accompagnés de vents violents et de pluies diluviennes.
5. L'ouragan le plus funeste de l'histoire s'est produit dans la région de la baie de Bengale, en 1737; 300 000 personnes se sont noyées.
6. Les météorologues donnent des prénoms aux ouragans afin de pouvoir suivre facilement la marche de plusieurs tempêtes à la fois. Une liste de prénoms masculins et féminins est établie à l'avance chaque année.
7. Bien que les vents d'ouragan atteignent une vitesse de plusieurs centaines de kilomètres à l'heure, le centre même de la tempête se déplace à une allure relativement faible. Le record de vitesse a été enregistré en Nouvelle-Angleterre en 1938 : l'ouragan se déplaçait à 90 km/h seulement.
8. Il ne se produit jamais d'ouragan sur le littoral ouest du Canada.

Les tornades

La tornade, appelée aussi cyclone, est un violent tourbillon local de l'atmosphère. À l'intérieur d'un nuage en forme d'entonnoir, des vents montent en spirale à une vitesse terrifiante. La tornade couvre une surface plus restreinte que la plupart des tempêtes mais aucune de celles-ci ne l'égale en violence. C'est aux États-Unis qu'il



Il y a le plus de tornades. Il y a environ 75 tornades par année au Canada; elles se au sud de l'Ontario et des Prairies ainsi qu'au sud-ouest du Québec. En moyenne, une seule tornade par année cause des dégâts ou des pertes de vie dans notre pays.

Des tornades se produisent aux États-Unis pendant toute l'année et à toutes les heures du jour, mais elles sont plus fréquentes en mai et juin, entre 15h et 18h; elles surviennent rarement après 21 heures.

Au Canada, des tornades se produisent presque tous les mois à toute les heures du jour, mais elles sont plus fréquentes en juin et juillet entre 15h et 18h; elles surviennent rarement après 21h. La trajectoire d'une tornade est d'environ 6 à 60 km et sa largeur peut varier de 80 à 800 m.

La vitesse des vents à l'intérieur du tourbillon d'une tornade n'a jamais été mesurée mais on croit qu'elle dépasse 400 km/h. La tornade elle-même se déplace à environ 70 km/h.

Les nuages qui accompagnent les tornades sont des cumulonimbus opaques et sombres (nuages d'orage) d'où pend une "trompe d'éléphant" tourbillonnante en forme d'entonnoir qui atteint parfois le sol. Le passage de la tempête est précédé de pluie et souvent de grêle et est ordinairement suivi de fortes averses.

Une tornade a des effets terrifiants : elle jette bas de gros immeubles, déracine des arbres, projette hommes et animaux dans les airs, arrache les ponts. La basse pression à l'intérieur du tourbillon du nuage fait littéralement exploser les édifices au-dessus desquels passe directement la tornade, la pression d'air plus élevée à l'intérieur des immeubles faisant éclater les vitres.

La majorité des dégâts sont dus aux forces de pression extrêmes exercées par les vents sur les murs extérieurs, aux objets transportés par le vent et à l'écroulement de la structure.

Il est souvent surprenant de constater à quel point la ligne de démarcation entre la zone presque entièrement dévastée et la zone voisine, légèrement touchée, peut être nette.

Le refuge le plus sûr pendant ces intempéries est l'abri contre les cyclones, lequel est construit sous terre, à proximité de la maison. Les immeubles modernes renforcés sont habituellement sûrs. Si l'on voit venir la tornade et que l'on connaît sa trajectoire, on peut s'en éloigner en fuyant perpendiculairement à cette direction. Environ 61 pour cent des tornades se dirigent habituellement du sud-ouest au nord-est; environ 16 pour cent des tornades viennent de l'ouest alors que 6 pour cent viennent du sud.

3. L'AUORE BORÉALE

De nombreux Canadiens ont pu observer une des manifestations les plus impressionnantes de la nature : l'aurore boréale.

Il arrive que certaines années, les aurores boréales soient plus fréquentes et plus brillantes. Ce phénomène n'est pas particulier au Canada : on en voit en Alaska, dans l'Atlantique-Nord et en Norvège, moins souvent dans les régions méridionales du Canada et occasionnellement aux États-Unis, en URSS, et en Grande-Bretagne. Le phénomène peut aussi s'observer dans les régions antarctiques où il porte le nom d'aurore australe.

En raison de l'abondance de la lumière artificielle des villes, les citoyens peuvent rarement apprécier la beauté des aurores boréales (ce nom leur fut donné, il y a plus

de trois siècles, par le philosophe français Gassendi). Une description ou une photographie d'une aurore boréale ne rend pas justice à sa beauté.

Le phénomène se produit beaucoup plus souvent qu'on ne le croit, car il est caché par les nuages ou n'est pas visible parce que le ciel est trop clair. Dans les régions où les aurores boréales sont très rares, les gens sont parfois profondément troublés et considèrent la chose comme une intervention surnaturelle, symbole d'un mauvais présage. Ainsi, au XVI^e siècle, des milliers de paysans français terrorisés par une grande aurore boréale se sont rassemblés à Paris pour y prier. En 1938, une aurore boréale fantastique de couleur rouge a fait croire aux gens qu'il y avait un incendie gigantesque sous l'horizon. De nombreux pays du sud-est de l'Europe ont même mobilisé leur équipement de lutte contre l'incendie vers l'endroit "en flammes".

Explication du phénomène

La lueur provient des électrons, des charges élémentaires d'électricité négative, qui viennent bombarder les gaz raréfiés de la haute atmosphère, procédé semblable à celui qui se produit dans une enseigne au néon. Ces gaz se trouvent aux confins de l'atmosphère de la terre, mais on croit que les électrons proviennent de la surface du soleil.

Les aurores boréales sont étroitement liées aux taches solaires, et c'est pourquoi on peut s'attendre à des manifestations lumineuses intenses durant les années où il y a beaucoup de taches solaires, soit à tous les onze ans. Quelques manifestations lumineuses réapparaissent à intervalles de 27 jours, soit la période de rotation du soleil. Elles peuvent illuminer le ciel d'un rouge brillant ou d'un vert éclatant, ou bien se présenter en arcs, en faisceaux lumineux dansants; elles peuvent aussi avoir l'apparence de vastes rideaux ondulants ou tout simplement éclairer le ciel d'une lueur constante.

Les couleurs de l'aurore boréale

Le vert est la couleur que l'on voit le plus souvent; elle provient du choc des électrons sur l'oxygène très froid des hautes couches de l'atmosphère. Les reflets seront rouges s'il s'agit d'azote plutôt que d'oxygène. En été, elle est parfois d'un gris violet, à cause des électrons qui traversent à toute vitesse la couche très chaude éclairée par le soleil la nuit. En effet, tard dans la nuit, les rayons violets de l'aurore boréale naissent de la lumière provenant des couches de l'atmosphère situées à des centaines de kilomètres d'altitude où l'air est très rare et où le soleil brille encore.

L'aurore boréale et le son

Les aurores boréales se produisent à au moins 65 km de la surface du globe, et parfois à quelque 1 000 km.

Elles se situent habituellement à environ 130 km d'altitude. Il est donc évident que ceux qui disent avoir entendu le sifflement, le bruissement ou le craquement d'une aurore boréale sont dans l'erreur. La distance qui sépare l'observateur du phénomène lumineux ne permet pas à qui que ce soit de l'entendre, même si un son était produit, ce qui est très peu vraisemblable.

L'aurore boréale et le temps

Les aurores boréales ont-elles une influence sur le temps? La réponse est non. Comme elles ne peuvent être observées que lorsque le ciel est clair, les gens les associent au beau temps. Même si nous ne pouvons pas les voir lorsque le ciel est couvert, elles peuvent offrir un spectacle magnifique auquel personne n'assiste. Quant au temps, elles ne permettent absolument pas de le prévoir.

Il reste beaucoup à apprendre sur les aurores boréales et sur leur origine, mais l'altitude à laquelle elles se produisent rend leur étude extrêmement difficile. Le développement de la technologie spatiale nous permet toutefois d'accroître rapidement nos connaissances en la matière.

4. LA LUNE ET LE TEMPS

Une foule de fausses croyances ont cours au sujet de la lune et du temps. On les retrouve chez tous les habitants du Canada et, en fait, partout dans le monde, depuis les temps les plus reculés. Elles ont été transmises de siècle en siècle. Certaines sont bien connues, d'autres un peu moins.

Selon une première croyance, si le croissant de la nouvelle lune est orienté vers le bas, le mois à venir ne sera pas beau car c'est une lune "mouillée" et elle ne "retiendra pas l'eau". Par contre si le croissant est orienté vers le haut, c'est une lune "sèche" parce qu'elle "retient l'eau", et il fera beau pendant le mois. D'autres croient qu'il gèle lorsque la lune est pleine, et qu'il ne faut rien planter dans son jardin avant d'avoir vérifié si la lune est dans une bonne phase. Certains sont convaincus que lorsque la nouvelle lune apparaît loin dans le Sud, c'est un signe de temps chaud. Pour d'autres, un changement de lune entraîne une modification du temps. Si nous traversons une période de sécheresse, quelqu'un nous dira : "Au changement de lune, il pleuvra"; et si le temps est à la pluie, il nous dira le contraire.

En réalité, la position du croissant dépend de l'angle sous lequel la lune est éclairée par le soleil. La portion de la lune qui est visible par une nuit claire dépend entièrement de la position de l'astre par rapport au soleil, et ces changements se font selon un ordre régulier. Que le soleil éclaire le haut de la lune ou le bas n'influe en rien sur le temps. La présence de la nouvelle lune au fil de l'horizon ou haut dans le ciel dépend de sa position par rapport au soleil et n'influe absolument pas sur le temps.

Ces différentes croyances proviennent du fait que certains mois sont inhabituellement pluvieux et d'autres inhabituellement secs, la nouvelle lune étant, durant ces mêmes périodes, orientée ou vers le haut ou vers le bas.

On se souvient de la coïncidence d'une lune "mouillée" et d'un mois pluvieux ou d'une lune "sèche" et d'un mois sec; mais on oublie les mois où la coïncidence n'existe pas. Un relevé du temps durant plusieurs années viendrait démentir ces croyances.

L'influence de la lune sur la terre et son atmosphère est très minime. En dehors de l'attraction qu'elle exerce sur la terre (ce qui engendre principalement les marées) et de la lumière agréable qu'elle dispense la nuit, elle n'a pratiquement aucun autre effet sur la terre. Elle cause, de fait, une légère marée atmosphérique, mais si faible qu'elle n'est pas un facteur déterminant dans les variations du temps. De plus, une étude des rapports météorologiques démontre clairement que les modifications du temps interviennent autant de fois entre les changements de lune que pendant ces derniers, et que hautes et basses pressions arrivent et repartent sans que la lune y fasse quoi que ce soit.

Examinons maintenant le problème du gel. Certains vont planter quelque chose dans leur jardin par une nuit sans lune pour éviter les dégâts causés par le gel alors que d'autres préféreront une nuit avec lune. Qui donc a raison? Voyons certaines données précises. Dans une région du Canada, 31 ans de relevés indiquent qu'il a gelé 266 fois alors que la lune brillait et 289 fois alors que la nuit était sans lune; dans une autre région, après 37 ans de relevés, il y a gelé 119 fois alors que la lune brillait et 126 fois alors que la nuit était noire; dans une troisième région, après 36 ans de relevés, il a gelé 432 fois alors que la lune brillait et 410 fois alors que la nuit était noire. On peut donc conclure que la lune n'a rien à voir avec le gel.

Nous avons tendance à généraliser à partir de cas particuliers. Ainsi, nous oublions le nombre de fois où le changement attendu de temps ne s'est pas produit.

Faites un relevé exact du temps pendant une longue période et comparez avec les phases de la lune. Totalisez ensuite le nombre de fois où votre dicton se révèle faux et le nombre de fois où il reflète la vérité; vous conviendrez alors que la lune ne permet pas de prévoir le temps.

Voici une autre façon de vérifier cette assertion. Vous savez que les habitants de Halifax, Moncton, Winnipeg et Vancouver voient exactement la même lune toutes les nuits. Comparez donc les chiffres des précipitations à ces endroits pour vous convaincre que la lune n'a rien à voir avec la pluie. Par exemple, Halifax a 130 jours de pluie par an en moyenne et Winnipeg, 67 jours seulement.

Saviez-vous que la lune peut parfois être bleue? Dans les régions désertiques, l'air est souvent chargé d'une fine poussière qui donne assez fréquemment une couleur bleuâtre à la lune. Lorsque ces particules ont une autre taille, la lune apparaît alors rouge ou orange. Dans la plupart des régions du Canada, les impuretés contenues dans l'atmosphère atteignent la taille requise pour que la lune soit orange, surtout à son lever, quand les rayons doivent passer à travers une couche de poussière et de particules de fumée plus épaisse que lorsqu'elle se trouve plus haut dans le ciel.

Traditions et légendes

Depuis les débuts de l'humanité, des gens de toutes les races ont été terrifiés et fascinés par le temps qui régissait leurs activités quotidiennes.

Avant que l'homme ne commence à comprendre les phénomènes atmosphériques, il les a interprétés comme des manifestations des dieux et a créé des mythes et des légendes pour en expliquer les humeurs changeantes.

La plupart des vieux dictons traditionnels sur le temps ont été réfutés par la science, mais certains ont cours encore aujourd'hui parce qu'ils étaient très justes.

On trouve de nombreux éléments de folklore météorologique dans certains couplets et quatrains. On peut parfois deviner leur origine en examinant leur contenu. Voici quelques variations du même quatrain, selon que l'arc-en-ciel du matin soit signe de beau temps ou de mauvais temps :

Arc-en-ciel du matin,
Fait marcher le moulin,
Arc-en-ciel du soir,
Fait marcher l'arrosier.

Arc-en-ciel du matin,
Pluie sans fin.
Arc-en-ciel du soir,
Signe d'espoir.

Arc-en-ciel du matin,
Bonhomme, pousse ton chemin;
Arc-en-ciel du soir,
Rentre au manoir.

Arc-en-ciel du matin,
Bonne femme, mets tes vaches en chemin;
Arc-en-ciel du soir,
Tu verras pleuvoir.

Ces dictons correspondent-ils à la réalité, ou sont-ils pure fantaisie?

Dans la plupart des régions habitées du Canada, qui sont tempérées, les vents dominants vont généralement d'ouest en est. Il faut se rappeler qu'un arc-en-ciel se trouve face à nous lorsque nous tournons le dos au soleil et que nous observons une chute de pluie. Par conséquent, lorsque le soleil est à l'est, la pluie et l'arc-en-ciel se trouvent à l'ouest. L'arc-en-ciel que l'on voit le matin est donc l'annonce de précipitations venant de l'ouest, et lorsqu'on voit un arc-en-ciel le soir à l'est, cela signifie que la pluie est passée et continuera à s'éloigner vers l'est.

Il y a une grande part de vérité dans les deux premiers quatrains que nous venons de citer. Il faut toutefois ajouter que les vents font parfois "marche arrière", c'est-à-dire qu'au lieu de venir de l'ouest, ils viennent de l'est. Ce cas n'est pas très fréquent, mais on peut alors dire que les deux derniers quatrains ont aussi une part de vérité!

Il faut signaler aussi, que l'on peut voir un arc-en-ciel au clair de lune. Comme l'oeil humain ne peut distinguer les couleurs lorsque la lumière est faible, cet arc-en-ciel semblera blanc. Cependant les marins naviguant en haute mer ont vu des arcs-en-ciel qui déployaient toutes les couleurs du spectre, la luminosité de la lune n'étant pas atténuée par des lumières artificielles.

Arrêtons-nous maintenant au ciel rouge que l'on peut observer le matin et le soir.

Rouge soirée et grise matinée
Sont signes de belle journée.

Voyons si cette prévision est fondée. Si le soleil brille et rougeoit le ciel à l'ouest, c'est qu'il n'y a pas de gros nuages loin dans cette direction. De plus, l'atmosphère qui est normalement chargée de poussière laisse mieux passer les rayons rouges du soleil que les rayons bleus. Étant donné que les vents dominants sont d'ouest, l'absence de nuages à l'ouest indique du beau temps sec sur une certaine distance dans la direction du vent. Durant la nuit, la chaleur de la terre s'élèvera, l'humidité de l'air se condensera sur les particules de poussière et engendrera du brouillard au matin. C'est ce qui rend la matinée grise. Donc, la "rouge soirée" et la "grise matinée" portent en eux les mêmes prévisions : temps dégagé et sec.

Mais lorsque le ciel est barré à l'ouest par de gros nuages, le soir, le soleil sera rouge à son lever le lendemain et brillera à travers une atmosphère sans brouillard et chargée de poussière. Il peut aussi éclairer la couche inférieure des nuages qui a couvert le ciel au cours de la nuit. Dans ce cas, le temps sec est évidemment à l'est, et la pluie amenée par les gros nuages n'est pas loin à l'ouest.

Il y a donc beaucoup plus de chances qu'il pleuve si le ciel est rouge le matin et qu'il fasse beau le jour suivant si le ciel rougeoit au coucher du soleil.

Un anneau ou un arc-en-ciel autour de la lune ou du soleil sont-ils des signes de pluie?

Le cercle pâle ou les anneaux colorés que l'on voit autour de la lune ou du soleil sont des "halos"; l'arc-en-ciel circulaire que l'on peut observer autour de la lune et plus rarement autour du soleil porte le nom de "couronne". Le halo blanchâtre décrit un grand cercle dans le ciel, tandis que la couronne brillante forme un anneau très rapproché de la lune ou du soleil.

Les nuages jouent un rôle essentiel dans la formation d'un halo ou d'une couronne, mais aussi pour l'étude du temps. Depuis des temps immémoriaux, les nuages servent à faire des prévisions à court terme que les marins et les paysans ont exprimé sous forme de dictons familiers.

Mais pour la plupart des gens, un nuage n'est qu'un nuage. Même dans l'ancien temps, alors que l'on donnait un nom à toutes choses et que l'on forgeait des histoires à leur propos, les nuages étaient tristement négligés. Ce n'est qu'au cours du siècle dernier que les météorologues ont donné un nom à chaque type de nuage.

Il faut garder à l'esprit que les nuages se composent de cristaux de glace, de gouttelettes d'eau ou de ces deux éléments combinés. Il faut par ailleurs savoir que les nuages peuvent être constitués de gouttelettes d'eau même si la température de ces nuages est inférieure au point de congélation.

Les tout premiers nuages à apparaître dans le ciel avant une tempête sont les cirrus. Même par temps très chaud, ces nuages sont faits de cristaux de glace car ils se forment habituellement à des altitudes allant de cinq à dix kilomètres, dans des zones où la température varie de -10°C à -50°C . À mesure que la tempête se rapproche, les cirrus s'épaississent et couvrent tout le ciel. C'est à ce moment-là que l'anneau fait son apparition autour de la lune ou du soleil. La trajectoire des rayons de lumière du soleil ou de la lune est modifiée, c'est-à-dire qu'il y a réfraction de la lumière sur les cristaux de glace qui constituent les nuages; le

résultat de ce phénomène d'optique est le halo. Si les nuages sont peu épais, le halo est ténu. Mais à mesure que la tempête approche, les nuages deviennent plus denses et contiennent davantage de cristaux de glace; la surface de réfraction étant plus grande, le halo a une plus grande intensité lumineuse.

Le halo est donc un signe de pluie et son intensité lumineuse indique la proximité de la tempête. On peut donc affirmer que le halo autour de la lune ou du soleil aide à faire des prévisions météorologiques. Et la météorologie populaire affirme : "Si un halo entoure le soleil, il pleuvra" ... ou encore :

Cercle qui s'approche, pluie qui s'éloigne.
Cercle qui s'éloigne, pluie qui s'approche.

Mais vous ne verrez pas de pluie chaque fois que vous verrez un halo. Voyons pourquoi.

La tempête qui a envoyé les cirrus *peut* changer de trajectoire bien avant d'arriver dans votre localité et se déplacer dans une autre direction sans qu'une seule goutte de pluie ne tombe. Ou encore, la tempête peut s'arrêter et disparaître sans jamais atteindre votre région. Un halo *n'est donc pas toujours* un signe de pluie ou de neige; il indique une forte possibilité d'averse. La probabilité est plus grande en hiver qu'au cours des autres saisons; et plus le halo est brillant, plus le risque de précipitation est élevé. En fait, si vous voyez un halo, il y a deux chances sur trois qu'il pleuve ou qu'il neige dans les 12 ou 18 heures qui suivent. (Le nombre d'étoiles que le halo entoure n'a aucun rapport avec le nombre de jours qui s'écouleront avant que la pluie arrive!)

Voyons maintenant le type de nuage qui produit une couronne. Il contient des gouttelettes d'eau et se situe à un niveau plus bas que le cirrus. Il porte le nom d'*alto-cumulus*. Sa configuration varie beaucoup : il a parfois une forme cellulaire, ou semble désordonné et sans forme; il apparaît aussi en bandes parallèles et régulières en travers du ciel ou encore en longs bancs couronnés d'une tourelle.

Une partie de la lumière qui pénètre une goutte d'eau

la traverse directement, et une autre partie du spectre lumineux est réfléchi par la goutte d'eau elle-même. Cette séparation de la lumière produit les couleurs de l'arc-en-ciel. Mais les gouttes provoquent un autre phénomène sur la lumière qui ne les traverse pas : elles font dévier la lumière derrière elles et éclairent de ce fait leur ombre. On a alors un phénomène de diffraction qui forme une série d'anneaux colorés autour de la source lumineuse, soit le soleil soit la lune. Ils sont rouges à l'extérieur et bleus à l'intérieur, et ils enserrant le soleil ou la lune de très près. Plus les gouttes d'eau des nuages sont petites, plus les anneaux sont grands. Lorsque les gouttelettes sont extrêmement petites, il peut y avoir deux ou trois anneaux aux couleurs de l'arc-en-ciel autour du soleil ou de la lune.

Si la couronne diminue rapidement de grosseur, cela veut dire que la pluie est proche. En effet, si le taux d'humidité de l'air augmente, les gouttelettes d'eau des nuages deviennent plus grosses; et si cette augmentation d'humidité est rapide, cela signifie que le mauvais temps approche.

Les couronnes entourent le soleil et la lune de très près. On les voit plus fréquemment autour de la lune qu'autour du soleil parce qu'il est très difficile de regarder directement le soleil pour les observer. Par contre, les nuits où la lune brille de tous ses feux nous offrent une excellente occasion de pouvoir observer notre satellite et c'est pourquoi nous connaissons beaucoup mieux la couronne de la lune.

Le lion et le mouton — Tous les ans, en mars, on entend le dicton suivant : "Si mars arrive en lion, il repart en mouton". Il s'agit là d'une pure fantaisie, que l'on soit à Halifax ou ailleurs au Canada.

Les rapports météorologiques d'Halifax montrent qu'au cours des dix dernières années, mars est arrivé sept fois inaperçu et s'en est allé de la même façon; une fois, il est arrivé et est reparti spectaculairement, et deux fois enfin, il est arrivé "en lion et est reparti en mouton".

En d'autres termes, le proverbe s'est avéré vrai deux fois sur dix, ce qui est une moyenne plutôt médiocre.

Les animaux et le temps

En cherchant des moyens de comprendre et de prévoir le temps, les habitants des régions rurales ont cru que le comportement des animaux était un signe avant-coureur du temps.

Bien que ces croyances populaires ne soient que des mythes pour la plupart, certaines méritent qu'on s'y arrête.

1. LA MARMOTTE

Le 2 février de chaque année, les Canadiens ressortent un vieux dicton pour savoir si l'hiver touche à sa fin. En effet, c'est le jour où notre amie à fourrure, la marmotte, est censée sortir de son terrier confortable pour vérifier si son ombre y est.

Étant donné la grande quantité de neige et de glace qu'on retrouve sur le sol à cette date, on peut se demander si la marmotte est assez éveillée pour pouvoir se frayer un chemin hors de son terrier. Quoi qu'il en soit, les gens disent qu'à cette date précise, si le soleil brille et que la marmotte voit son ombre, l'hiver va durer

encore six semaines. Au départ, ce dicton n'était pas aussi précis. Il nous faut remonter au Moyen Âge, en Europe, pour trouver ce proverbe du 2 février, jour de la Chandeleur :

Quand la Chandeleur est claire
L'hiver est par derrière.
Quand elle est trouble
L'hiver redouble

Souvent le matin, le ciel est couvert puis se dégage; il fait place au soleil et les nuages reviennent à nouveau. Ces variations atmosphériques sont très fréquentes. Si ce même phénomène se produisait un 2 février, comment pourrions nous déterminer la durée de l'hiver? Avant de répondre à cette question, supposons que dans une zone d'une province, le ciel soit parfaitement dégagé alors qu'il est complètement couvert dans une province adjacente. L'hiver continuerait donc vraisemblablement dans une région tandis que dans l'autre les arbres fleuriraient comme au printemps?

Non, à vrai dire, la présence ou l'absence de soleil à une date précise ne permet pas de prédire la durée de l'hiver. Le temps que nous avons tous les jours fait partie



d'un processus permanent qui dépend du temps qu'il a fait les jours précédents. Prendre une journée quelconque et lui conférer un pouvoir magique reviendrait à faire fi de toutes les données scientifiques.

2. LES OISEAUX

Les gens croient souvent que les oiseaux ont un don extraordinaire qui leur permet de prévoir le temps. Peuvent-ils prévoir de fortes tempêtes au cours de leurs migrations et, par conséquent, voler en sécurité pendant des milliers de kilomètres? En réalité, les oiseaux volent souvent directement vers ces tempêtes car ils suivent certains itinéraires fixes et ce faisant, ils rencontrent fréquemment des tempêtes qui les détruisent.

3. LES CERFS ET LES ÉCUREUILS

On croit souvent que les animaux peuvent prévoir la rigueur du temps d'une saison entière et que la longueur et l'épaisseur de leur fourrure en dépend. Cette croyance est sans fondement.

On cite le cas de cerfs qui, faute d'une épaisse fourrure, sont morts de froid au cours de l'hiver. Le fait que des écureuils entassent de grosses réserves de nourriture ne signifie pas que l'hiver sera long. Le nombre de noix que l'écureuil amasse en automne dépend de la quantité disponible cette année-là et non de ses talents de prévisionniste.

4. LES POISSONS

Les poissons peuvent-ils, d'instinct, prévoir le temps? En fait, ils sont sensibles aux variations de la pression

atmosphérique mais n'ont pas le talent de prévoir le temps.

5. LES INSECTES

Il existe un rapport étroit entre la température de l'air et le rythme du "cri-cri" du grillon. Si vous comptez le nombre de cri-cri faits par cet insecte en huit secondes et si vous ajoutez quatre, vous obtiendrez, neuf fois sur dix, la température qu'il fait (à un degré Celsius près).

Les fourmis sont aussi très sensibles aux variations de température. Plus celle-ci est élevée, plus les fourmis se déplacent vite. Un savant a même prétendu qu'il pouvait connaître la température ambiante à un degré près en chronométrant la vitesse de leurs déplacements.

6. CONCLUSION

Depuis les débuts de l'histoire, on a prétendu que les animaux réagissaient aux conditions atmosphériques, soit d'instinct soit grâce à des organes spéciaux. Les résultats d'études scientifiques sur le sujet sont négatifs. Virgile écrivait au début du 1^{er} siècle que le comportement des animaux était plutôt fondé sur l'expérience vécue que sur une connaissance de l'avenir. Joseph Taylor, au début du XIX^e siècle, écrivait : "Les animaux, qui gardent leur instinct naturel ... et dont les sens n'ont pas été altérés par des habitudes perverses et dépravées, perçoivent plus tôt ... les variations que les conditions atmosphériques produisent sur eux et manifestent cette perception plus vite que l'homme". En d'autres termes, les animaux réagissent plus vite que les humains aux variations climatiques réelles, mais ils ne les prévoient pas.



L'énergie du soleil et du vent

Le soleil constitue la source de toute l'énergie naturelle de la terre. Ce n'est que depuis peu que les hommes de science se sont sérieusement mis à l'étude de méthodes pour capter le rayonnement solaire et l'utiliser comme source directe d'énergie.

Au Canada, on estime que les régions les plus fortement peuplées pourraient satisfaire jusqu'à 60 pour cent de leurs besoins de chauffage domestique par l'énergie solaire.

En raison de l'augmentation des prix des combustibles fossiles et de la diminution des stocks, divers organismes étudient actuellement le chauffage solaire qui suscite un intérêt public croissant. La quantité de maisons solaires augmente régulièrement.

Quant à l'énergie éolienne, qui a été utilisée en Perse il y a plus de 2 000 ans et qui a été apportée en Europe par les Croisés, elle présente aussi une valeur importante pour certaines régions du pays.

L'utilisation de petits générateurs électriques éoliens était d'ailleurs fortement répandue dans les Prairies avant l'adoption massive des systèmes hydro-électriques au cours des années 1940 et 1950. Aujourd'hui, vu la

pénurie d'énergie, les générateurs éoliens, que l'on s'efforce d'améliorer, redeviennent populaires.

Les ressources importantes d'énergie éolienne que possède le Canada pourraient lui permettre de développer, à grande échelle, des centrales éoliennes qui seraient reliées au réseau de transmission actuel. Un projet-pilote de ce genre est déjà en cours et on prévoit en mettre sur pied de nouveaux.

Le Service de l'environnement atmosphérique

Le Service de l'environnement atmosphérique fait partie du ministère de l'Environnement. Il lui incombe d'assurer tous les services de prévision météorologique nécessaires à notre pays. Ces services répondent aux besoins de différentes sphères d'activité de la vie canadienne; ils peuvent se répartir en deux groupes : ceux qui intéressent l'aviation, d'une part, et ceux qui intéressent le grand public, l'industrie, l'agriculture et le commerce, d'autre part.

Au cours de la Seconde guerre mondiale, la météorologie a accru ses services à l'aviation civile et militaire. Depuis lors, les services météorologiques se sont étendus à des groupes très variés : pêcheurs, cultivateurs, fabricants, représentants de l'industrie lourde et le grand public.

Les individus et les industries réalisent d'importantes économies grâce au service d'alertes et de prévisions météorologiques. L'entrepreneur peut choisir le moment propice à la mise en coffrages du béton; le pêcheur est prévenu de l'imminence des tempêtes; le pomiculteur peut prendre les mesures qui s'imposent contre le gel; l'expéditeur peut protéger ses envois contre les températures extrêmes; les sociétés d'énergie peuvent régler le débit de leurs installations et déplacer leur main-d'oeuvre pour répondre aux besoins prévus; le cultivateur peut organiser ses travaux en fonction du temps qu'il fera.

On utilise souvent les termes "rapport météorologique" et "prévision météorologique" comme s'ils avaient le même sens. Ce n'est pas le cas. Un rapport météorologique est un relevé des conditions atmosphériques qui prévalent dans un endroit défini et à une heure précise. La prévision météorologique prévoit le temps pour une certaine période et une certaine zone.

Les rapports météorologiques sont dressés par des observateurs et compilés aux bureaux des prévisions. Ils servent de base aux météorologues dans leurs prévisions.

Les demandes de prévisions et de conseils météorologiques émanant des individus ou des industries augmenteront à mesure que les avantages économiques qui en découlent seront mieux connus. Pour assurer ce service, des centaines d'observateurs examinent le temps dans tout le pays et des météorologues émettent des bulletins de prévision à partir de bureaux qui fonctionnent sans interruption.

Pour en connaître davantage sur la prévision du temps, on peut consulter *La cartographie de la météo* qui est publiée par le Service de l'environnement atmosphérique.

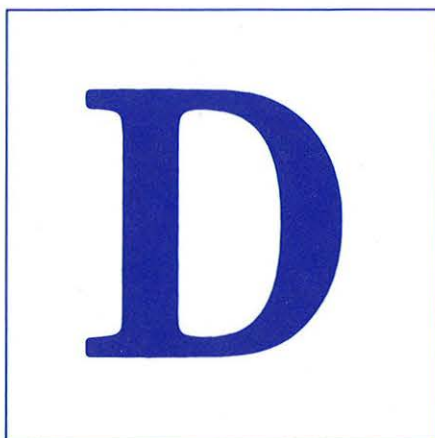
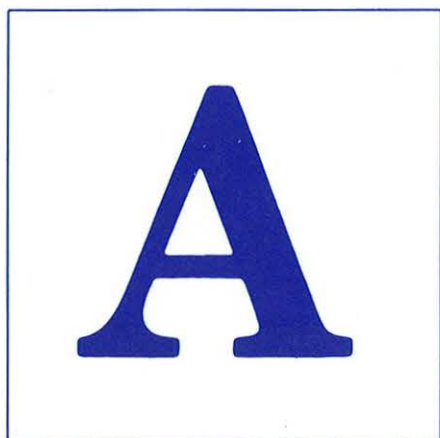
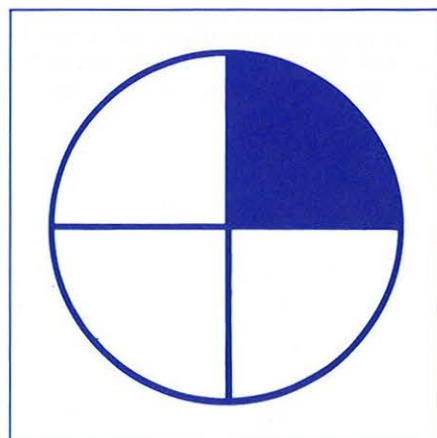
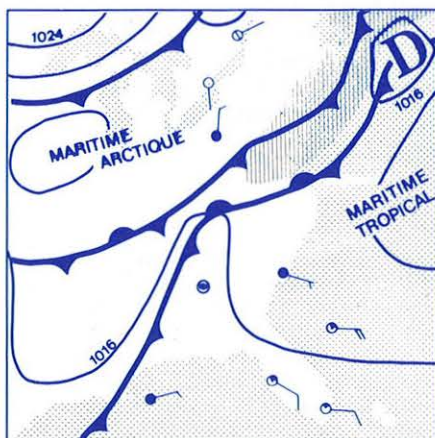
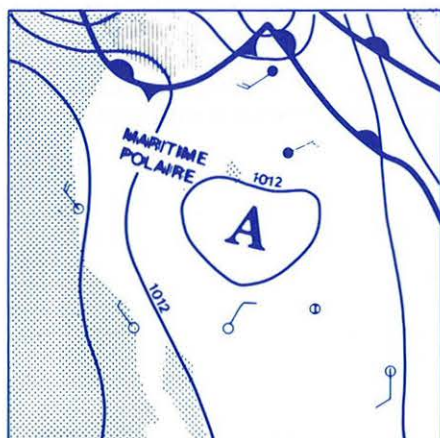
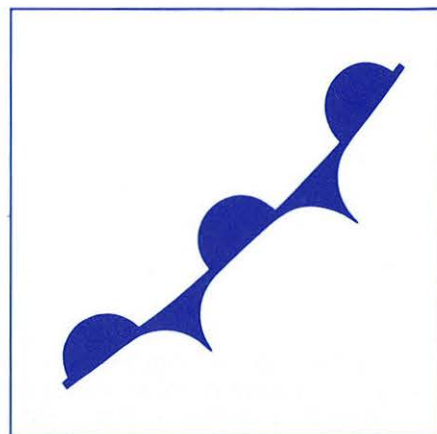
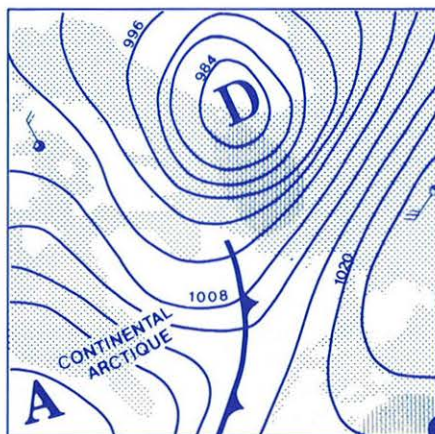
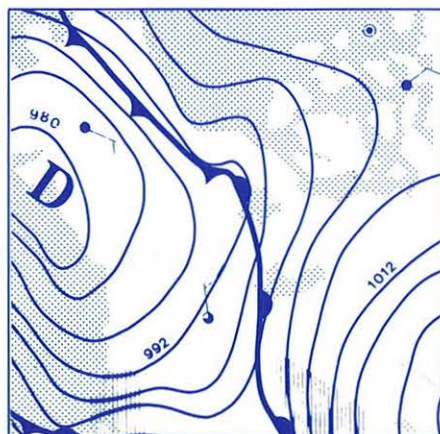


Environnement
Canada

Environment
Canada

Cartographie de la météo

Documentation et cartes



Cartographie de la météo

Introduction

Cette publication contient une série de sept cartes du temps et un guide d'utilisation préparés par le Service de l'environnement atmosphérique (Environnement Canada) à l'intention des étudiants.

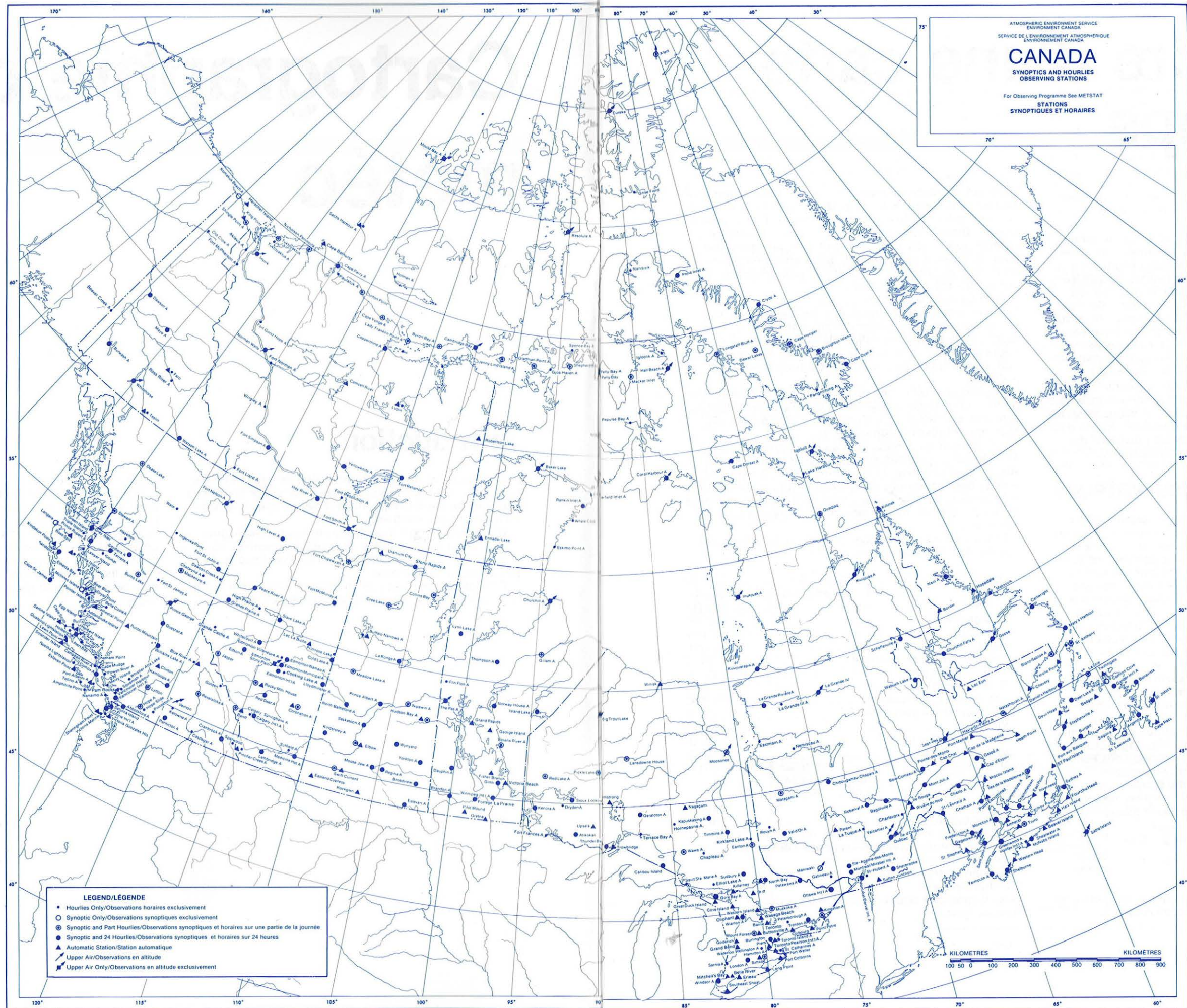
Cette série devrait aider les professeurs à enseigner la météorologie dans le cadre du cours de sciences, ou à éveiller l'intérêt des étudiants si la météorologie ne fait pas partie du programme.

Cette brochure n'est pas un manuel. Elle a pour but de faire connaître aux étudiants les techniques de prévi-

sions météorologiques.

Les cartes illustrent les tendances et les aspects significatifs du temps sous une forme simple. Les exercices proposés deviennent graduellement plus techniques, et dès la carte n° 4, l'étudiant est appelé à préparer des prévisions faciles. Les cartes devraient être étudiées une à la fois, dans l'ordre numérique suggéré.

Une liste d'ouvrages recommandés est donnée à la fin, de même qu'un petit glossaire des termes météorologiques.



L'histoire d'une carte du temps

Au travail

"C'est l'heure synoptique!" À cet appel qui retentit quatre fois par jour, tous les jours de l'année, les observateurs météorologiques du monde entier lisent leurs instruments, scrutent le ciel et dressent un rapport d'observation. Une observation synoptique donne une vue générale du temps, à un instant précis, à partir de stations éparpillées sur toute la surface du globe. En vertu d'un accord international, les relevés se font à 0h, Temps universel (TU), et à des intervalles de six heures par la suite. Cela correspond à 20h, Heure normale de l'Atlantique (HNA) ou à 19h, Heure normale de l'Est (HNE).

Les observations synoptiques servent à dresser les cartes météorologiques, outil fondamental du météorologue. Ces cartes donnent un aperçu général des conditions météorologiques à un moment précis, pour de vastes régions du globe, et c'est sur elles que reposent les prévisions des conditions futures établies par les météorologues.

Une armée d'observateurs

Il existe environ 2 800 stations d'observation météorologique au Canada et près de 9 000 dans le monde. En outre, les équipages de quelque 10 000 navires et aéronefs de transport recueillent régulièrement des données météorologiques. Ce ne sont pas toutes les stations qui font des observations synoptiques. Lorsqu'il faut des renseignements météorologiques à plus brefs délais, comme aux aéroports, pour la circulation aérienne, on effectue au besoin les observations toutes les heures ou toutes les trois heures. Si l'on a besoin des renseignements à des fins climatologiques, deux observations par jour peuvent suffire. À certaines stations, les observateurs recueillent aussi des données météorologiques sur la haute atmosphère, à l'aide de ballons et de radiosondes.

C'est le personnel du service météorologique d'Environnement Canada qui exploite la plupart des stations synoptiques canadiennes. De nombreuses autres stations sont exploitées par des bénévoles — exploitants agricoles, particuliers, par des membres de la police ou des Forces armées canadiennes, ou par des gardes forestiers.

Les cartes décrites dans la présente brochure sont dressées uniquement à partir des observations météorologiques effectuées simultanément à quatre moments précis de la journée.

L'observation

Allons faire une observation synoptique avec un observateur de Coppermine, au bord de l'océan Arctique.

Carnet et crayon en main, l'observateur de Coppermine sort de son bureau. Il se dirige d'abord vers l'abri Stevenson qui renferme plusieurs thermomètres. Il lit ordinairement le thermomètre sec d'abord, puis le thermomètre mouillé dont le réservoir est enveloppé de mousseline humide. Enfin, il fait la lecture des thermomètres à maximum et à minimum et va ensuite au pluviomètre et inscrit la quantité d'eau recueillie.

Il dirige alors son attention vers le ciel. Il note les types de nuages, leur direction, l'étendue qu'ils couvrent et leur altitude. (Aux stations mieux équipées, l'observateur peut se servir d'un ballon plafonnant pour déterminer pendant le jour la hauteur de la base des nuages; la nuit, il utilisera un projecteur appelé projecteur de plafond.)

Il prend note du temps qu'il fait, de toute précipitation ou de tout obstacle à la visibilité comme le brouillard ou la fumée. En dernier lieu, il note la visibilité exacte, en kilomètres et dixièmes de kilomètre.

À l'intérieur du bureau, un dispositif enregistreur relié à l'anémomètre installé sur le toit lui permet de lire la vitesse et la direction du vent. Finalement, il fait la lecture du baromètre et du thermomètre qui y est attaché. Il note aussi la pression enregistrée par le barographe et la tendance générale de la pression au cours des trois dernières heures.

Et voilà pour l'observation synoptique. Le carnet indique les données brutes suivantes *:

Date	7/10/89
Heure	5h, Heure normale des Rocheuses (HNR) ou 12h (TU)
Barographe	1 013,9 mb
Tendance	Baisse graduelle (1,8 mb)
Baromètre	1 015,4 mb
Thermomètre du baromètre	20°C
Thermomètre sec	2,4°C
Thermomètre mouillé	1,7°C
Thermomètre à maximum	7,1°C
Thermomètre à minimum	2,4°C
Visibilité	5 milles ¹
Direction du vent	O.-N.-O.
Vitesse du vent	13 km/h
Nuages — 1	bas — 3/10 Sc ² 1 300 m de l'O
2	moyens — néant
3	hauts — 5/10 Ci ³

Temps	Brume
Précipitation	Néant

¹ À l'heure actuelle, la visibilité est notée en milles plutôt qu'en kilomètres, conformément aux normes de l'aviation en Amérique du Nord.

² Sc signifie stratocumulus

³ Ci signifie cirrus

* Voir le glossaire pour connaître le sens des abréviations.

Chiffrage

L'observation synoptique doit être chiffrée pour la transmission. À l'aide de tables, l'observateur ramène la lecture du baromètre à la pression équivalente au niveau de la mer. Il détermine l'humidité relative et le point de rosée correspondant à la différence de température entre le thermomètre sec et le thermomètre mouillé.

Les données synoptiques prennent alors la forme suivante :

IIIII iRIXhVV Nddff lsnTTT 2snTdTdD 3PoPoPoPo

Voilà qui peut paraître obscur, mais l'économie de temps et d'espace réalisée dans la transmission de centaines de ces messages chiffrés est considérable. Ils sont établis en code international intelligible pour l'observateur et le météorologue de toutes les parties du monde. Le message décodé se lit comme suit :

"Observation synoptique de 5h (HNR) du 7 octobre à Coppermine (n° de station 72938); couverture nuageuse : fragmentée (6); direction du vent : ouest-nord-ouest (29); vitesse : 7 noeuds (7); visibilité : 5 milles ou 8 km (58); temps présent : brume (10); temps passé : brouillard (4); pression au niveau moyen de la mer : 1 019,1 mb (191); température de l'air : 2°C (02); stratocumulus (5) dispersés (2) à une altitude de 1 000 à 1 500 m (6); pas de nuage à l'étage moyen (0); cirrus (2); la température du point de rosée est 1°C (01); la pression (atmosphérique) à la station a baissé durant les trois dernières heures (7) de 1,8 mb (18); la pression à la station (6) est supérieure à 1 000 mb (3) et indique 1 015,4 mb; la température maximale d'hier et la température minimale pendant la nuit (4) étaient respectivement de 7°C (07) et de 2°C (02)."

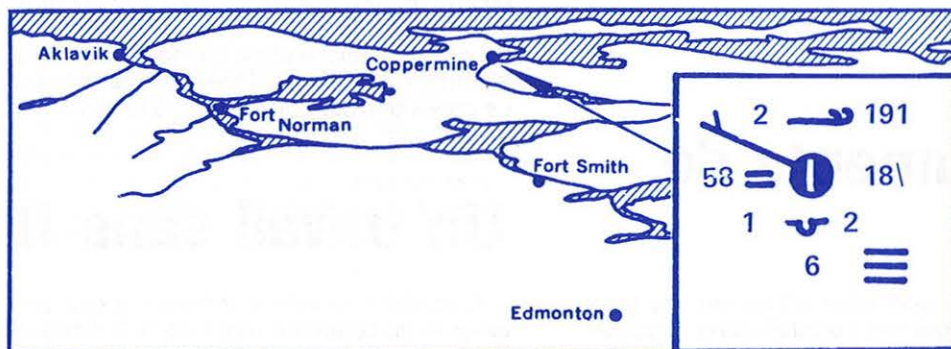
Après avoir établi son message, l'observateur de Coppermine communique par radio avec Cambridge Bay sur le circuit de la ligne DEW (ligne avancée de préalerte). L'opérateur de Cambridge Bay transmet le message à Edmonton par le circuit de radiotéléimprimers de la ligne DEW. Lorsque tous les messages de la vallée du Mackenzie sont parvenus au bureau d'Edmonton, ils sont retransmis vers le sud, l'est et l'ouest. Quelques minutes plus tard, le message de Coppermine atteint Vancouver, Montréal et Halifax. Peu de temps après, il rejoint San Francisco, Saint-Louis et Miami. Puis, il atteindra éventuellement l'Europe ou l'Asie, ou tout autre point du globe qui en aura fait la demande.

Pointage de la carte

À 6h (HNC) ou 5h (HNR), l'observateur de Coppermine commence à envoyer son message synoptique à Cambridge Bay. Au même moment, le bureau de Winnipeg commence à recevoir des messages synoptiques d'un peu partout au Canada. Des messages lui parviennent d'endroits de plus en plus éloignés. Les messages du Nord, dont celui de Coppermine, arrivent les derniers. Une heure s'est écoulée. En moins de cinq minutes, un système informatique a transposé automatiquement sur une carte les messages synoptiques chiffrés des diverses stations. Le profane aura peine à trouver la moindre ressemblance entre le message chiffré et la masse de chiffres et de symboles inscrits autour de chaque station (fig. 1).

Transmission des messages

Un message synoptique est déjà vieux au bout d'une heure et il est périmé au bout de six heures. Le message chiffré doit donc être transmis aussi rapidement que possible.



(Fig. 1)

Analyse de la carte

Au bout d'une heure et quart, le prévisionniste reçoit la carte. Il lui tarde de se mettre au travail sur cette nouvelle carte car son programme est soumis à un horaire rigoureux.

Le prévisionniste trace d'abord les isobares. À mesure que son crayon glisse rapidement sur la carte, reliant tous les points d'égale pression, les systèmes apparaissent et les zones de haute et de basse pression sont délimitées par des isobares fermées. Lorsque la configuration générale devient apparente, il cherche les fronts, c'est-à-dire les limites des diverses masses d'air sur la carte. Les photographies par satellites des nuages qui accompagnent chaque front sont utilisées pour identifier les fronts, particulièrement au-dessus des océans. Il identifie alors les zones de haute et de basse pression, numérote les isobares et trace des lignes selon les divers types de fronts. Avant de terminer, il lui faut ombrer les zones de précipitation, mettre en relief certains gros symboles qui marquent les types de temps et inscrire en lettres moulées les noms des masses d'air.

L'analyse de la carte peut prendre une heure. Ainsi, la carte des observations prises à 5h (HNR) peut servir de document de travail à 7h15 (HNR) au plus tard.

Amateurs et professionnels

Presque tout le monde a, un jour ou l'autre, essayé de prévoir le temps. Le Service de l'environnement atmosphérique a publié une autre brochure, intitulée *Apprenons à connaître la météo*, où l'on discute de quelques-unes des traditions et des légendes sur lesquelles s'appuie l'homme de la rue dans ses prévisions.

Le météorologue, lui, mesure ses connaissances et son expérience à une nature capricieuse lorsqu'il fait des prévisions. Si ses prévisions sont justes, il y trouve la satisfaction d'un travail bien accompli; par contre, des erreurs peuvent entraîner la perte de vies humaines ou de biens, sans compter la perte de la confiance du public. Heureusement, pour la prévision à courte échéance, il a presque toujours raison; pour les périodes dépassant 48 heures, sa précision diminue assez rapidement. Récemment, des prévisions allant jusqu'à cinq jours ont été introduites, bien qu'elles ne soient pas aussi détaillées. Voici un exemple de ce genre de prévisions: "Les températures seront de 2 à 4 degrés au-dessus de la normale. Averses le vendredi, frais au cours de la fin de semaine, plus chaud lundi".

Les instruments de travail

Une prévision à courte échéance est en fait une projection dans l'avenir de ce qui s'est produit dans le passé. Aucun prévisionniste ne commence à travailler sans avoir les cartes des journées précédentes qui constituent un historique.

Il observe soigneusement le comportement des principaux systèmes de pression sur la carte au cours des 6, 12 ou 24 heures précédentes. Quel en a été le déplacement? Dans quelle direction? La pression des centres a-t-elle augmenté ou diminué?

Les fronts reçoivent la même attention. Le prévisionniste détermine si tel front devient plus ou moins actif, s'il accélère ou ralentit, s'il est faible ou violent.

Se fondant sur les messages de radiosondage, le prévisionniste étudie les masses d'air qui influent sur sa région et note la température et l'humidité de l'air jusqu'à 9 000 mètres. L'air se réchauffe-t-il ou se refroidit-il? Est-il plus humide ou moins humide? Il évalue la circulation de l'air jusqu'à une altitude de 6 000 mètres d'après les messages d'observation par ballon-pilote.

Il étudie les messages météorologiques horaires émanant des stations situées dans un rayon de 800 kilomètres de son bureau, surtout de celles d'où vient le déplacement d'air.

Il se reporte aussi aux prévisions informatisées des conditions atmosphériques, à échéance de 12, 24, 48 h ou plus.

Complexité du problème

Le météorologue a toujours fait l'objet de nombreux sarcasmes. Parfois, le prévisionniste amateur s'estime aussi compétent que lui sinon davantage. Mais serait-il capable de donner les précisions suivantes sur le temps qu'il fera demain :

- possibilité de pluie ou de neige;
- quantité et durée des précipitations prévues;
- vitesse et direction des vents de surface dans 24 heures;
- vitesse et direction des vents à des intervalles de 600 m jusqu'à une altitude de 3 000 m;
- état du ciel;
- possibilité de brouillard;
- genre et hauteur des nuages qui seront présents;
- étendue des nuages (en dixièmes de la surface couverte);
- visibilité;
- probabilité de givrage sur les avions;
- minima et maxima prévus.

Voilà le genre de données que le prévisionniste doit établir. Les différents intéressés ne réclament pas tous ces renseignements. Les compagnies aériennes ont besoin de renseignements détaillés pour les vols; les sociétés de transport en demandent sur l'état des routes; les pomiculteurs veulent connaître les risques de gelée; d'autres veulent des données spécialisées sur le temps. Le prévisionniste doit être prêt à fournir tous ces renseignements.

Un travail sans fin

À ce stade, le prévisionniste n'a pas encore fini de préparer et de consulter des cartes. Il dispose de la carte de surface la plus récente, des deux ou trois cartes de surface précédentes, d'une ou deux cartes des systèmes de pression aux niveaux supérieurs et peut-être de 40 ou 50

petites cartes pointées par ordinateur et indiquant les observations de radiosondage sur la température et le point de rosée. Avant d'établir ses prévisions, il doit préparer une autre carte : la carte prévue.

Une carte prévue est une carte sur laquelle est tracé un tableau du temps à une certaine période ultérieure donnée. Ainsi, pour établir une prévision de 24 heures, notre prévisionniste de Winnipeg prépare une carte prévue de 24 heures. Sur une carte vierge, il indique la destination des systèmes de pression dans 24 heures en tenant compte de leur accélération ou de leur ralentissement. De même, il indique la position des fronts, après avoir étudié les facteurs susceptibles d'influer sur leur déplacement et leur intensité. Puis il trace les isobares et ombre les zones de précipitation. Une carte complète du temps commence à prendre forme, une carte du temps prévu.

La prévision définitive

Enfin, le prévisionniste est prêt à écrire ou à dicter la prévision proprement dite. La partie la plus difficile de sa tâche est terminée. La carte prévue lui indique la position des systèmes de pression et des fronts, ce qui lui permet de trouver des renseignements au sujet des vents, des nuages, du temps et de la visibilité. Il peut maintenant établir des prévisions détaillées ou générales selon la demande.

Une prévision de 24 heures à Winnipeg à l'intention des pilotes et des agents techniques d'exploitation se lirait comme suit :

12-12

YWG C20 BKN 80 OVC 3R-F 1215G25. 23Z

C15 OVC 3220G30 OCNL 3SW.08Z CLR

Voici maintenant la même prévision, une fois déchiffrée pour le grand public :

WINNIPEG

RÉGION DE LA RIVIÈRE ROUGE

PLUIE AUJOURD'HUI, REFROIDISSEMENT EN SOIRÉE, ACCOMPAGNÉ DE RAFALES DE NEIGE ET VENTS VIFS DU NORD-OUEST; MINIMUM CETTE NUIT DE -10 À -15° CELSIUS.

MARDI . . . CLAIR ET FROID. MAXIMUM PRÈS -5° CELSIUS.

Voilà l'histoire d'une carte du temps, de l'observation synoptique à la prévision écrite. Cette nouvelle carte météorologique est déjà vieille de près de six heures. Le moment est presque venu de faire une autre observation synoptique, de pointer une nouvelle carte, de recommencer le même travail qui, à l'instar des changements incessants du temps, ne connaît pas de fin.

Étude de la série de cartes destinées aux étudiants

Voici une série de sept cartes préparées spécialement pour les étudiants afin de les aider à se familiariser avec les techniques et les symboles utilisés dans la cartographie du temps.

La série comprend des cartes établies à des intervalles de 12 heures et couvre une période de 60 heures allant de 19h, Heure normale de l'Est (HNE), le 27 septembre jusqu'à 7h, Heure normale de l'Est (HNE), le 30 septembre. On a reproduit la sixième carte deux fois, une fois avec des isobares, l'autre fois, sans ces signes. Le format des cartes a été réduit de beaucoup afin d'en faciliter la manipulation en salle de cours. Les observations d'une centaine de stations et de navires y sont indiquées.

Les bureaux de prévision, eux, analysent les cartes toutes les six heures; chacune des cartes mesure approximativement 50 cm par 75 cm et environ 400 données d'observation y sont pointées.

Cette série de cartes présente un exemple typique du temps d'automne en Amérique du Nord. Le 27 septembre, une tempête se prépare au-dessus du nord du Québec; elle se déplace rapidement vers les régions froides de l'Atlantique-Nord où elle commence à se combler (la pression du centre monte). Cette série de cartes montre une poussée d'air arctique vers le sud-est. Couvrant les Territoires du Nord-Ouest au début de la série, l'air frais aura gagné le centre de l'Ontario à la dernière carte.

Pendant la même période, des conditions de chinook dominant dans le sud de l'Alberta et du Montana et les

températures sont voisines de 20°C. Un front froid se déplace vers le sud à travers l'Alberta et fait baisser les températures de 8°C le 28 septembre. Le chinook reprend le 29 et les températures remontent à près de 20°C.

Une masse d'air maritime tropical, dont la température et le degré d'humidité sont élevés, recouvre la partie sud-est des États-Unis. Des perturbations se déplacent le long du front polaire (limite septentrionale de la masse d'air tropical) et apportent une zone presque constante de précipitation au-dessus de la Pennsylvanie, de la Virginie de l'Ouest et des autres États de la région des Appalaches. Voilà une situation qui provoque souvent des crues le long de l'Ohio et de ses affluents.

Au-dessus du grand bassin de l'ouest des États-Unis, une masse d'air chaud et sec provoque des températures supérieures à la normale. Il s'agit en réalité d'un mélange d'air tropical et d'air maritime polaire qui possèdent des caractéristiques très semblables.

Une tempête arrive sur la côte de la Colombie-Britannique le 28 et une autre, le 29.

Les étudiants peuvent s'étonner du choix plutôt singulier de 19h, Heure normale de l'Est (HNE), et de 7h, Heure normale de l'Est (HNE), comme heures d'établissement des cartes. Aux termes d'un accord international, les pays du monde entier prennent les observations météorologiques simultanément. Ils se sont entendus sur 0h, Temps universel (TU), et à toutes les six heures par la suite. On a donc 20h, Heure normale de l'Atlantique, 19h, Heure normale de l'Est, etc.

Introduction

Cette carte est la première d'une série de sept cartes du temps destinées à faire connaître aux étudiants certaines notions fondamentales sur les systèmes météorologiques.

Cet exercice illustre le modèle de pointage employé pour décrire le temps à une station. Les données portent sur la vitesse et la direction du vent, la température de l'air et le point de rosée, le temps qu'il fait (neige, pluie, brouillard), l'état du ciel, le type de nuages présents, la pression au niveau de la mer et la variation de pression au cours des trois dernières heures.

La carte n° 1 ne relève qu'une partie de ces données. Pour chaque station, on indique la température, le vent et la pression. Les cartes suivantes présenteront progressivement les autres données.

Au Canada, l'unité métrique officielle de mesure de la pression atmosphérique est le kilopascal (kPa), conformément au système métrique canadien. Toutefois, à la suite d'un accord international, la pression est exprimée en millibars lorsqu'a lieu un échange de renseignements entre le Canada et d'autres pays.

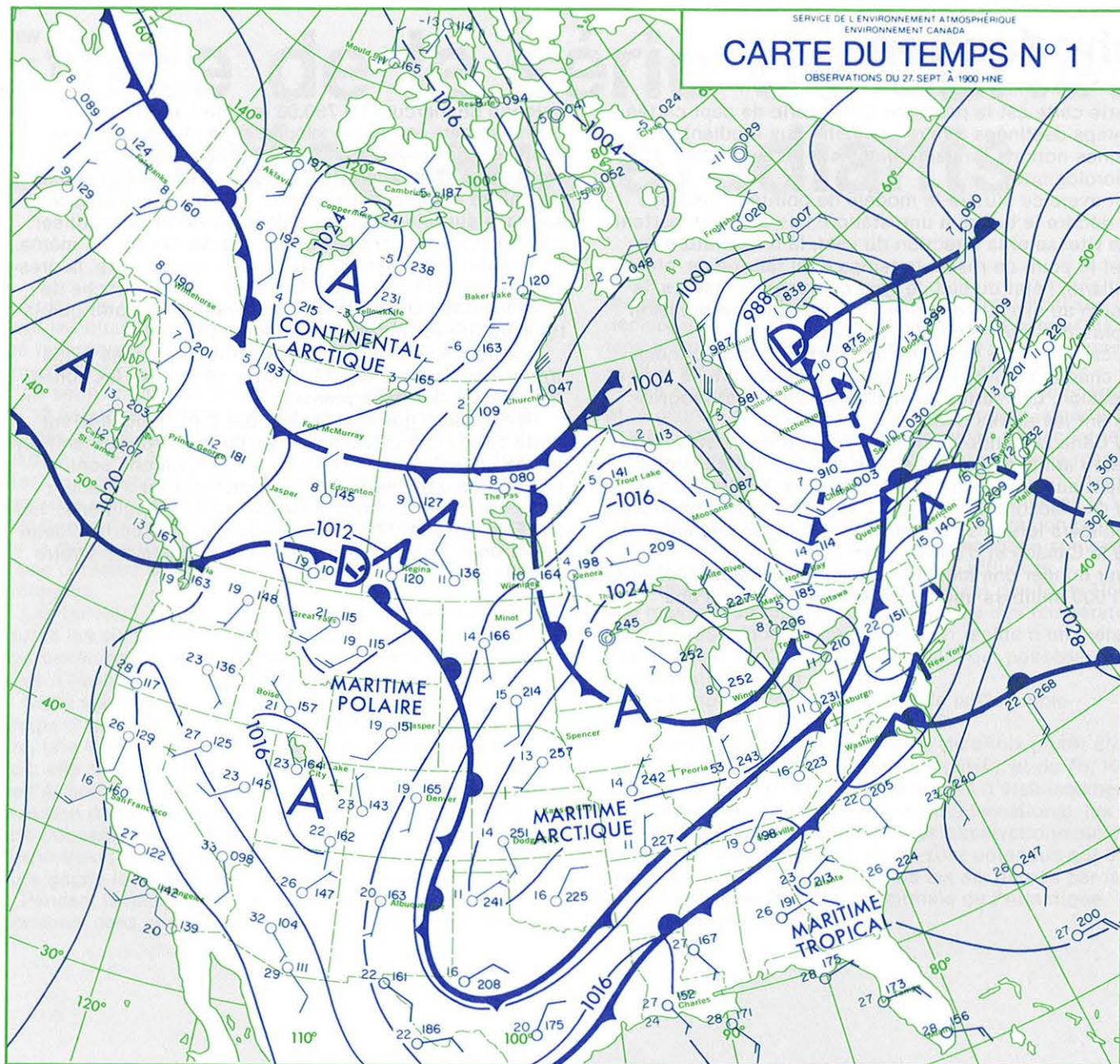
Pour donner une idée de la valeur d'un millibar, disons que 1 000 millibars (mb) représentent le poids d'une

colonne de mercure de 750,06 mm de hauteur.

Dix millibars égalent un kilopascal (kPa). Dans l'atmosphère internationale type, la pression au niveau de la mer est de 1 013,2 mb (101,3 kPa) ou 760 mm de mercure. Un chiffre comme, par exemple, 1 004,6 prend beaucoup de place sur une carte; on a donc convenu de n'utiliser que les trois derniers chiffres, c'est-à-dire 046. De même, on rendrait 994,7 par 947. Quelle est, sur la carte, la pression au niveau de la mer à la station la plus proche de votre localité? Quelle est la température? À noter que la température est indiquée en degrés Celsius.

Les lignes courbes sont des isobares tracées à des intervalles de 4 mb (0,4 kPa). Elles délimitent les zones de haute et de basse pression.

Remarquez l'heure et la date qui sont indiquées sur cette carte : 19h (HNE), le 27 septembre. Pour obtenir une image instantanée du temps, les observations sont prises simultanément. Ainsi, au moment où s'établit cette carte, il est minuit à Greenwich, en Angleterre, 19h (HNE) à Toronto, 17h (HNR) à Edmonton, Alberta. Quelle serait donc l'heure correspondante normale dans votre localité?



Exercices

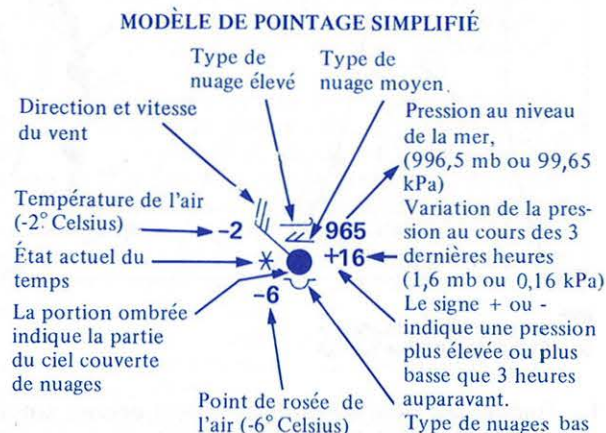
1. Dans votre localité, les températures étaient-elles au-dessus ou au-dessous du point de congélation dans la soirée du 27 septembre? Croyez-vous qu'elles descendront au-dessous du point de congélation au cours de la nuit dans une partie quelconque du sud du Canada? Si oui, dans quelle région?
2. Remarquez la gamme des températures dans chacune des masses d'air. Quelles sont les températures caractéristiques de l'air maritime polaire? De l'air maritime arctique? Essayez de trouver une raison expliquant la présence de températures très élevées dans le sud-ouest des États-Unis.
3. Étudiez les vents en surface au voisinage des zones de haute et de basse pression. Pouvez-vous trouver une relation entre la direction des vents et les isobares? Quelle différence trouvez-vous dans les configurations autour d'un anticyclone et d'un cyclone?

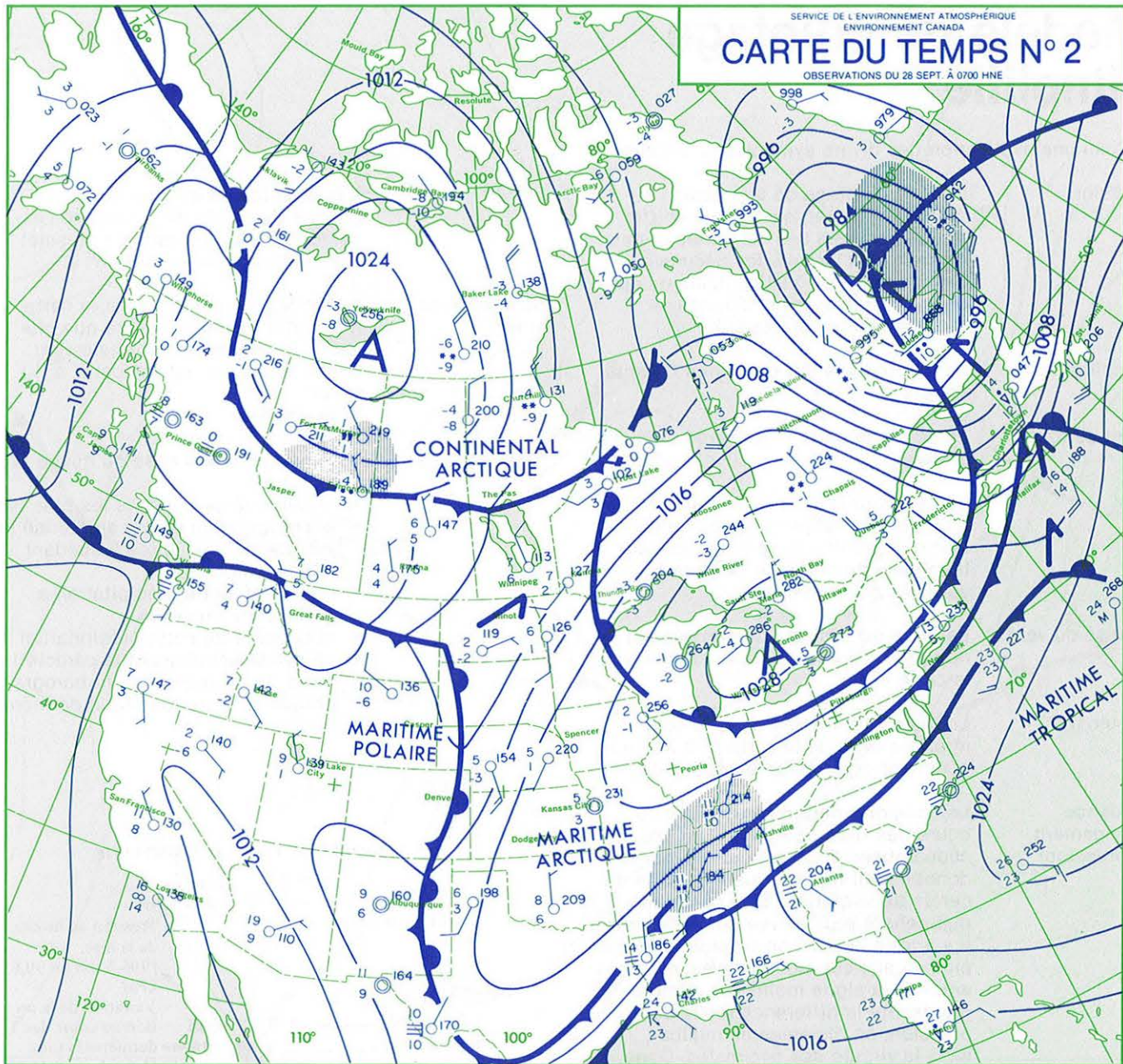
Modèle de pointage simplifié

Voici une explication des divers symboles et codes :

Pression	Dans le pointage de la pression au niveau de la mer, on omet le chiffre (ou les chiffres) des centaines et des milliers et la virgule des décimales. Une pression de 1 012,3 millibars est donc pointée comme 123, une de 996,7 millibars comme 967.
Température	Le pointage se fait en degrés Celsius entiers.
Point de rosée	Le pointage se fait en degrés Celsius entiers.
Vent	Le point sur le cercle de la station d'où part la hampe indique la direction d'où souffle le vent. Le vent sur le modèle de pointage de la carte n° 1 est donc du nord-ouest.
Vitesse du vent	La force du vent est déterminée par le nombre de barboles sur la hampe (voir la carte n° 5).
Nébulosité	Le tableau qui figure dans le coin inférieur droit de la carte n° 3 indique comment déterminer la nébulosité.
Tendance (changement de pression)	Le comportement du baromètre au cours des trois heures qui ont précédé l'observation est indiqué par les données qui figurent juste à droite du cercle de la station. Si la pression est maintenant plus élevée qu'elle l'était il y a trois heures, on emploie le signe plus; si elle est moins élevée, on emploie le signe moins. Le nombre représente la différence réelle de la pression, en dixièmes de millibar, sans la virgule des décimales. Donc, l'exemple donné sur la carte n° 1 signifie que le baromètre indique maintenant 1,6 millibar de plus qu'il y a trois heures.
Nuages	Les nuages bas sont pointés juste au-dessous du cercle de la station, les nuages de l'étage moyen juste au-dessus du cercle et les nuages élevés juste au-dessus des nuages moyens. En l'absence de nuages moyens, les nuages élevés sont pointés juste au-dessus du cercle de la station. Les nuages le plus souvent observés apparaissent dans le coin inférieur droit de la carte n° 4.

Temps	L'état du temps est pointé juste à gauche du cercle de la station. Les symboles les plus usités à ce sujet sont indiqués sur la carte n° 2.
Renseignements omis	Le modèle de pointage sur la carte n° 1 est dit simplifié parce que plusieurs éléments, qui normalement sont pointés, en ont été omis, à savoir : • la visibilité • le point de rosée • la hauteur de la base du nuage le plus bas • la quantité des nuages les plus bas • la précipitation qui a caractérisé la période de six heures précédant l'observation • l'heure où cette précipitation a commencé ou cessé • la quantité de cette précipitation • un symbole indiquant la caractéristique de l'enregistrement barographique au cours des trois dernières heures.





Exercices

1. Remarquez que les vents soufflent encore autour des cyclones et des anticyclones dans les mêmes directions que sur la carte précédente. Il y a exception à cette règle dans les centres de haute pression et le long des crêtes de haute pression où les vents sont faibles et variables. Dans les régions montagneuses, le vent en surface peut aussi ignorer la règle. Le vent apportera-t-il des températures plus froides ou plus chaudes à votre localité?
2. Quelle variation de température est survenue au cours des 12 dernières heures à Schefferville? À Kenora? Quelle en est la cause?
3. Quelle est la latitude la plus septentrionale où il pleut? Quelle est la latitude la plus méridionale où il neige?
4. Plusieurs stations signalent du brouillard ou de la brume. Remarquez que la température et le point de rosée sont très près dans chaque cas. Indiquez une station en Alberta où la température et le point de rosée sont les mêmes. Quelle en est la raison?

État actuel du temps

Remarque: Une parenthèse à la droite du symbole signifie: durant la dernière heure mais non à l'heure de l'observation.

,	brume légère intermittente	*	neige modérée intermittente	(=)	brouillard en vue
''	brume légère continue	**	neige continue faible	≡	brouillard
.	pluie légère intermittente	•	averse de neige faible	⚡	orage fort
⋄	forte pluie continue	=	brume	⚡	orage faible ou modéré avec pluie
∇	averse de pluie faible	<	éclair	~	fumée

Comme un tableau complet des symboles actuels du temps qu'il fait comprend 100 signes différents, il est

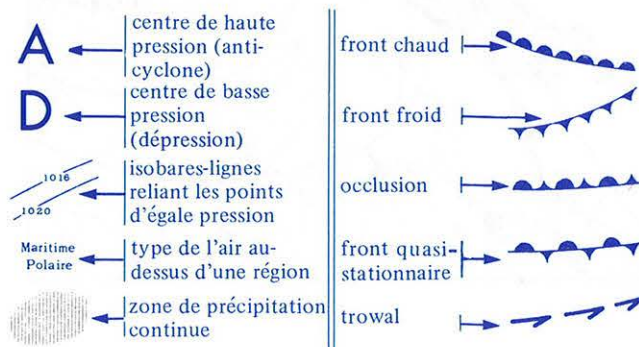
impossible de tous les inclure dans cet ouvrage succinct. La précipitation, par exemple, est indiquée selon son intensité (légère, modérée, forte) et selon son caractère (intermittent, type averse ou continu). On connaît au moins dix types différents de brouillard. Lorsque l'observation du temps consignée sur la carte s'est effectuée à une certaine distance de la station et non à la station même, on inscrit le symbole entre parenthèses.

On trouve dans la plupart des textes sur la météorologie un tableau complet des symboles actuels relatifs au temps.

Fronts, isobares, etc.

Isobares. Puisque la pression à toutes les stations représentées sur la carte a été réduite au niveau de la mer, il est possible de tracer des lignes joignant tous les endroits où la pression est égale. Au Canada, on trace les isobares à des intervalles de quatre millibars (mb), en partant de l'isobare de 1 000 mb et en ajoutant les autres lignes de part et d'autre, aussi souvent qu'il le faut. Vu que les pressions observées coïncident rarement avec la valeur d'une isobare donnée, le tracé demande une interpolation (calcul d'une position approximative entre deux isobares) presque constante. L'isobare 1 012, par exemple, se situerait à mi-distance entre deux stations dont les pressions seraient de 1 010,0 et de 1 014,0 mb. Peu d'isobares sur les cartes sont véritablement des courbes fermées, mais elles finiraient toutes par le devenir si on les allongeait suffisamment.

Centres de pression. Une fois les isobares tracées, les centres de pression se dessinent. On reconnaît officiellement six types de distribution de pression, mais la présente série de cartes n'en présente que trois :



Symboles du temps

- la dépression — zone où la pression croît dans toutes les directions à mesure qu'on s'éloigne du centre
- l'anticyclone — zone où la pression décroît dans tous les sens à mesure qu'on s'éloigne du centre
- la crête barométrique — un allongement ou une extension de l'anticyclone, ressemblant à une crête qui se prolongerait vers l'extérieur à partir du versant d'une montagne

Aucune mention n'est faite d'autres phénomènes :

- le creux de basse pression — un allongement ou une extension de la dépression, indiquant la présence d'une vallée de basse pression

- la dépression secondaire — un petit centre de basse pression se rattachant à un autre plus important
- le col barométrique — une zone de pression presque uniforme entre deux dépressions et deux anticyclones

Masses d'air. L'air qui séjourne longtemps au-dessus d'une région particulière, celle des neiges polaires par exemple, acquiert peu à peu les caractéristiques de cette région sous le rapport de la température et de l'humidité. Lorsque ces propriétés sont relativement les mêmes sur une grande étendue horizontale, on est en présence d'une masse d'air et la région où la masse d'air acquiert ces propriétés se nomme "région-source".

Les masses d'air qui influent sur le climat de l'Amérique du Nord sont d'origine arctique ou d'origine tropicale, et chacun de ces deux types se subdivise en type continental ou maritime. Quatre sortes de masses d'air apparaissent sur les cartes de cette série :

- la masse d'air maritime arctique, qui se forme au-dessus d'une nappe d'eau septentrionale, la mer de Béring, par exemple;
- la masse d'air maritime polaire, qui se produit lorsque l'air maritime arctique se réchauffe sous des latitudes tempérées;
- la masse d'air maritime tropicale, qui prend naissance au-dessus d'océans tropicaux chauds ou du golfe du Mexique, où la température à la surface de la mer atteint 27°C ou plus;
- la masse d'air continentale arctique, qui se forme au-dessus des régions polaires recouvertes de neige.

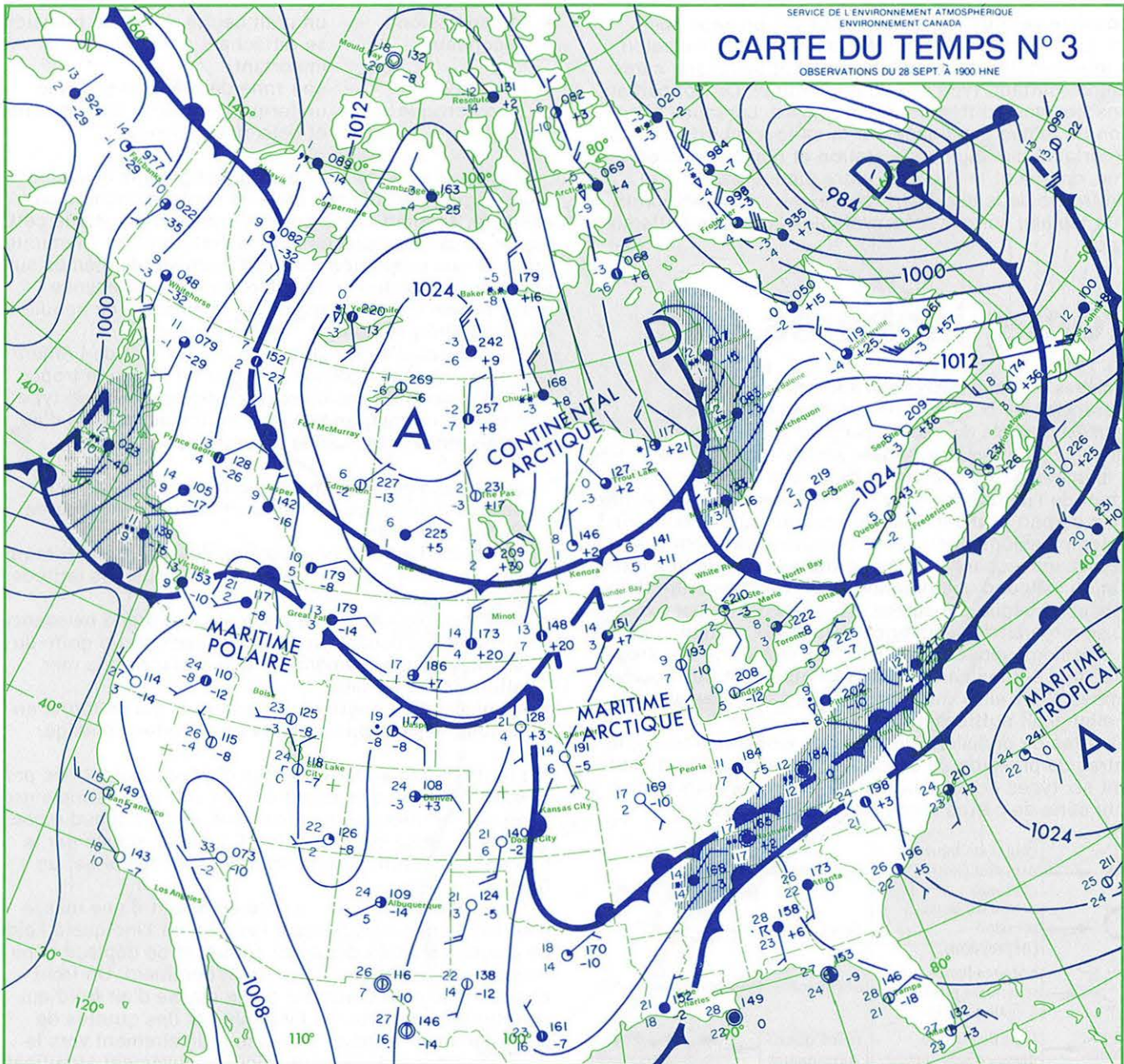
Fronts. Lorsque deux masses d'air présentant des propriétés différentes viennent en contact, il se forme entre elles une frontière ou surface frontale, l'air chaud recouvrant une mince crête d'air froid. La ligne tracée par la rencontre de cette surface frontale avec le sol est un front.

On appelle front froid le côté dominant d'une masse d'air froid qui progresse (sur la carte, on l'indique à l'aide de glaçons pointés dans l'air chaud) et se déplace habituellement vers le sud à travers le continent. Un front chaud est le côté dominant d'une masse d'air froid qui se retire (sur la carte, on l'indique par des gouttes de pluie dans l'air froid) et s'avance ordinairement vers le nord. Un front qui n'accuse aucun mouvement significatif est appelé quasi stationnaire.

Lorsqu'un front froid surprend un front chaud et refoule l'air chaud vers le haut, il se forme un front que l'on appelle une occlusion.

Un "trowal" (contraction de l'expression anglaise *trough of warm air aloft*, qui signifie "creux d'air chaud en altitude") est semblable à une occlusion, mais ne comporte pas de variation sensible de la température à la surface.

Zones de précipitation. La dernière étape dans l'analyse d'une carte consiste ordinairement à ombrer les zones de précipitation au crayon vert. Si la précipitation est continue, la zone est ombrée uniformément; si elle est intermittente, la zone est hachurée de vert. En outre, certains gros symboles indiquent à quelles stations règnent des conditions météorologiques isolées ou d'un caractère particulièrement significatif. Par exemple, les orages, la bruine, la neige et les éclairs sont indiqués par de gros symboles verts; la zone de brouillard est teintée en jaune; la fumée et la brume légère sont indiquées au moyen d'un symbole brun. Tous ces symboles apparaissent dans la présente série de cartes, mais non dans les couleurs appropriées.



Exercices

1. Les isobares délimitent deux types de systèmes de pression, les zones de haute et de basse pression. Ces zones se déplacent-elles? Trouvez le point où se trouve la zone de pression maximale dans le nord-ouest du Canada le 27 septembre à 19h (HNE). Portez ce point sur la carte de 19h (HNE) du 28 septembre. De même trouvez la zone de haute pression à 7h (HNE) le 28 septembre et portez-la sur la carte n° 3 du 28 septembre. Dans quelle direction se déplace-t-elle? À quelle vitesse? Rappelez-vous, dans la mesure des distances, qu'un degré de latitude correspond à 100 km environ. Ainsi, Sept-Îles est à environ 480 kilomètres au sud de Schefferville. Quelle distance approximative sépare Churchill de Baker Lake? Winnipeg de Regina?
2. Procédez de la même façon pour la zone de basse pression près de la baie d'Ungava, le 27 septembre. À quelle vitesse se déplace-t-elle? Dans quelle direction?
3. Cette carte donne les chiffres indiquant la variation de pression. Que vous indiquent ces chiffres au sujet des variations de pressions sur le côté ouest de la zone de haute pression? Sur le côté est? Ces chiffres concordent-ils avec le mouvement de l'anti-cyclone?
4. Cette carte comprend aussi les symboles de nébulosité. En général, trouve-t-on un ciel nuageux ou un ciel clair dans les zones de basse pression? Qu'arrive-t-il dans les zones de haute pression? Quel est l'aspect du ciel dans les zones de précipitation?
5. Quel effet a exercé sur la température et le point de rosée à Lake Charles (en Louisiane) le passage du front froid à l'est de la station? Comparez ce rapport avec le rapport précédent du 27 septembre. Qu'est-il arrivé au vent à cette station?
6. Quels changements sont survenus à Le Pas (Manitoba) ces 24 dernières heures? Pourquoi?

Situation générale

Un air arctique frais recouvre aujourd'hui la majeure partie du Canada. Dans le sud de l'Ontario, les températures sont même d'environ 5° au-dessous de la normale. Au Québec et dans les Maritimes, même si le temps est bien frais, le ciel est ensoleillé et les vents sont légers. Au nord de l'Ontario et au Manitoba, le ciel est nuageux, il y a des rafales de neige occasionnelles et le vent est vif. En Colombie-Britannique, le temps est relativement doux, mais des nuages et de la pluie s'approchent au-dessus de la côte ouest.

Nébulosité

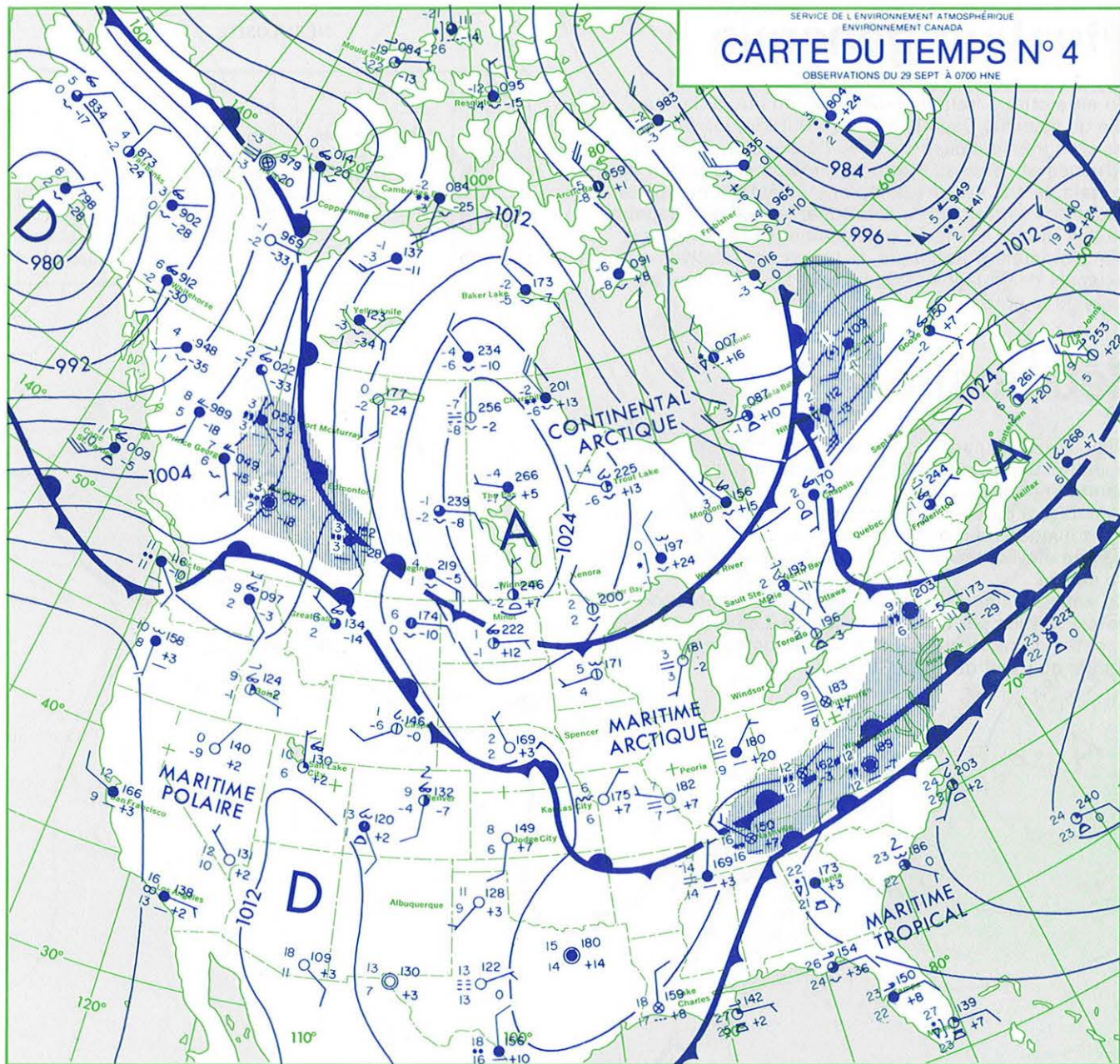
Nébulosité. La carte n° 3 nous présente le code de la nébulosité. Un tableau de symboles montre comment on dépeint la nébulosité à chaque station.

Le chiffre 9 du code indique que l'observateur ne peut voir les nuages pour diverses raisons : chute de neige, poudrière élevée, brouillard, fumée épaisse, chasse-pousière élevée.

On a ajouté à cette carte un résumé de la situation générale révélée par la carte du temps. Les journaux et les postes de radio recourent à ces résumés pour décrire le temps qu'il fait dans tout le pays.

NÉBULOSITÉ

0		Aucun nuage	5		5/8
1		1/8 ou moins	6		6/8
2		2/8	7		7/8
3		3/8	8		8/8 (couvert)
4		4/8	9		ciel obscurci



Exercices

1. Cette carte fait voir les symboles des principaux types de nuages. Que rencontre-t-on dans les zones de précipitation : des nuages bas, moyens ou élevés?
2. Quel type de nuages est associé au temps d'averse du sud-est des États-Unis?
3. Quels nuages sont à l'origine des zones isolées de neige légère?
4. Remarquez la zone de précipitation à l'est de la Colombie-Britannique et à l'ouest de l'Alberta. Sur quelle distance cette zone s'est-elle déplacée au cours des 12 dernières heures? Où peut-on s'attendre à retrouver cette zone pluvieuse dans 12 heures?
5. Avez-vous observé le mouvement de la zone de haute pression qui se trouve maintenant au-dessus du Manitoba? Où la retrouvera-t-on dans 12 heures? Dans 24 heures?
6. Sur cette carte et sur la précédente, la température à Jasper est de 3 ou 4 degrés de moins que près de Prince-George. Quelle est la cause probable de cet écart?

Situation générale

Des températures plus froides que la normale dominent encore au Canada. Les Maritimes, sous l'action d'une cellule de haute pression, connaissent un ciel ensoleillé. Ça ne durera pas longtemps car une zone de nuages et de précipitation venant du sud-ouest passe au-dessus de la Nouvelle-Écosse. Le front froid arctique se déplace au-dessus du centre de l'Ontario en allant vers le sud, ce qui laisse prévoir une gelée hâtive pour plusieurs localités de l'Ontario. La zone de pluie qui se trouvait hier au-dessus de l'ouest de la Colombie-Britannique n'a cessé de gagner l'intérieur du continent et il pleut maintenant sur le centre de l'Alberta.

Cette situation générale comporte plus de détails que la précédente car elle donne les mouvements des principaux ensembles du temps.

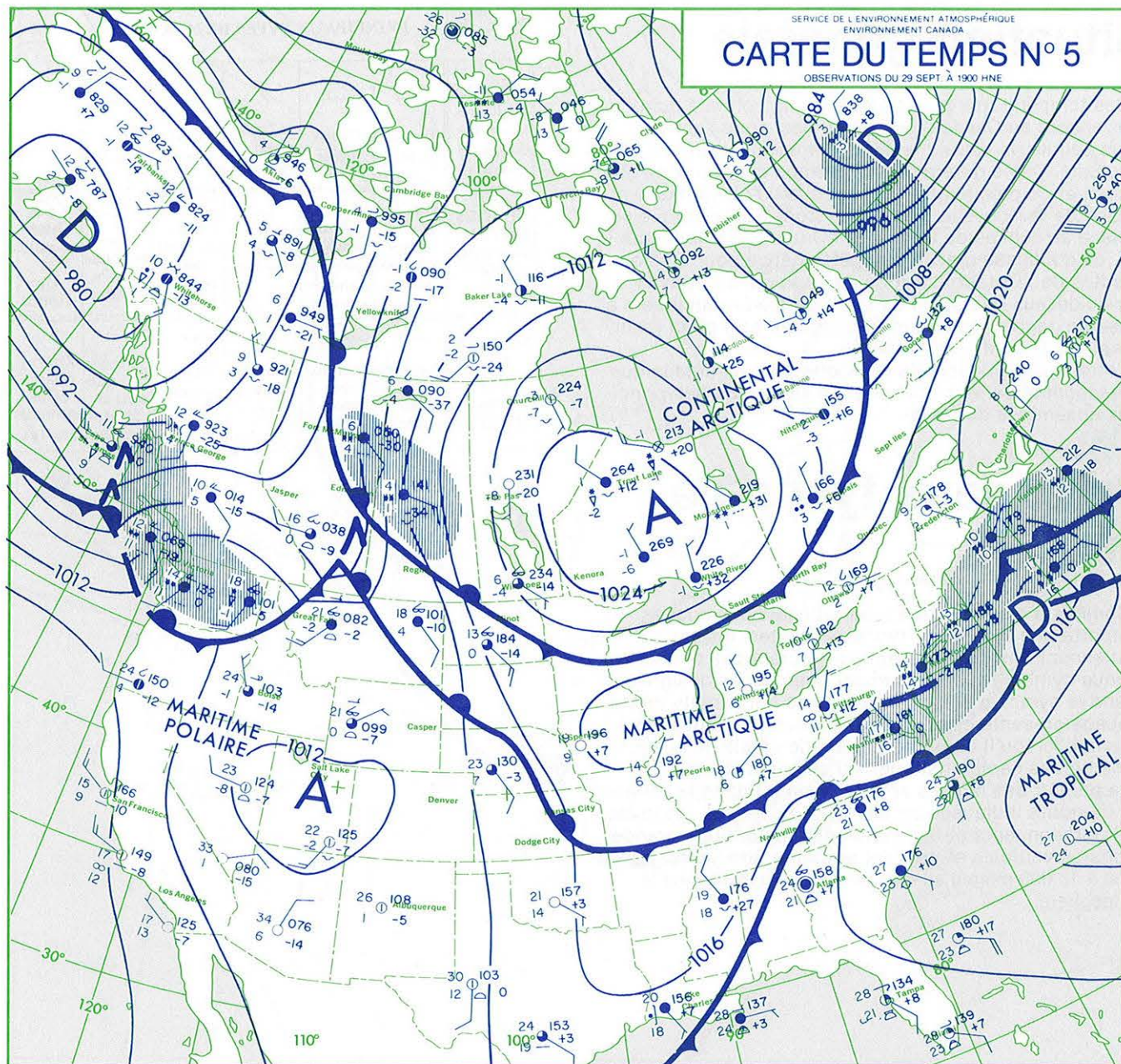
Principaux types de nuages

Comme la classification internationale des nuages comporte une liste de 27 types de nuages, les cartes contiennent des symboles qui ne figurent pas au tableau. Chaque symbole évoque l'aspect des nuages désignés. Quand le symbole comporte une ligne horizontale droite, le nuage présente certaines caractéristiques du stratus (couche); lorsqu'il comporte un arc de cercle, le nuage présente des caractéristiques du cumulus (amas).

La plupart des nuages se maintiennent dans la gamme des hauteurs indiquées au tableau. Cependant, les cumulus bourgeonnants et les cumulonimbus ont une grande extension verticale et peuvent atteindre une hauteur de 6 000 à 15 000 mètres au-dessus de leurs bases dans la stratosphère.

PRINCIPAUX TYPES DE NUAGES

NUAGES ÉLEVÉS base au-dessus de 6 000 m					
NUAGES MOYENS base entre 2 000-6 000 m					
NUAGES BAS base sous 2 000 m					
	Cirrus mince	Cirrus épais	Cirrus en touffes	Cirro-stratus	Cirro-cumulus
	Alto-stratus mince	Alto-stratus épais ou Nimbo-stratus	Alto-cumulus	Alto-cumulus en petits bancs	Alto-cumulus en bandes
	Cumulus de beau temps	Cumulus bourgeonnant	Cumulonimbus	Strato-cumulus	Cumulus s'amincissant en Strato-cumulus
					Stratus fractus et/ou cumulus fractus



Exercices

1. Combien de stations signalent du brouillard ou de la brume sur cette carte du temps? Combien de stations signalaient du brouillard sur la carte précédente? Quelle est la raison de cette différence?
2. Notez de nouveau l'association des zones de précipitation et des systèmes de pression. Où trouvez-vous le plus de précipitations?
3. Au moins trois changements sont survenus dans le temps qu'il fait à Nitchequon ces 12 dernières heures. Quelles en sont les causes?
4. Le système de haute pression s'est-il déplacé selon vos prévisions? Où sera-t-il dans 12 heures?

Situation générale

Un temps nuageux d'automne règne aujourd'hui sur presque toute l'étendue du Canada. Le ciel est ensoleillé seulement à Terre-Neuve et dans le sud de l'Ontario. La pluie a atteint la Nouvelle-Écosse et des rafales de neige vont en direction sud vers le centre de l'Ontario. Un ciel nuageux et de la pluie dominent le temps qu'il fait en Saskatchewan et cela se dirige en direction est, vers le Manitoba. Un système météorologique a atteint la côte de la Colombie-Britannique, apportant un ciel couvert et de la pluie à cette province. Les températures se maintiennent bien au-dessous de la normale.

Échelle anémométrique

La hampe de la flèche représente la direction d'où vient le vent. La vitesse du vent est indiquée par le nombre de barbules ou de drapeaux sur la hampe :

- une barbule entière correspond à 18 km/h
- une demi-barbule, à 9 km/h
- un drapeau ou une flamme pleine représente 92 km/h.

Ainsi, au navire "B", à 7h (HNE) le 29 septembre, le vent est de 101 km/h.

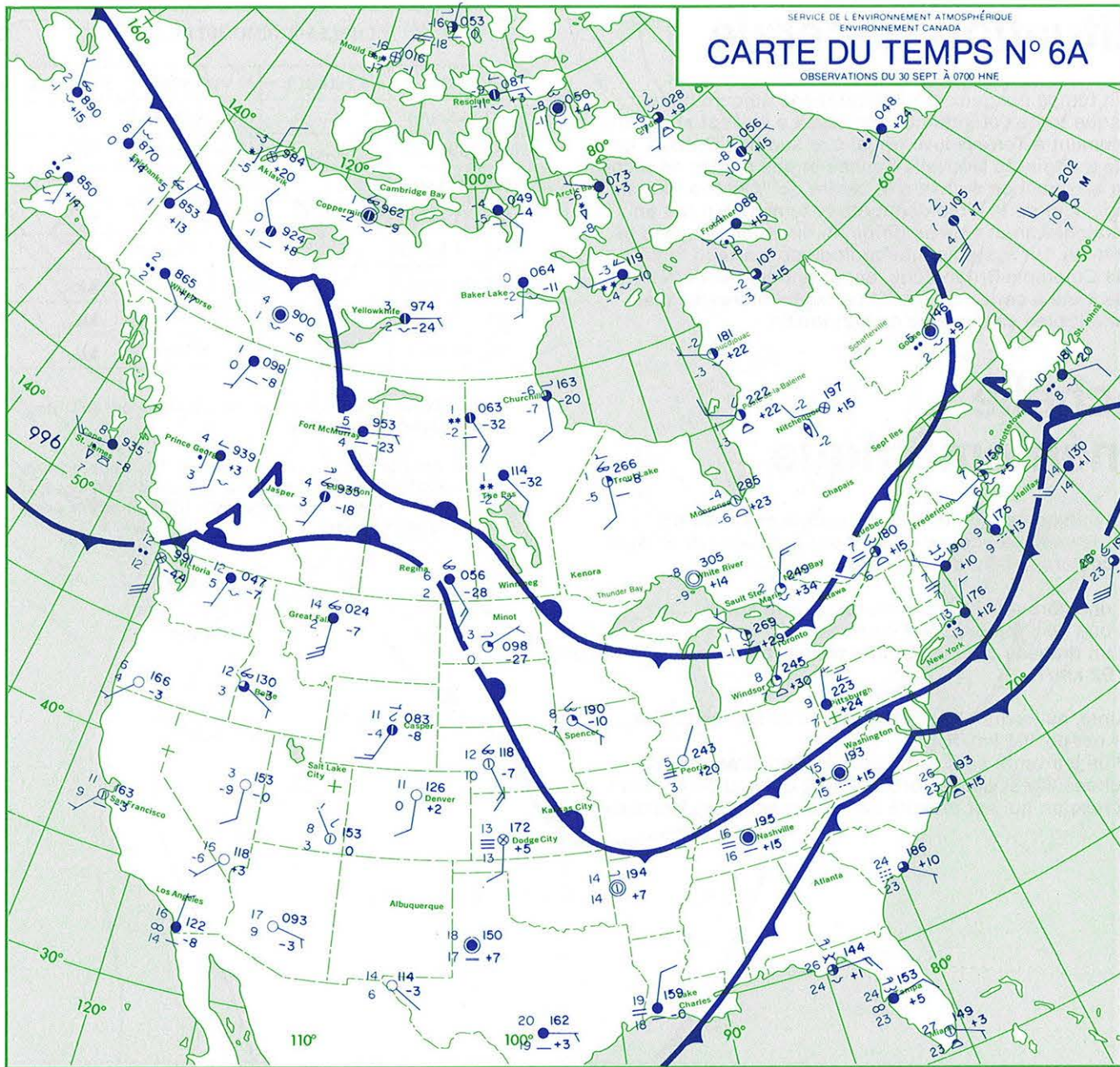
Plus les vents sont forts, plus les isobares sont rapprochées. C'est que la force du vent dépend du gradient de pression qui est mesuré par l'écart entre les isobares.

ÉCHELLE ANÉMOMÉTRIQUE

VITESSE	SYMBOLE	VITESSE	SYMBOLE
(2–4 km/h)	—	(70–78 km/h)	⚡
(5–13 km/h)	↘	(79–87 km/h)	⚡
(14–22 km/h)	↘	(88–96 km/h)	⚡
(23–31 km/h)	↘	(97–105 km/h)	⚡
(32–41 km/h)	↘	(106–115 km/h)*	⚡
(42–50 km/h)	↘	(181–189 km/h)	⚡
(51–59 km/h)	↘	(190–198 km/h)	⚡
(60–69 km/h)	↘	(199–207 km/h)	⚡

REMARQUE : Un cercle autour de l'emplacement de la station indique un vent calme.

*Pour des vitesses de vent entre 116 et 180 km/h, ajoutez simplement au drapeau, le nombre adéquat de barbules (par exemple, une barbule complète pour 18 km/h et une demi-barbule pour 9 km/h).



Exercices

Le présent exercice s'adresse aux étudiants plus avancés. On vous remet une carte sans isobares; seules les données pointées et les fronts y figurent.

Voici comment il faut procéder :

- i) On trace généralement les isobares à des intervalles de 4 mb. Mais, à l'échelle de cette carte, il sera plus facile de les tracer à des intervalles de 8 mb et d'ajouter ensuite les isobares intermédiaires, en utilisant la première série pour guide.
- ii) Tracez d'abord l'isobare 1 024, puis les isobares 1 016, 1 008 et 1 000. Au-dessus du nord-ouest du Canada et de l'Alaska, on peut aussi trouver les isobares 992 et 984. Il est très utile de se servir de la carte précédente comme historique. L'étudiant sait alors où seront à peu près les zones de haute et de basse pression.

- iii) En traçant par exemple l'isobare 1 024, essayez d'entourer les pressions qui sont plus élevées que 1 024, c'est-à-dire plus élevées que 240 (puisque en réalité ce chiffre vaut 1 024,0). Vous pouvez commencer au nord de Trout Lake où la pression est de 1 026,6 mb. Continuez vers l'est et le sud-est entre Poste-de-la-Baleine et Moosonee, puis vers le sud jusqu'à un point juste à l'est de North Bay, entre Windsor et Pittsburgh, au sud de Peoria, à l'est de Spencer, et au nord vers le point de départ. Cette ligne ou isobare encercle maintenant toutes les stations de cette région où les pressions sont supérieures à 1 024 mb.

Déplacez-vous maintenant vers l'extérieur, vers les pressions moins élevées et trouvez l'isobare 1 016. Marquez-la comme telle et commencez avec la 1 008.

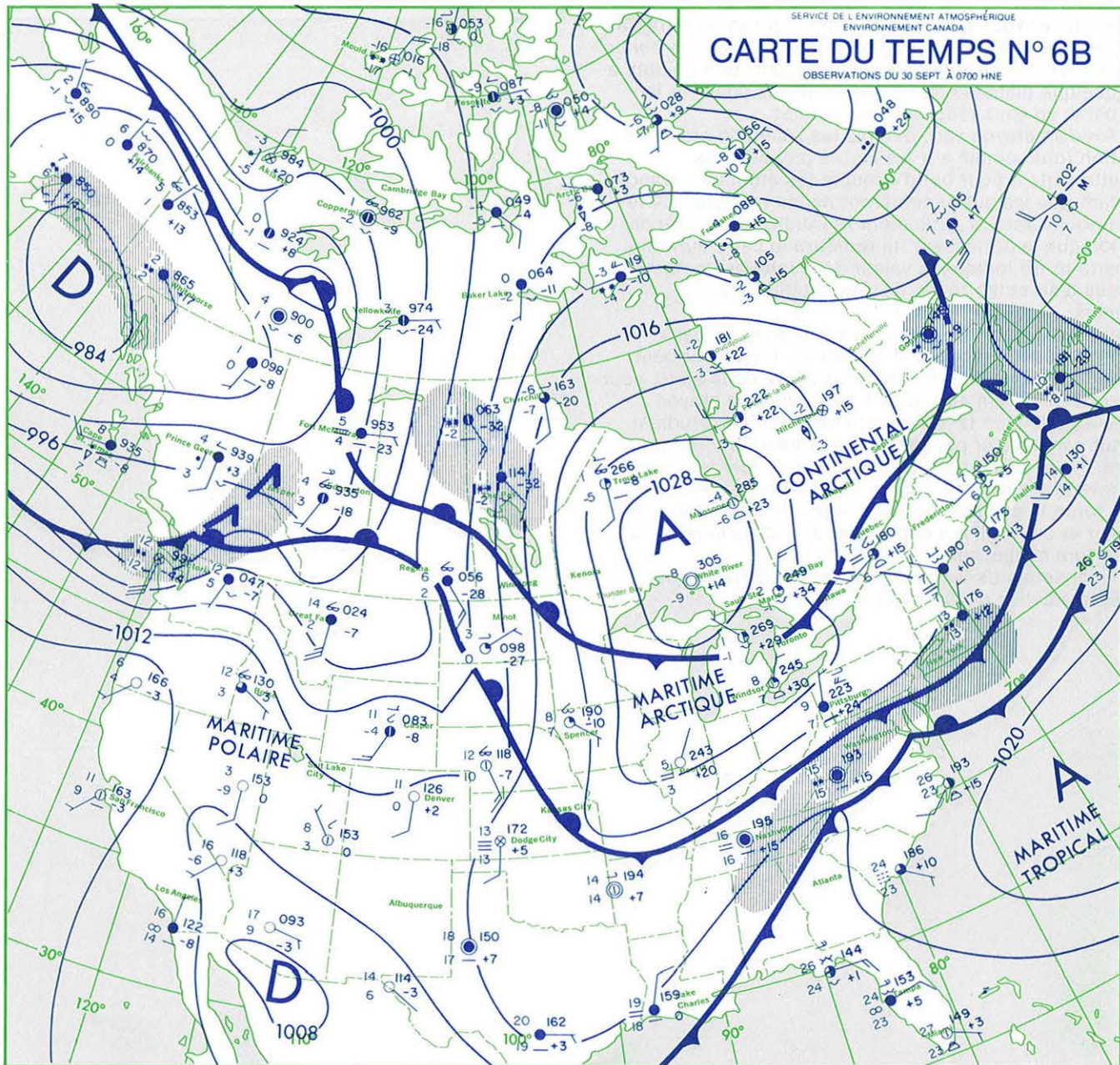
Rappelez-vous que la lecture de la pression a trait à l'emplacement de la station représentée par le cercle de station. Les nombres réels peuvent être pointés à quelque distance de ce cercle; tracez donc les isobares en vous reportant aux cercles.

- iv) Avec un crayon vert, ombrez les zones de précipitation tout comme sur les cartes précédentes.

Cette carte a pour but d'occuper les étudiants avancés pendant que les autres tenteront de les rattraper. L'étudiant pourra vérifier facilement la validité de ses réponses lorsque le professeur lui remettra la carte suivante. La carte n° 6B indique la valeur des isobares, le nom des masses d'air et les zones de précipitation y sont ombrées.

Dans la plupart des études sur le climat, on parle d'isothermes mensuelles et annuelles. L'étudiant peut utiliser cette carte, ou n'importe laquelle de la série, pour tracer des isothermes. On doit se servir d'un crayon rouge afin de bien faire ressortir ces lignes. L'étudiant devrait commencer par tracer une isotherme intermédiaire, par exemple celle de 10°C, puis tracer les autres à des intervalles de cinq degrés jusqu'à ce qu'il ait complété toute la gamme. On verra apparaître des îlots de chaleur et de froid, qui dépendent de l'altitude et de la couverture nuageuse.

NOTE : Il sera plus facile d'analyser les cartes de 19h (HNE) que celles de 7h (HNE).



Exercices

1. Donnez deux raisons qui expliquent l'écart de température entre White River et North Bay.
2. Que pouvez-vous dire sur l'humidité relative à Dodge City? Expliquez pourquoi le brouillard s'est formé à Dodge City et non pas à Denver.
3. Examinez les températures de l'air arctique derrière le front froid qui se trouve au-dessus du nord-est de l'Ontario et du Québec. Examinez ensuite cette masse d'air 48 heures auparavant, alors que l'anticyclone était centré au-dessus du Grand lac des Esclaves. Ces températures ont-elles subi quelque changement? Expliquez.
4. Le front froid arctique s'approchant de Toronto s'est déplacé sans cesse vers le sud-est pendant la période étudiée dans cette série de cartes. Quelle distance a-t-il parcouru depuis 7h (HNE) le 28 septembre? Quelle est sa vitesse moyenne en kilo-

mètres à l'heure? Le front se déplace-t-il encore à cette vitesse? Vérifiez en mesurant la vitesse pour les 24 dernières heures écoulées depuis 7h (HNE) le 29 septembre.

Situation générale

De l'air frais arctique couvre aujourd'hui presque tout le Manitoba, l'Ontario et le Québec. On a connu durant la nuit en certains points du centre de l'Ontario une gelée atteignant jusqu'à -8°C . Plus tard dans la journée, cette masse d'air frais atteindra les Maritimes. Une dépression sur la partie sud de la Colombie-Britannique se déplace vers l'est et apportera de la pluie au centre de l'Alberta plus tard aujourd'hui.

Réponses aux exercices

Carte n° 1

1. Cet exercice a pour but de permettre à l'étudiant de se situer sur la carte du temps. Il notera aussi que les températures sont près du point de congélation en Ontario et qu'elles descendront probablement au-dessous du point de congélation pendant la nuit.
2. Par cet exercice, l'étudiant comprendra qu'une masse d'air possède une température caractéristique uniforme pour des régions très étendues. Dans la masse d'air maritime polaire, les températures sont de quinze à vingt et quelques degrés Celsius; dans la masse d'air maritime arctique, elles sont de 7°C à 18°C environ.

Voici pourquoi les températures sont élevées dans le sud-ouest des États-Unis : la plus grande partie de la région est aride et les températures au sol s'élèvent beaucoup par jour ensoleillé, ce qui réchauffe l'atmosphère dans ses basses couches. Aussi l'heure locale de l'observation (l'heure de la carte) coïncide-t-elle à peu près avec l'heure de la température maximale, alors qu'à l'est des États-Unis et du Canada, elle dépasse maintenant de quatre à cinq heures l'heure de la température maximale.

3. Dans une zone de haute pression, les vents soufflent dans le sens des aiguilles d'une montre autour de son centre, dont ils s'éloignent quelque peu en formant un angle faible. Dans une zone de basse pression, ils soufflent dans le sens contraire des aiguilles d'une montre et forment un faible angle de pénétration. Quand les vents sont légers et variables, leur direction est modifiée par l'action de la topographie locale.

Carte n° 2

1. Les réponses sont différentes pour chaque localité.
2. Durant la nuit, le front froid arctique s'est déplacé vers le sud-est au-delà de Schefferville. La température est tombée de 10°C à 1°C et en même temps le vent a viré du sud au nord-ouest. Il neige actuellement.

Hier soir à 18h, Kenora se trouvait dans un courant d'air arctique en direction du sud et la température y était de 4°C. À 6h, avant même que le soleil ait pu réchauffer l'atmosphère, la température y est de 7°C. Cette élévation de température durant la nuit accuse un changement dans la masse d'air; le front chaud arctique s'est déplacé vers le nord-est de Kenora. Durant la journée, le réchauffement normal fera probablement monter la température de Kenora aux environs de 13°C.

3. Règle générale, on associe les zones de précipitation aux dépressions ou creux barométriques. Les zones de haute pression (anticyclones et crêtes) sont généralement accompagnées d'un ciel ensoleillé. Il pleut à Goose Bay (53°N) et dans la région de la station de navire Baker (57°N); il bruine à Fort McMurray (57°N); il neige à Chapais (50°N).
4. À Fort McMurray, la température et le point de rosée sont de 1°C. L'air est saturé par l'évaporation de la pluie ou de la bruine tombant des nuages plus élevés.

Carte n° 3

1. L'anticyclone se déplace vers le sud-est et parcourt environ 925 km en 24 heures.
Comme cette carte résulte d'une projection stéréographique polaire, l'échelle varie avec la latitude. Cependant, un degré de latitude est toujours égal à 100 km; on peut donc utiliser comme mesure le nombre de degrés de latitude entre les stations ou centres. Pour trouver la distance entre Winnipeg et Regina, mesurez d'abord l'espace entre les deux villes, puis tournez la règle de 90° et placez-la sur la carte là où les lignes de latitude sont clairement indiquées (au large de la côte). Déterminez alors le nombre de degrés mesurés par le nombre de lignes du quadrillage entre 45°N et 50°N. La distance approximative est de 550 km.
2. La dépression près de l'Ungava se déplace presque franchement vers l'est et a parcouru 1 100 km en 24 heures.
3. Les pressions s'élèvent dans la zone vers laquelle se dirige l'anticyclone et diminuent dans la zone d'où il sort. Remarquez les changements correspondants de part et d'autre de la dépression secondaire qui se trouve au-dessus de l'est de la baie d'Hudson.
4. Règle générale, le ciel est nuageux dans les zones de basse pression et clair ou ensoleillé dans les zones de haute pression. Dans les zones de précipitation, il est couvert; dans certaines conditions d'averses, il n'est couvert qu'en partie.
5. Bien que la température de 21°C à Lake Charles soit plutôt chaude, un front froid a passé à cette station. Hier, à la même heure locale, Lake Charles avait une température de 27°C et un point de rosée de 24°C. Le vent est plutôt léger, mais il a tourné de sud-est au nord-est.
6. Il y a 24 heures, une masse d'air maritime arctique enveloppait Le Pas; la température y était de 8°C et on notait un léger vent de l'ouest. À l'heure où la carte a été dressée, une masse d'air continental arctique d'une température de 2°C baigne l'endroit et le vent est plus fort que la veille et provient du nord.

Carte n° 4

1. Si des nuages bas ne se sont pas formés dans la zone de précipitation, le ciel sera couvert par des nuages de la famille des nuages moyens. Souvent, l'évaporation des précipitations aux niveaux inférieurs provoque la formation de beaucoup de nuages bas qui cachent les nuages qui se trouvent à l'étage moyen. Ces nuages de l'étage moyen sont du type stratiforme ou en couche.
2. Les cumulonimbus prédominent; ce sont des nuages de convection en amas qui produisent des averses et non de la pluie continue ou de la bruine. Quelques stations signalent des cirrus qui proviennent probablement des sommets en forme d'enclume à très haute altitude des cumulonimbus.
3. Le stratocumulus est un nuage que l'on retrouve le plus communément dans les masses d'air froid. Il donne souvent lieu à des chutes de neige.

4. Server-vous de la limite de chaque zone de précipitation pour effectuer cette mesure. Elle s'est déplacée de 8 degrés environ, donc de 890 km en 12 heures, et à une vitesse de 74 km/h. Si le même mouvement continue durant les 12 prochaines heures, la pluie atteindra presque la frontière du Manitoba et de la Saskatchewan.
5. L'anticyclone semble accélérer puisqu'il s'est déplacé de 650 km en 12 heures. Encore 12 heures et on le retrouvera au nord de Thunder Bay et dans 24 heures, il devrait atteindre Sault-Sainte-Marie. Les étudiants devraient vérifier ces positions sur les cartes suivantes. Ils verront que la prévision des 24 heures ne s'est pas réalisée alors que celle des 12 heures était raisonnablement juste.
6. Deux causes sont possibles : 1) l'évaporation de la pluie qui tombe à Jasper refroidirait l'air, 2) à Jasper, l'altitude est presque de 500 m plus élevée qu'à Prince-George et la température devrait donc y être de quelque 4 degrés plus basse en moyenne. À noter que l'ensoleillement n'a aucun effet direct, puisqu'aux deux stations, le ciel est couvert de nuages épais.

Carte n° 5

1. Aucune station n'a relevé de brouillard. Sur la carte précédente, au moins une douzaine de stations signalaient du brouillard ou de la brume. En voici la raison. La carte précédente rapporte la situation qui prévaut tôt le matin alors que la température est près du minimum et que l'humidité relative est près du maximum. La carte ici présente porte sur la fin de l'après-midi ou le début de la soirée alors que la température est près du maximum et que l'humidité relative est faible.
2. La plus grande partie des précipitations est associée à des ondes frontales et aux "trowals" qui les accompagnent.
3. Un front froid arctique a traversé Nitchequon. Le vent a tourné, la pression monte, il ne neige plus et la température demeure inchangée. Cette stabilité de la température est significative. Le thermomètre indiquait 2°C tôt le matin alors que les températures de l'air maritime arctique étaient près de leur minimum. Le thermomètre indiquait encore 2°C au début de la soirée, quelques heures seulement après la température maximale; elle devrait normalement être de cinq degrés plus élevée. La lecture du soir laisse croire qu'il se passe quelque chose d'exceptionnel, c'est-à-dire qu'un front froid traverse la région.
4. Vérifiez vos prévisions à l'aide de la carte précédente.

Carte n° 6B

1. White River se trouve dans une "poche de gelée" ou bassin hydrographique. L'air froid pénètre en de tels endroits parce qu'il est plus dense que l'air chaud. (On entend souvent le nom de White River dans les bulletins météorologiques; de fait, c'est presque toujours là qu'on relève la température la plus basse de l'Ontario pour un jour donné.) Les vitesses relatives des vents de White River et de North Bay expliquent aussi les différences de températures qu'on y trouve. À White River, le vent est calme et le ciel est clair, ce qui occasionne un refroidissement maximum durant la nuit dans une couche peu profonde. À North Bay, le vent souffle à 27,8 km/h, ce qui est plus que suffisant pour agiter les basses couches de l'atmosphère. Le refroidissement nocturne s'étend donc sur une couche plus épaisse de l'atmosphère et provoque une plus faible chute de température.
2. L'humidité relative est de 100% à Dodge City, soit très élevée. À Denver, le point de rosée n'est que de 0°C, ce qui indique que l'air est très sec. Selon toute probabilité, l'air au-dessus de Dodge City est venu du golfe du Mexique, alors que l'air de Denver serait plutôt venu de l'aride plateau du sud-ouest.
3. Cette question a pour but d'attirer l'attention de l'étudiant sur l'évolution de l'air arctique à mesure qu'il se déplace vers le sud au-dessus d'une étendue plus chaude de terre ou d'eau (baie d'Hudson). Les températures se situent maintenant entre -2°C et 2°C à la latitude 60°N; elles étaient plus basses d'environ cinq degrés deux jours auparavant.
4. Le front froid semble s'être déplacé de 1 445 km en 48 heures, donc à une vitesse moyenne de 30 km/h. Dans les 24 dernières heures, il ne s'est déplacé que de 550 km, ayant ralenti à environ 23 km/h.

Statistiques de la météo au Canada

- Température • Gel
- Précipitation
- Ensoleillement

Les données climatiques de ces tableaux sont celles de stations représentatives de tout le Canada. Pour plus de détails, se référer aux autres publications du Service de l'environnement atmosphérique (Environnement Canada).

Le Service publie régulièrement:

- *Perspectives climatiques*
- *Résumé mensuel — Données météorologiques pour le Canada*
- *Sommaires météorologiques mensuels et annuels*

On trouvera des données plus détaillées dans les publications suivantes:

- *Sommaires climatiques*
- *Tableaux des températures et des précipitations*
- *Normales climatiques*
- *Cartes climatiques*
- *Feuillets de données climatiques*

Ces publications sont mises à jour régulièrement. Il faut donc demander une liste sélective de publications climatologiques qu'on peut obtenir en écrivant à l'adresse suivante :

Centre Climatologique Canadien
Environnement Canada
4905, rue Dufferin
Downsview, Ontario M3H 5T4
(416) 739-4328

Température et précipitations

Station	Type *	Altitude		Température								Précipitations				
		pi.	m	Moyennes					Extrêmes				Moyennes annuelles			
				Ja	Jl	Annuelle			Nom. d'an- nées de re- levés	Max.	Min.	Jours- degrés**	Total	Neige	Précip. 0,2 mm ou plus	Neige 0,2 cm ou plus
						mean	max.	min.								
						°C	°C	°C								
T.-N.																
Gander	2	482	147	-6	17	4	31	-22	36	36	-26	5015	1078.2	354.9	204	92
Goose Bay	1	144	44	-16	16	0	32	-34	31	38	-39	6494	876.8	409.1	176	94
St-Jean	1	463	141	-4	15	5	28	-18	31	31	-23	4798	1511.5	363.9	210	85
I.-P.-É.																
Charlottetown	1	186	57	-7	18	6	30	-24	30	34	-28	4565	1127.8	305.1	169	60
N.-É.																
Greenwood	1	82	25	-5	19	7	33	-24	30	37	-30	4149	1060.1	263.0	160	57
Shearwater	1	136	41	-4	18	7	30	-21	29	33	-26	4104	1381.3	200.9	142	36
Sydney	1	197	60	-4	18	6	32	-21	32	35	-26	4433	1340.9	288.1	179	67
Yarmouth	1	136	38	-3	16	7	27	-17	33	30	-21	4012	1283.2	204.5	157	46
N.-B.																
Chatham	1	112	34	-9	19	5	34	-29	30	38	-35	4827	1051.2	309.4	152	58
Fredericton	3	130	39	-9	19	5	33	-31	93	39	-39	4652	1084.2	243.6	140	38
Moncton	-	40	12	-8	19	5	33	-29	75	37	-38	4683	1099.3	261.9	152	49
St-Jean	-	100	30	-7	17	6	29	-24	97	34	-30	4693	1305.6	216.9	149	39
Qué.																
Bagotville	1	536	163	-16	18	2	33	-36	30	36	-43	5738	936.6	341.6	177	82
Lennoxville	3	498	152	-11	19	5	33	-36	61	37	-44	4838	1038.1	272.3	169	62
Mont-Joli	1	150	46	-11	17	4	31	-28	30	34	-33	5308	900.3	366.8	156	76
Montréal/McGill	-	187	57	-9	22	7	33	-26	102	36	-34	4437	999.0	243.1	164	61
Québec	1	245	75	-12	19	4	32	-31	30	36	-36	5024	1088.6	326.7	164	67
Schefferville	1	1681	512	-23	13	-5	28	-43	25	32	-51	8197	722.5	335.5	188	115
Sept-Îles	1	190	58	-14	15	1	28	-35	29	32	-43	6096	1090.3	423.1	146	66
Val d'Or	1	1108	338	-17	17	2	32	-39	22	34	-44	5955	902.1	279.3	180	94
Ont.																
Earlton	1	805	245	-16	18	2	33	-40	35	37	-45	5833	790.5	235.2	161	80
Kapuskasing	1	752	229	-18	17	1	32	-39	36	36	-46	6330	871.5	321.8	186	103
London	1	912	278	-6	21	8	33	-24	33	37	-32	4038	924.5	201.1	165	66
Muskoka	1	926	282	-10	19	5	32	-34	35	35	-41	4797	993.1	293.6	164	75
North Bay	1	1210	369	-13	18	4	31	-33	34	34	-40	5289	959.3	284.3	178	84
Ottawa	2	413	126	-11	21	6	34	-30	35	38	-36	4635	850.9	215.9	152	60
Sioux Lookout	1	1227	374	-19	18	1	33	-39	35	36	-46	6205	741.5	236.7	165	87
Thunder Bay	1	644	196	-15	18	2	31	-35	32	36	-41	5708	738.5	222.1	141	63
Toronto	-	379	116	-4	22	9	34	-22	133	41	-33	3658	789.9	141.1	134	41
Warton	1	720	219	-7	19	6	32	-25	26	36	-33	4373	944.0	308.1	163	79
Windsor	1	637	194	-4	22	9	35	-19	33	38	-26	3557	836.1	103.6	137	42
Man.																
Churchill	1	115	35	-28	12	-7	30	-41	30	33	-45	9193	396.6	191.8	141	93
Le Pas	1	894	272	-22	18	-1	32	-41	30	37	-49	6806	449.7	160.3	127	70
Winnipeg	2	786	240	-18	20	2	35	-37	35	41	-45	5864	535.2	131.3	120	58
Sask.																
Prince-Albert	1	1414	431	-21	18	0	34	-44	30	38	-50	6625	389.0	124.0	119	62
Regina	1	1884	574	-17	19	2	36	-39	79	43	-50	5909	397.9	114.8	112	58
Saskatoon	1	1645	501	-19	19	2	36	-39	32	40	-48	6053	352.6	112.7	101	52
Alb.																
Calgary	2	3540	1079	-11	17	3	32	-34	89	36	-45	5948	437.1	153.9	113	61
Edmonton	4	2219	676	-15	18	3	32	-36	35	34	-48	5600	446.5	132.1	124	60
Grande-Prairie	1	2190	668	-17	16	1	31	-42	31	34	-52	6130	442.0	175.6	130	66
Medicine Hat	1	2365	721	-12	20	5	37	-41	89	42	-46	4859	347.8	121.4	90	42
C.-B.																
Estevan Point	-	20	6	5	14	9	23	-6	50	29	-14	3192	3027.9	34.3	202	9
Kamloops	1	1133	345	-6	21	8	37	-26	22	41	-37	3727	260.6	77.1	90	30
Kimberley	1	3016	919	-9	18	5	35	-31	26	42	-44	4800	377.6	154.2	111	50
Lytton	-	838	255	-4	22	10	39	-21	26	41	-32	3243	463.0	142.8	102	30
Penticton	1	1121	342	-3	20	9	37	-18	32	41	-27	3509	296.2	69.2	101	25
Prince-George	1	2218	676	-12	15	3	31	-39	31	34	-50	5318	620.7	233.4	164	77
Prince-Rupert	-	170	52	2	14	8	27	-11	55	32	-21	3847	2114.5	93.2	226	21
Vancouver	2	16	5	2	17	10	28	-11	36	33	-18	3031	1068.1	52.4	158	11
Victoria	2	67	20	3	16	10	31	-9	33	36	-16	2967	856.5	45.5	154	11
Yuk.																
Dawson	-	1062	324	-29	16	-5	29	-51	74	35	-58	8232	325.5	136.4	120	65
Whitehorse	1	2289	698	-19	14	-1	29	-44	31	34	-52	6855	260.3	127.8	118	71
T. N.-O.																
Alert	-	205	63	-32	4	-18	16	-46	23	20	-49	13093	156.1	144.8	99	94
Coppermine	-	28	9	-29	9	-12	26	-44	42	32	-50	10672	216.3	101.9	110	75
Fort Smith	1	665	203	-27	16	-4	31	-47	30	35	-54	7803	331.2	144.5	127	78
Frobisher Bay	1	68	21	-26	8	-9	21	-42	27	24	-46	9820	415.2	246.9	135	97
Inuvik	1	200	61	-29	13	-10	29	-49	16	32	-57	10183	260.3	174.0	128	99
Yellowknife	1	682	208	-29	16	-6	28	-46	31	32	-51	8601	250.0	119.4	114	73

* 1 - Aéroport
2 - Aéroport international
3 - Agriculture Canada
4 - Aéroport industriel

** Total annuel de jours-degrés en dessous de 18°C.

Moyennes des températures quotidiennes en degrés Celsius

Station	Type *	Ja	Fe	Mr	Al	Ma	Jn	Jl	Au	Se	Oc	No	De	Annuelle
T.-N.														
Gander	2	-6.1	-6.3	-3.6	0.8	6.3	11.4	16.5	15.8	11.8	6.3	1.9	-3.4	4.3
Goose Bay	1	-16.3	-14.4	-8.4	-1.8	4.9	11.1	15.8	14.5	9.8	3.2	-3.6	-12.3	0.2
St-Jean	1	-3.8	-4.2	-2.4	1.1	5.5	10.4	15.3	15.4	11.9	7.1	3.5	-1.3	4.9
I.-P.-É.														
Charlottetown	1	-6.7	-7.2	-3.2	2.3	8.6	14.1	18.4	17.9	13.9	8.6	3.3	-3.6	5.5
N.-É.														
Greenwood	1	-4.9	-5.2	-0.9	4.6	10.6	15.7	19.3	18.3	14.1	9.1	4.1	-2.3	6.9
Shearwater	1	-3.8	-4.2	-0.7	4.0	9.0	13.7	17.6	17.8	14.8	9.9	4.9	-1.1	6.8
Sydney	1	-4.4	-5.5	-2.4	2.2	7.7	13.0	17.9	17.8	13.9	8.9	4.2	-1.5	6.0
Yarmouth	1	-2.7	-2.9	0.2	4.6	9.3	13.3	16.4	16.4	13.9	9.8	5.4	-0.2	7.0
N.-B.														
Chatham	1	-9.3	-8.7	-3.4	2.9	9.5	15.4	19.2	18.0	13.4	7.5	1.3	-6.6	4.9
Fredericton	3	-9.2	-8.5	-2.6	4.0	10.5	15.7	19.1	18.0	13.6	7.9	1.8	-6.3	5.3
Moncton	-	-8.1	-7.7	-2.8	3.6	9.8	14.9	18.6	17.5	13.2	7.8	2.3	-5.3	5.3
St-Jean	-	-6.5	-5.7	-1.2	4.3	9.5	13.6	16.7	16.8	13.8	9.1	3.7	-3.3	5.9
Qué.														
Bagotville	1	-15.7	-13.6	-6.7	1.9	9.1	15.2	17.8	16.5	11.6	5.8	-1.6	-11.5	2.4
Lennoxville	3	-10.6	-9.5	-3.2	4.8	11.3	16.7	19.3	17.9	13.7	8.1	1.4	-7.4	5.2
Mont-Joli	1	-11.1	-10.2	-4.9	1.8	8.2	14.1	17.2	16.1	11.8	6.3	0.1	-7.6	3.5
Montréal/McGill	-	-8.9	-7.6	-1.4	6.7	13.6	19.1	21.6	20.4	15.8	10.1	2.9	-5.7	7.2
Québec	1	-11.6	-10.6	-4.4	3.3	10.6	16.3	19.2	17.8	13.1	7.2	0.2	-8.6	4.4
Schefferville	1	-22.7	-21.2	-14.8	-6.9	0.9	8.5	12.6	10.8	5.6	-0.9	-8.7	-18.1	-4.6
Sept-Îles	1	-13.9	-12.7	-6.7	-0.3	5.7	11.6	15.1	14.2	9.6	4.0	-2.2	-10.4	1.2
Val d'Or	1	-16.7	-14.4	-8.3	1.3	8.4	14.6	17.1	15.4	10.8	4.9	-2.9	-12.7	1.5
Ont.														
Earlton	1	-16.1	-13.8	-7.5	1.9	9.3	15.2	17.7	16.2	11.4	5.9	-2.2	-11.9	2.2
Kapuskasing	1	-18.2	-15.8	-9.1	0.7	7.8	14.1	17.0	15.5	10.7	5.3	-4.1	-14.2	0.8
London	1	-6.0	-5.6	-0.7	6.6	12.3	18.2	20.5	19.7	15.7	9.9	3.1	-3.6	7.5
Muskoka	1	-10.0	-9.0	-3.7	4.7	10.7	16.2	18.5	17.6	13.5	8.1	1.2	-6.9	5.1
North Bay	1	-12.8	-11.1	-5.4	3.2	10.1	15.8	18.3	17.1	12.4	6.9	-0.8	-9.4	3.7
Ottawa	2	-10.9	-9.5	-3.1	5.6	12.4	18.2	20.7	19.3	14.6	8.7	1.4	-7.7	5.8
Sioux Lookout	1	-18.7	-15.8	-8.1	1.3	8.6	15.0	18.4	16.9	10.9	5.2	-5.2	-14.7	1.2
Thunder Bay	1	-14.8	-13.0	-6.2	2.4	8.3	13.8	17.5	16.5	11.3	6.1	-2.5	-10.8	2.4
Toronto	-	-4.4	-3.8	0.6	7.6	13.2	19.2	21.8	21.1	17.0	11.2	4.8	-1.8	8.9
Warton	1	-6.6	-6.8	-3.0	4.9	10.3	15.8	18.7	18.4	14.6	9.6	2.9	-3.4	6.3
Windsor	1	-4.3	-3.4	1.2	8.2	14.0	19.9	22.3	21.3	17.4	11.6	4.3	-2.0	9.2
Man.														
Churchill	1	-27.6	-26.7	-20.3	-11.0	-2.3	6.1	12.0	11.5	5.7	-1.0	-11.9	-21.8	-7.3
Le Pas	1	-22.4	-18.3	-11.4	-0.4	7.7	14.0	17.9	16.3	10.2	3.8	-7.5	-17.4	-0.6
Winnipeg	2	-18.3	-15.7	-8.1	3.3	10.6	16.5	19.7	18.7	12.6	6.6	-4.4	-13.7	2.3
Sask.														
Prince-Albert	1	-21.1	-16.9	-10.4	1.7	9.5	14.3	17.7	16.2	10.2	3.9	-7.1	-16.4	0.1
Regina	1	-17.3	-14.3	-8.3	3.3	10.6	15.3	18.9	17.9	11.6	5.3	-5.2	-12.9	2.1
Saskatoon	1	-18.7	-15.1	-8.7	3.3	10.6	15.4	18.8	17.4	11.3	5.0	-5.8	-14.0	1.6
Alb.														
Calgary	2	-10.9	-7.4	-4.3	3.3	9.3	13.2	16.5	15.2	10.7	5.7	-2.6	-7.6	3.4
Edmonton	4	-14.7	-10.5	-5.4	4.0	10.9	14.7	17.5	15.9	10.9	5.4	-4.2	-10.7	2.8
Grande-Prairie	1	-17.3	-12.4	-7.4	2.4	10.0	13.7	16.0	14.8	10.2	4.2	-6.3	-13.2	1.2
Medicine Hat	1	-12.1	-8.1	-3.2	5.9	12.1	16.1	20.2	18.9	13.2	7.6	-1.6	-7.6	5.1
C.-B.														
Estevan Point	-	4.5	5.4	5.6	7.5	10.1	12.4	13.8	14.1	12.9	10.2	7.3	5.5	9.1
Kamloops	1	-6.0	-1.3	3.6	9.3	14.3	18.0	20.9	19.7	15.0	8.4	1.7	-2.6	8.4
Kimberley	1	-9.1	-4.8	-1.1	5.6	10.7	14.1	17.7	16.7	12.1	5.7	-2.0	-6.7	4.9
Lytton	-	-3.6	1.4	5.1	10.0	15.3	18.8	22.0	21.2	16.9	10.2	3.2	-0.9	10.0
Penticton	1	-2.9	0.3	3.7	8.7	13.4	17.1	20.1	19.2	14.7	8.7	3.1	-0.4	8.8
Prince-George	1	-11.8	-6.2	-2.1	3.9	9.4	13.0	14.9	13.7	9.8	4.7	-2.8	-7.6	3.2
Prince-Rupert	-	1.8	2.7	3.7	6.2	9.6	11.8	13.6	13.9	12.0	8.7	5.1	2.9	7.7
Vancouver	2	2.4	4.4	5.8	8.9	12.4	15.3	17.4	17.1	14.2	10.1	6.1	3.8	9.8
Victoria	2	2.9	4.7	5.8	8.6	11.9	14.5	16.4	16.1	13.9	10.0	6.2	4.2	9.6
Yuk.														
Dawson	-	-28.6	-23.0	-14.1	-1.8	7.8	13.9	15.5	12.7	6.4	-3.2	-16.5	-25.3	-4.7
Whitehorse	1	-18.9	-13.2	-7.7	-0.1	7.1	12.4	14.1	12.3	7.8	0.7	-9.0	-15.8	-0.9
T. N.-O.														
Alert	-	-32.1	-33.3	-33.0	-24.7	-11.2	-0.6	3.9	0.9	-10.1	-19.7	-26.1	-29.8	-18.0
Coppermine	-	-29.4	-30.9	-26.1	-17.7	-5.7	3.5	9.3	8.6	2.3	-6.3	-19.5	-25.7	-11.5
Fort Smith	1	-26.9	-22.6	-14.6	-3.2	7.1	13.1	16.1	14.3	7.7	0.5	-11.8	-21.4	-3.5
Frobisher Bay	1	-26.2	-25.2	-22.3	-14.2	-3.3	3.5	7.9	6.9	2.4	-4.7	-12.4	-20.3	-9.0
Inuvik	1	-29.3	-29.4	-23.8	-14.6	-0.8	9.8	13.3	10.3	2.7	-7.2	-20.6	-27.1	-9.7
Yellowknife	1	-28.6	-25.7	-18.6	-7.8	4.0	12.2	16.0	14.1	6.8	-1.2	-14.2	-23.8	-5.6

* 1 - Aéroport
2 - Aéroport international
3 - Agriculture Canada
4 - Aéroport industriel

Volume des précipitations en millimètres

Station	Type *	Ja	Fe	Mr	Al	Ma	Jn	Jl	Au	Se	Oc	No	De	Annuelle
T.-N.														
Gander	2	94.0	100.8	96.8	85.1	62.5	76.2	77.7	100.8	84.1	95.3	106.9	98.0	1078.2
Goose Bay	1	69.1	60.2	69.3	54.1	61.7	81.5	102.1	92.7	76.0	71.9	69.9	68.3	876.8
St-Jean	1	145.0	156.2	132.6	114.1	99.1	88.7	83.1	113.3	112.0	138.7	161.3	167.4	1511.5
I.-P.-É.														
Charlottetown	1	110.7	95.0	84.6	82.0	82.0	83.1	73.2	92.5	86.4	96.8	125.7	115.8	1127.8
N.-É.														
Greenwood	1	117.1	96.8	77.0	79.0	74.9	73.9	62.7	90.7	74.2	86.9	111.8	115.1	1060.1
Shearwater	1	147.3	128.5	111.8	105.4	109.5	85.1	92.0	94.0	94.2	113.3	151.9	148.3	1381.3
Sydney	1	137.2	118.6	119.4	95.3	99.6	80.8	78.5	99.6	99.1	111.8	161.3	139.7	1340.9
Yarmouth	1	140.7	115.8	101.9	98.6	100.8	87.4	73.9	96.5	86.1	108.5	138.9	134.1	1283.2
N.-B.														
Chatham	1	97.0	90.7	83.8	75.7	80.3	83.6	75.7	83.6	87.1	88.4	112.3	93.0	1051.2
Fredericton	3	90.7	86.4	73.4	80.8	87.6	86.1	90.2	85.9	86.9	90.9	119.9	105.4	1084.2
Moncton	-	106.7	100.1	93.2	84.1	80.3	90.7	79.5	79.8	73.2	90.7	112.5	108.5	1099.3
St-Jean	-	125.7	114.1	98.3	99.8	102.9	93.7	89.7	99.8	99.8	104.7	145.3	131.8	1305.6
Qué.														
Bagotville	1	67.6	63.3	53.1	49.0	70.1	100.6	111.0	96.3	98.6	68.8	78.7	79.5	936.6
Lennoxville	3	76.0	74.7	69.1	79.0	85.9	102.9	101.4	95.5	83.3	88.4	92.5	89.4	1038.1
Mont-Joli	1	89.4	79.3	64.0	54.4	66.3	70.9	73.9	74.7	80.5	75.2	82.0	89.7	900.3
Montréal/McGill	-	79.5	71.4	75.2	77.0	74.9	87.1	93.0	91.7	86.6	79.0	92.7	90.9	999.0
Québec	1	85.9	76.7	69.3	74.7	80.8	101.9	107.7	102.6	105.7	82.3	99.6	101.4	1088.6
Schefferville	1	41.2	36.6	36.8	34.8	44.7	79.0	88.7	98.0	82.8	70.1	63.8	46.0	722.5
Sept-Îles	1	99.8	92.0	72.9	58.2	81.8	85.6	103.9	98.8	100.8	87.4	109.5	99.6	1090.3
Val d'Or	1	57.2	55.1	55.1	46.2	58.4	89.9	96.5	100.8	104.9	78.0	90.7	69.3	902.1
Ont.														
Earlton	1	53.6	45.0	44.5	45.0	63.8	92.0	80.0	82.8	96.8	64.3	69.9	52.8	790.5
Kapuskasing	1	53.3	47.5	53.9	50.8	79.3	85.3	95.5	92.2	92.2	78.2	87.4	55.9	871.5
London	1	76.2	65.3	71.9	78.2	74.9	81.0	81.3	73.4	78.7	74.2	82.8	86.6	924.5
Muskoka	1	82.8	60.2	67.6	68.8	78.7	77.5	86.1	75.4	99.8	91.7	102.1	102.4	993.1
North Bay	1	72.4	58.7	62.5	64.5	72.9	86.4	102.1	86.4	115.8	85.1	93.0	79.5	959.3
Ottawa	2	59.9	56.9	61.0	67.6	70.1	72.6	81.3	81.5	78.7	65.8	78.5	77.0	850.9
Sioux Lookout	1	38.4	30.2	33.5	45.0	69.6	96.8	95.5	86.6	92.2	63.0	54.1	36.6	741.5
Thunder Bay	1	48.0	30.2	43.7	56.4	74.7	82.8	71.1	87.9	83.6	56.9	57.2	46.0	738.5
Toronto	-	62.5	56.6	65.5	67.3	72.9	63.0	80.8	67.3	61.2	61.5	67.3	64.0	789.9
Warton	1	98.3	71.9	62.5	71.1	64.3	63.3	68.1	77.2	84.8	83.1	96.8	102.6	944.0
Windsor	1	55.4	52.1	66.3	81.0	83.1	83.6	82.8	82.3	60.7	63.3	62.0	63.5	836.1
Man.														
Churchill	1	14.0	13.0	17.8	24.1	28.2	40.1	49.0	57.7	52.1	40.4	40.1	20.1	396.6
Le Pas	1	18.5	16.5	20.6	25.4	37.9	59.2	72.4	61.5	55.1	30.7	29.0	22.9	449.7
Winnipeg	2	23.6	19.1	26.2	37.3	57.2	80.3	80.3	73.7	52.6	34.8	27.2	22.9	535.2
Sask.														
Prince-Albert	1	17.3	16.8	18.8	24.1	35.8	57.2	64.3	53.1	34.8	24.1	20.6	22.1	389.0
Regina	1	18.0	17.3	18.3	23.4	40.9	82.6	57.9	49.8	36.3	19.1	18.0	16.3	397.9
Saskatoon	1	18.3	18.0	16.8	20.6	34.0	57.4	53.1	45.2	33.0	19.1	18.8	18.3	352.6
Alb.														
Calgary	2	17.0	19.8	20.3	29.5	49.8	91.7	68.3	55.9	35.3	18.8	16.0	14.7	437.1
Edmonton	4	25.2	20.1	16.8	23.4	37.3	74.7	83.3	71.6	35.8	18.5	18.5	21.3	446.5
Grande-Prairie	1	34.0	28.2	21.3	21.6	37.6	64.5	60.5	52.6	34.3	25.9	31.0	30.5	442.0
Medicine Hat	1	22.6	18.3	19.3	25.2	38.1	63.5	38.6	39.4	33.0	17.0	16.3	16.5	347.8
C.-B.														
Estevan Point	-	385.3	318.0	292.1	232.7	120.4	97.0	87.6	89.9	171.7	375.9	421.4	435.9	3027.9
Kamloops	1	28.7	15.5	8.1	12.5	19.1	36.3	25.9	26.9	20.3	18.5	20.6	28.2	260.6
Kimberley	1	41.9	27.2	21.8	18.3	34.5	51.8	21.1	31.5	23.6	28.2	35.3	42.4	377.6
Lytton	-	74.9	51.1	28.5	19.1	14.7	20.6	12.2	18.8	23.4	50.3	68.6	80.8	463.0
Penticton	1	31.5	20.8	16.5	23.1	27.7	35.6	24.6	22.4	18.0	19.8	25.7	30.5	296.2
Prince-George	1	59.2	42.9	31.5	29.5	42.2	58.2	57.9	73.4	55.9	61.0	54.9	54.1	620.7
Prince-Rupert	-	214.1	208.8	180.3	183.9	122.7	107.2	120.9	147.1	241.8	359.2	269.2	259.3	2414.5
Vancouver	2	147.3	116.6	93.7	61.0	47.5	45.2	29.7	37.1	61.2	122.2	141.2	165.4	1068.1
Victoria	2	146.3	96.8	69.1	44.2	30.5	29.2	18.5	24.9	36.6	87.4	127.5	145.5	856.5
Yuk.														
Dawson	-	19.3	16.0	12.7	9.1	21.8	36.8	53.1	50.6	28.5	26.7	25.2	25.7	325.5
Whitehorse	1	18.5	14.0	14.7	10.7	13.5	28.7	33.3	36.1	29.0	19.8	22.4	19.6	260.3
T. N.-O.														
Alert	-	7.6	5.3	7.1	6.6	10.7	13.5	18.0	27.4	27.9	15.8	8.1	8.1	156.1
Coppermine	-	10.4	5.8	11.2	10.4	11.2	16.8	33.5	39.9	27.2	25.2	14.5	10.2	216.3
Fort Smith	1	17.5	15.5	14.5	17.5	24.6	33.8	52.8	37.9	37.6	28.7	27.7	23.1	331.2
Frobisher Bay	1	24.4	27.9	20.6	22.4	22.9	37.9	53.1	57.9	43.4	41.7	36.8	26.2	415.2
Inuvik	1	20.3	10.4	16.5	14.0	17.5	13.0	34.3	46.2	21.1	33.8	14.7	18.5	260.3
Yellowknife	1	13.7	12.2	11.7	10.2	14.0	17.3	33.3	36.3	28.2	30.7	23.9	18.5	250.0

- * 1 - Aéroport
 2 - Aéroport international
 3 - Agriculture Canada
 4 - Aéroport industriel

Données sur le gel

Station	Type *	Moyennes basées sur 30-années de relevés				Extrêmes basés sur toute la période des relevés										
		An- nées	Jours sans gel	Dernier gel Prin- temps	Premier gel Au- tomne	An- nées	Dernier gel — Printemps		Premier gel — Automne		Période la plus longue sans gel			Période la plus courte sans gel		
							Le plus tôt	Le plus tard	Le plus tôt	Le plus tard	Dernier gel Prin- temps	Premier gel Au- tomne	Nom. de jours	Dernier gel Prin- temps	Premier gel Au- tomne	Nom. de jours
T.-N.																
Gander	2	30	122	Jn 4	Oc 5	34	Ma 15	Jn 22	Au 26	Oc 18	Ma 24	Oc 16	144	Jn 13	Se 24	102
Goose Bay	1	29	102	Jn 6	Se 17	29	Ma 17	Jn 20	Se 2	Oc 17	Jn 1	Oc 17	137	Jn 21	Se 2	72
St-Jean	1	29	130	Jn 3	Oc 12	29	Ma 18	Jn 28	Se 18	Oc 26	Ma 24	Oc 23	151	Jn 28	Se 23	86
I.-P.-É.																
Charlottetown	1	28	150	Ma 17	Oc 15	28	Ma 1	Jn 9	Se 14	Oc 31	Ma 1	Oc 26	177	Ma 27	Se 14	109
N.-É.																
Greenwood	1	28	128	Ma 21	Se 27	28	Ma 1	Jn 10	Se 9	No 2	Ma 6	No 2	179	Ma 30	Se 13	105
Shearwater	1	27	173	Ma 5	Oc 26	27	Al 17	Ma 25	Oc 7	No 14	Al 26	No 14	201	Ma 25	Oc 11	138
Sydney	1	30	145	Ma 23	Oc 16	30	Ma 2	Jn 14	Se 30	No 10	Ma 19	No 10	174	Jn 8	Se 30	113
Yarmouth	1	30	174	Ma 2	Oc 24	30	Al 16	Ma 25	Oc 7	No 14	Al 21	No 14	206	Ma 25	Oc 12	139
N.-B.																
Chatham	1	28	122	Ma 22	Se 21	28	Ma 1	Jn 12	Se 3	Oc 21	Ma 18	Oc 21	155	Jn 12	Se 14	93
Fredericton	3	30	130	Ma 18	Se 26	58	Al 25	Jn 14	Se 8	Oc 18	Ma 10	Oc 12	154	Ma 28	Se 8	102
Moncton	-	30	102	Jn 1	Se 12	73	Ma 8	Jn 24	Al 16	Oc 6	Ma 11	Se 26	137	Jn 16	Al 16	29
St-Jean	-	24	170	Ma 3	Oc 21	87	Al 11	Ma 27	Se 20	No 7	Al 20	No 5	198	Ma 21	Se 29	130
Qué.																
Bagotville	1	29	114	Ma 26	Se 18	29	Ma 3	Jn 15	Se 8	Oc 21	Ma 18	Oc 15	149	Jn 1	Se 9	85
Lennoxville	3	30	104	Jn 4	Se 17	59	Ma 11	Jn 29	Au 16	Oc 7	Ma 13	Se 29	138	Jn 21	Au 18	57
Mont-Joli	1	28	135	Ma 21	Oc 4	28	Al 29	Jn 18	Se 11	Oc 19	Ma 3	Oc 14	163	Jn 12	Se 13	92
Montréal/McGill	-	30	183	Al 22	Oc 23	96	Mr 29	Ma 24	Se 29	No 14	Al 10	No 14	217	Ma 24	Oc 9	137
Québec	1	28	132	Ma 18	Se 28	28	Al 29	Jn 7	Se 11	Oc 21	Ma 4	Oc 8	156	Ma 24	Se 14	112
Schefferville	1	22	73	Jn 18	Au 31	22	Jn 8	Jl 14	Jl 16	Se 17	Jn 8	Se 13	96	Jn 29	Jl 16	16
Sept-Îles	1	26	109	Ma 30	Se 17	26	Al 30	Jn 15	Au 30	Oc 11	Ma 18	Oc 11	145	Jn 12	Au 30	78
Val d'Or	1	17	98	Jn 4	Se 11	17	Ma 20	Jn 18	Au 6	Oc 5	Ma 25	Oc 5	132	Jn 16	Au 6	50
Ont.																
Earlton	1	30	101	Jn 2	Se 12	32	Ma 12	Jl 14	Au 19	Oc 4	Ma 23	Oc 4	133	Jl 14	Se 6	53
Kapuskasing	1	30	83	Jn 13	Se 5	33	Ma 24	Jl 14	Jl 17	Se 25	Ma 24	Se 23	121	Jn 24	Jl 17	22
London	1	30	149	Ma 9	Oc 6	31	Al 9	Jn 8	Se 17	Oc 25	Al 9	Oc 22	195	Ma 16	Se 17	123
Muskoka	1	30	107	Ma 29	Se 14	32	Ma 10	Jn 19	Au 21	Oc 4	Ma 19	Oc 4	137	Jn 18	Au 21	63
North Bay	1	30	125	Ma 21	Se 24	32	Ma 2	Jn 16	Se 4	Oc 5	Ma 2	Oc 1	151	Jn 1	Se 4	94
Ottawa	2	30	142	Ma 11	Oc 1	32	Al 19	Ma 26	Se 17	Oc 22	Ma 7	Oc 22	167	Ma 25	Se 21	118
Sioux Lookout	1	30	113	Ma 29	Se 20	32	Ma 11	Jn 14	Au 23	Oc 16	Ma 11	Oc 16	157	Jn 13	Se 8	86
Thunder Bay	1	30	101	Ma 31	Se 10	30	Ma 14	Jl 6	Au 22	Se 29	Ma 18	Se 29	133	Jn 21	Au 22	61
Toronto	-	30	192	Al 20	Oc 30	131	Mr 27	Jn 10	Se 20	No 24	Mr 27	No 2	219	Jn 10	Se 22	103
Warton	1	24	141	Ma 18	Oc 2	24	Ma 2	Jn 8	Se 15	Oc 31	Ma 11	Oc 31	172	Ma 21	Se 15	116
Windsor	1	30	173	Al 29	Oc 20	31	Al 11	Ma 13	Se 28	No 13	Al 20	Oc 28	190	Ma 10	Oc 1	143
Man.																
Churchill	1	26	81	Jn 22	Se 12	26	Jn 12	Jl 10	Au 23	Se 29	Jn 12	Se 29	108	Jl 4	Au 23	49
Le Pas	1	28	114	Ma 28	Se 20	28	Ma 14	Jn 13	Se 2	Oc 11	Ma 20	Oc 3	135	Jn 13	Se 16	94
Winnipeg	2	30	118	Ma 25	Se 21	33	Ma 6	Jn 20	Se 2	Oc 27	Ma 22	Oc 27	157	Jn 20	Se 11	82
Sask.																
Prince-Albert	1	28	93	Jn 5	Se 7	28	Ma 12	Jn 24	Au 11	Se 21	Ma 17	Se 5	110	Jn 6	Au 12	66
Regina	1	30	107	Ma 27	Se 12	35	Ma 8	Jn 20	Au 11	Oc 14	Ma 12	Se 25	135	Jn 8	Au 17	69
Saskatoon	1	30	110	Ma 27	Se 15	30	Ma 6	Jn 17	Au 19	Oc 8	Ma 8	Se 29	143	Jn 7	Au 19	72
Alb.																
Calgary	2	30	106	Ma 28	Se 12	87	Ma 4	Jl 11	Jl 18	Oc 19	Ma 4	Oc 6	154	Jn 24	Au 6	42
Edmonton	4	30	127	Ma 14	Se 19	33	Al 26	Jn 21	Se 6	Oc 12	Ma 5	Oc 9	156	Jn 21	Se 18	88
Grande-Prairie	1	29	113	Ma 19	Se 10	29	Ma 3	Jn 17	Au 15	Oc 7	Ma 15	Oc 7	144	Jn 17	Se 6	80
Medicine Hat	1	30	125	Ma 17	Se 20	87	Al 26	Jn 12	Au 27	Oc 19	Al 30	Oc 14	166	Ma 30	Se 5	97
C.-B.																
Estevan Point	-	30	226	Al 5	No 18	48	Fe 4	Ma 10	Se 24	De 30	Mr 4	De 30	300	Al 30	Oc 18	170
Kamloops	1	20	145	Ma 5	Se 28	20	Al 21	Ma 18	Se 12	Oc 19	Ma 2	Oc 19	169	Ma 18	Se 12	116
Kimberley	1	26	95	Jn 2	Se 6	26	Ma 10	Jl 7	Jl 18	Se 30	Al 26	Se 19	145	Jl 3	Jl 18	14
Lytton	-	19	187	Al 24	Oc 28	19	Al 7	Ma 7	Oc 4	No 23	Al 10	No 3	206	Ma 1	Oc 4	155
Penticton	1	30	143	Ma 10	Oc 1	30	Al 22	Jn 13	Se 12	Oc 19	Al 27	Oc 17	172	Jn 13	Se 13	91
Prince-George	1	29	78	Jn 10	Au 28	29	Ma 15	Jl 7	Jl 31	Oc 4	Jn 6	Oc 4	119	Jl 6	Au 14	38
Prince-Rupert	-	22	199	Al 19	No 5	54	Mr 1	Ma 19	Se 17	De 6	Mr 10	No 17	251	Ma 9	Oc 9	152
Vancouver	2	30	212	Mr 31	Oc 30	33	Mr 5	Al 30	Oc 2	No 28	Mr 24	No 26	246	Al 23	Oc 2	161
Victoria	2	30	202	Al 13	No 2	31	Fe 25	Ma 6	Oc 10	No 28	Fe 25	No 20	267	Al 25	Oc 10	167
Yuk.																
Dawson	-	30	92	Ma 26	Au 27	73	Ma 12	Jl 14	Jl 19	Se 17	Ma 14	Se 17	125	Jn 21	Jl 19	27
Whitehorse	1	29	87	Jn 5	Se 1	37	Ma 13	Jl 4	Jl 30	Se 20	Ma 13	Se 17	126	Jl 4	Jl 30	25
T. N.-O.																
Alert	-	21	4	Jl 14	Jl 19	21	Jl 7	Jl 15	Jl 16	Au 3	Jl 15	Au 13	18	Jl 15	Jl 16	0
Coppermine	-	30	54	Jn 27	Au 21	39	Jn 10	Jl 13	Jl 23	Se 14	Jl 10	Se 10	91	Jl 11	Au 4	23
Fort Smith	1	27	64	Jn 15	Au 19	27	Ma 21	Jl 15	Jl 17	Se 15	Ma 23	Se 3	102	Jl 9	Jl 17	7
Frobisher Bay	1	24	59	Jn 30	Au 29	24	Jn 13	Jl 15	Jl 19	Se 17	Jn 19	Se 17	89	Jl 8	Jl 19	10
Inuvik	1	13	45	Jn 26	Au 11	13	Jn 6	Jl 15	Jl 26	Se 6	Jn 8	Se 6	89	Jl 15	Jl 28	12
Yellowknife	1	29	108	Ma 30	Se 16	29	Ma 6	Jn 12	Se 2	Oc 3	Ma 6	Se 26	142	Jn 9	Se 4	86

- * 1 - Aéroport
 2 - Aéroport international
 3 - Agriculture Canada
 4 - Aéroport industriel

NOTE : Il s'agit des dates où la température minimale ne dépassait pas 0°C dans un abri situé à 1,37 m au-dessus du sol.

Moyenne d'ensoleillement en heures

Station	Type *	Ja	Fe	Mr	Al	Ma	Jn	Jl	Au	Se	Oc	-No	De	Annuelle
T.-N.														
Gander	2	73	85	102	116	155	169	202	180	145	112	62	60	1461
Goose Bay	1	88	119	141	147	179	194	212	205	143	102	71	73	1674
St-Jean	1	64	76	89	116	158	188	213	184	145	111	62	52	1458
Î.-P.-É.														
Charlottetown	3	83	105	137	156	199	215	244	220	180	133	72	59	1803
N.-É.														
Annapolis Royal	-	62	86	139	156	206	205	236	219	177	141	74	52	1753
Shearwater	1	110	129	148	176	217	217	220	214	172	155	98	90	1946
Sydney	1	81	106	126	161	204	222	251	225	168	139	74	67	1824
Yarmouth	1	71	94	136	173	229	209	202	201	168	146	85	58	1772
N.-B.														
Chatham	1	110	121	148	180	211	226	255	235	181	144	91	96	1998
Fredericton	3	103	118	141	160	201	203	234	218	166	140	85	91	1860
Moncton	1	103	120	135	168	212	226	247	223	166	141	87	90	1918
St-Jean	1	99	118	143	160	202	199	218	204	163	138	87	88	1819
Qué.														
Lennoxville	3	79	102	135	162	212	229	256	229	166	135	67	60	1832
Montréal/McGill	-	93	109	156	171	220	241	264	238	180	140	70	77	1959
Québec	1	81	99	139	163	198	196	233	208	167	126	63	65	1708
Schefferville	1	82	117	165	191	168	198	188	145	101	67	45	61	1528
Sept-Îles	1	103	135	163	222	232	248	253	219	166	125	88	97	2051
Ont.														
Harrow	-	77	97	126	162	229	247	277	258	191	163	82	71	1980
Kapuskasing	3	76	104	143	165	190	215	233	203	122	92	40	52	1635
London	1	69	96	128	170	233	243	274	253	177	153	73	61	1930
New Liskeard	-	72	103	153	168	176	166	233	204	134	97	46	50	1602
North Bay	1	97	130	158	188	231	246	267	226	158	115	59	70	1945
Ottawa	2	96	115	150	175	231	245	277	243	171	138	76	78	1995
Thunder Bay	1	116	149	185	205	235	258	302	251	173	116	80	92	2162
Toronto	-	87	110	145	179	221	256	281	257	197	153	82	77	2045
Man.														
Churchill	1	78	130	183	196	182	234	285	234	104	63	45	55	1789
Le Pas	1	103	129	172	217	277	263	301	246	147	120	63	70	2108
Winnipeg	2	112	139	170	209	246	259	331	276	183	158	81	86	2230
Sask.														
Prince-Albert	1	94	115	168	212	259	258	303	269	170	143	80	72	2143
Regina	1	98	117	156	210	271	253	337	293	194	169	96	83	2277
Saskatoon	1	99	129	192	225	279	280	341	294	207	175	98	84	2403
Alb.														
Calgary	2	99	121	156	196	237	240	317	278	188	166	116	94	2208
Edmonton	4	91	113	176	224	272	265	306	269	185	161	105	80	2237
Medicine Hat	1	91	118	149	199	256	261	342	292	188	165	105	86	2170
C.-B.														
Estevan Point	-	58	83	132	159	217	217	241	190	166	108	69	50	1690
Kamloops	1	54	93	150	187	245	244	308	275	194	121	63	43	1977
Kimberley	1	31	109	183	181	276	242	346	307	182	146	89	32	2124
Prince-George	1	54	89	139	187	255	256	279	245	158	104	60	39	1865
Prince-Rupert	-	42	59	86	118	159	120	120	119	95	54	40	24	1036
Vancouver	2	55	93	129	180	253	243	305	255	188	116	70	44	1931
Victoria Gonz.Hts.	-	70	98	150	198	277	276	338	287	209	139	81	60	2183
Yuk.														
Whitehorse	1	42	81	160	230	267	271	250	225	134	96	48	21	1825
T. N.-O.														
Coppermine	-	5	75	154	220	226	289	305	194	69	46	12	0	1595
Fort Smith	1	60	110	175	235	283	302	299	261	125	90	47	30	2017
Frobisher Bay	1	35	88	181	234	183	165	210	143	78	59	43	16	1435
Inuvik	1	9	68	173	254	289	366	314	208	110	53	19	0	1863
Yellowknife	1	66	101	210	255	323	354	359	250	119	43	40	15	2135

- * 1 - Aéroport
 2 - Aéroport international
 3 - Agriculture Canada
 4 - Aéroport industriel

Possibilités de carrière au Service de l'environnement atmosphérique

Qualifications de base des météorologistes

à Montréal. Les étudiants désireux de poursuivre leurs études en météorologie devraient communiquer avec les universités afin d'obtenir des détails sur les programmes qu'elles offrent.

Chaque année, le Service de l'environnement atmosphérique recrute des diplômés universitaires en météorologie.

Le SEA exige un baccalauréat ou une maîtrise en sciences météorologiques, ou un diplôme universitaire en physique et en mathématiques ainsi que des crédits ou un certificat en météorologie. Il faut donc en général que les intéressés aient suivi:

- a) au moins quatre cours et demi en mathématiques, qui devraient inclure le calcul, les équations différentielles, l'algèbre linéaire, la statistique et l'informatique et un ou plusieurs cours sur l'analyse numérique, l'algèbre de matrices et les systèmes informatisés;
- b) trois cours et demi en physique, comprenant la physique générale, la mécanique, l'électricité et le magnétisme et un ou plusieurs cours portant, par exemple, sur la mécanique des fluides, l'optique et la mécanique avancée.

Ils doivent aussi avoir suivi au moins cinq cours en météorologie comprenant :

- c) la météorologie dynamique, la météorologie physique (la thermodynamique et le rayonnement atmosphérique, la physique des nuages et le radar), la météorologie générale (la circulation générale, les masses d'air et la théorie frontologique), la météorologie synoptique (comprenant des programmes de laboratoire sur la structure atmosphérique, l'analyse des masses d'air et des fronts et les processus météorologiques);
- d) d'autres cours dans des domaines tels que la climatologie, la micrométéorologie, l'hydrométéorologie et d'autres disciplines connexes.

Le choix des candidats se fonde sur le mérite et l'on considère les connaissances académiques, l'expérience de travail, les activités hors programme, les intérêts et les aptitudes personnelles. Les candidats à qui l'on offre un emploi comme météorologues-étudiants et qui l'acceptent doivent ensuite compléter avec succès un programme officiel de formation.

De programmes menant à l'obtention d'un baccalauréat ou d'un diplôme supérieur, ainsi que des programmes menant à un certificat ou un diplôme en météorologie, sont offerts par plusieurs universités canadiennes : à l'université de la Colombie-Britannique, à l'université de l'Alberta, à l'université de Toronto, à l'université York, à l'université McGill, à l'université Dalhousie et à l'université du Québec

Glossaire

anémomètre	instrument pour mesurer la vitesse du vent ou observer à la fois la direction et la vitesse du vent
barographe	instrument permettant d'enregistrer chronologiquement la pression atmosphérique
baromètre	instrument pour mesurer la pression atmosphérique
front	surface de séparation de deux masses d'air
HNA	Heure normale de l'Atlantique
HNC	Heure normale du Centre
HNE	Heure normale de l'Est
HNP	Heure normale du Pacifique
HNR	Heure normale des Rocheuses
HNTN	Heure normale de Terre-Neuve
HNK	Heure normale du Yukon
isobare	ligne indiquant des points de même pression barométrique
mb	millibar, unité de pression atmosphérique
observations synoptiques	observations météorologiques effectuées au même instant dans de nombreuses stations
occlusion	masse d'air qui s'élève suite à la collision d'un front froid et d'un front chaud
point de rosée	température à laquelle la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère commence à se condenser
radiosonde	instrument et émetteur radio emportés dans l'atmosphère au moyen d'un ballon et permettant de déterminer un ou plusieurs éléments météorologiques
réseau avancé de pré-alerte (DEW)	système de radars du ministère de la Défense (DEW : <i>Distant Early Warning</i>)
théodolite	instrument muni d'une lunette et servant à mesurer les angles.
trowal	contraction de l'expression anglaise " <i>trough of warm air aloft</i> " (creux d'air chaud en altitude); ressemble à l'occlusion, mais il y a peu de changement de température sur tout le front en surface
TU	Temps universel

Cette publication a été préparée et publiée par le Service de l'environnement atmosphérique d'Environnement Canada, 4905, rue Dufferin, Downsview (Ontario), M3H 5T4.

Pour obtenir des renseignements supplémentaires, communiquez avec le Centre des publications du bureau du Service de l'environnement atmosphérique de votre région, dont l'adresse paraît ci-dessous:

Région de l'Atlantique (Nouvelle-Écosse, Nouveau-Brunswick, Île-du-Prince-Édouard, Terre-Neuve, Labrador)	Service de l'environnement atmosphérique 1496, Chemin de Bedford Bedford (Nouvelle-Écosse) B4A 1E5
Région du Québec (Québec, Île de Baffin)	Service de l'environnement atmosphérique 100, boul. Alexis Nihon, 3 ^e étage Ville Saint-Laurent (Québec) H4M 2N8
Région de l'Ontario (Ontario, vers l'ouest jusqu'à Thunder Bay)	Service de l'environnement atmosphérique 25 est, av. St. Clair Toronto (Ontario) M4T 1M2
Région du Centre (Ontario, vers l'ouest, depuis Thunder Bay, Manitoba, Saskatchewan, Territoires du Nord-Ouest, situés entre le 80° et le 108° de longitude ouest, archipel arctique)	Service de l'environnement atmosphérique 266, av. Graham Winnipeg (Manitoba) R3C 3V4
Région de l'Ouest (Alberta, Yukon, Territoires du Nord-Ouest, à l'ouest du 108° de longitude ouest)	Service de l'environnement atmosphérique Édifice Twin Atria 4999, 98 ^e avenue Edmonton (Alberta) T6B 2X3
Région du Pacifique (Colombie-Britannique)	Service de l'environnement atmosphérique 1200 ouest, 73 ^e avenue Vancouver (Colombie-Britannique) V6P 6H9