

Travaux pratiques : La cartographie de la météo

GUIDE TP#1

La boîte à outils du météorologue

Ce travail pratique introduit, en partie, le « langage » que les météorologistes opérationnels utilisent régulièrement. Il permet aux météorologistes de :

1. Décrire concisément tous les aspects du temps à une station météorologique donnée, par exemple, pression, température, vent et humidité;
2. Extraire de l'information sur le temps à partir des milliers de mesures simultanées des diverses variables météorologiques.

Le but est d'apprendre à lire les cartes de surface et d'altitude, décoder le modèle de la station de surface, ou modèle de pointage, et de faire le lien entre toute cette information et la situation météorologique à sa base.

Les cartes météorologiques et le modèle de pointage

La carte météorologique est le principal outil pour comprendre et prédire le temps. Il existe plusieurs types de cartes météorologiques. Entre autres, les cartes d'analyse et les cartes de prévision.

Cartes d'analyse : ce sont des cartes qui montrent les conditions du temps observées à un moment donné. Elles montrent le champ de pression, spécialement les centres de haute et basse pression. Elles peuvent montrer aussi les fronts et d'autres grandeurs mesurées à chaque station d'observation.

Cartes de prévision : Elles montrent les conditions prévues pour une région donnée dans un temps futur. On y trouve le champ de pression et d'autres prévisions.

Les données météorologiques de chaque station de mesure sont pointées dans les cartes météorologiques graphiquement, de façon compacte, en utilisant le **modèle de pointage**. La figure 1.1 montre la disposition des données dans le modèle de station approuvé par l'organisation mondiale de la météorologie (OMM)

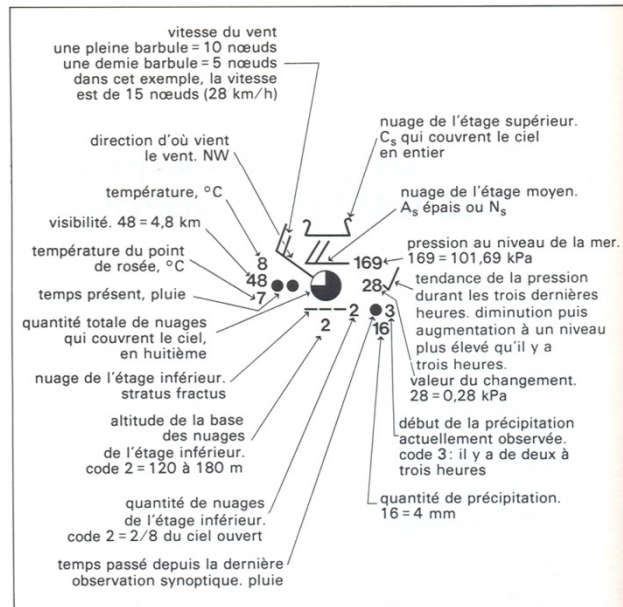


Figure 1.1 – Modèle de pointage des observations météorologiques sur une carte météorologique de surface, (Leduc et Gervais, 1988, *Connaître la météorologie*). Attention : Selon environnement Canada, le code 2 pour la hauteur de la base des nuages de l'étage inférieur (plafond) correspond à l'intervalle 100 à 199 m ou 300 à 600 pieds (voir annexe 1).

Puisque les météorologues s'intéressent à l'analyse des conditions de l'atmosphère à trois dimensions, il y a des cartes de surface et des cartes d'altitude. Toutes les valeurs représentées dans le modèle de pointage sont les valeurs mesurées à la station à l'exception de la valeur figurant au coin supérieur droit. La signification de cette valeur dépend du type de carte. Quand on évalue les conditions à la surface, la pression varie horizontalement puisque la carte représente la pression à hauteur constante, par convention, le niveau moyen de la mer ($z=0$). En altitude, cependant, les propriétés météorologiques sont analysées à pression constante, donc c'est l'altitude entre le niveau de la mer et le niveau de pression considéré qui est variable. Pour cette raison, dans les cartes de surface la valeur représentée dans le coin supérieur droit est la pression et dans les cartes d'altitude cette valeur est l'altitude du niveau de pression de la carte isobarique.

Pour désencombrer la représentation des données, la valeur de la pression (ou de l'altitude) est codée, et la valeur décodée dépend du type de carte. Dans le cas des cartes isobariques le décodage dépend du niveau de pression.

Résumé des conventions du codage de pression/altitude dans les cartes météorologiques

Pointage de la pression au niveau de la mer dans la carte de surface (Exercice 1.1)

La pression au niveau moyen de la mer varie entre 960,0 et 1050,0 hPa. Pour alléger la représentation des données dans les cartes météorologiques on représente la pression par les trois derniers chiffres.

Exemples :

Pression lue : 997,2 hPa

1) on enlève le 9 à gauche => 97,2

2) on enlève la virgule => 972

Pression lue : 1015,6 hPa

1) on enlève le 10 à gauche => 15,6

2) on enlève la virgule => 156

Décodage :

- Si le premier chiffre est ≤ 5 insérer à gauche 10
- Si le premier chiffre est >5 insérer à gauche 9
- Insérer une virgule décimale avant le dernier chiffre
- La pression obtenue doit être proche de 1000 hPa

Pointage de la tendance de pression dans la carte de surface (exercice 2.2)

On pointe la variation de la pression dans les dernières 3 heures.

Exemples :

- 1) La pression mesurée il y a trois heures est de 1010,7 hPa, et la pression actuelle est de 1012,2 hPa. La pression a augmenté de 1,5 mb. La tendance de pression est de +1,5 hPa en 3 heures.
- 2) La pression mesurée il y a trois heures est de 999,7, et la pression actuelle est de 996,0. La tendance de pression est de -3,7 hPa en 3 heures.

Comme pour la pression, on enlève la virgule avant de pointer la tendance de pression :

ex1 = +15; ex2 = -37

Les vents

Les vents sont définis par leur intensité et leur direction. L'intensité est mesurée par l'anémomètre et indique la grandeur de la vitesse du vent. La direction indique d'où souffle le vent et se détermine à l'aide d'une girouette. Un "vent du sud-ouest" signifie que l'air est en mouvement du sud-ouest vers le nord-est (figure 1.2).

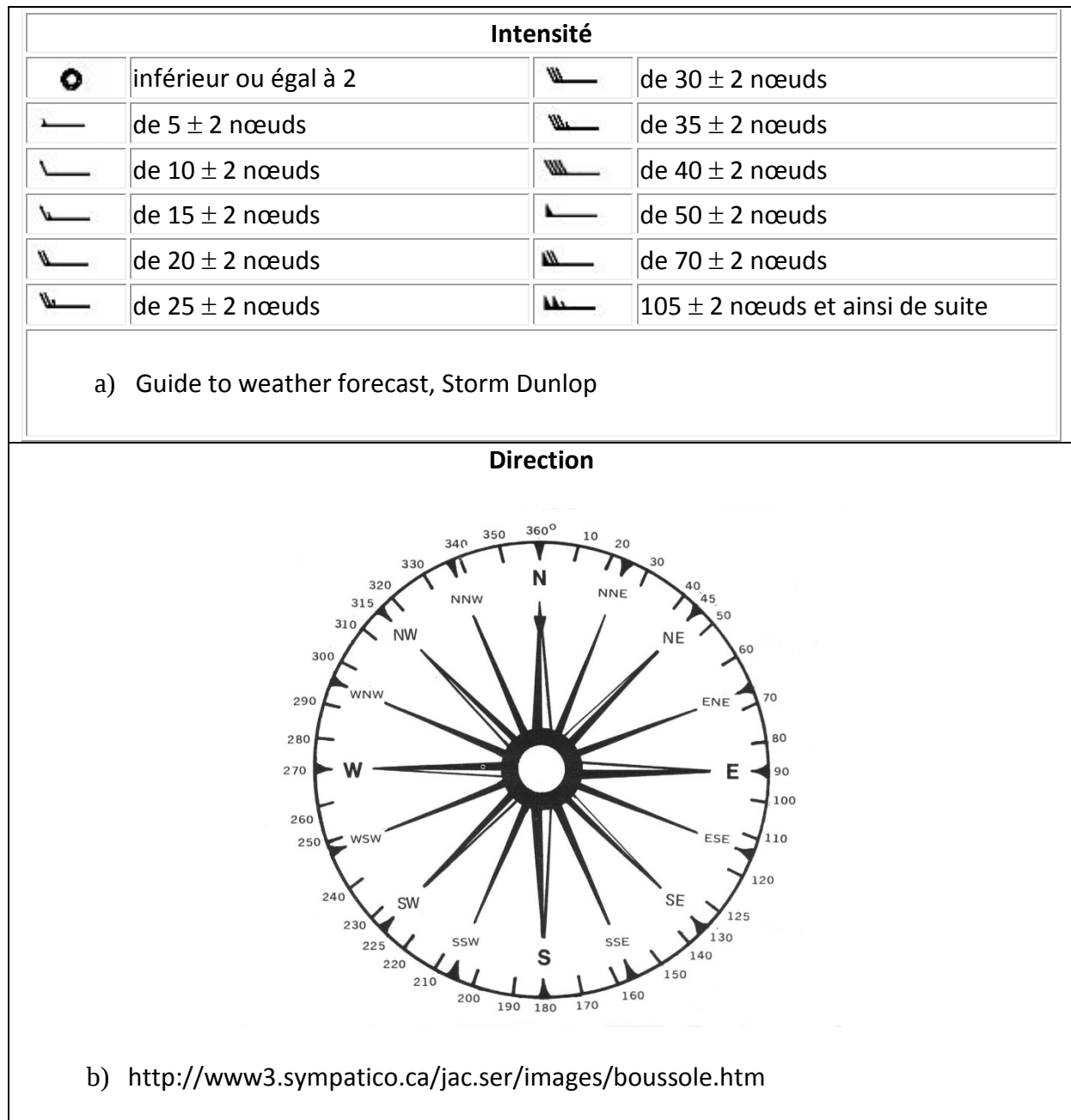
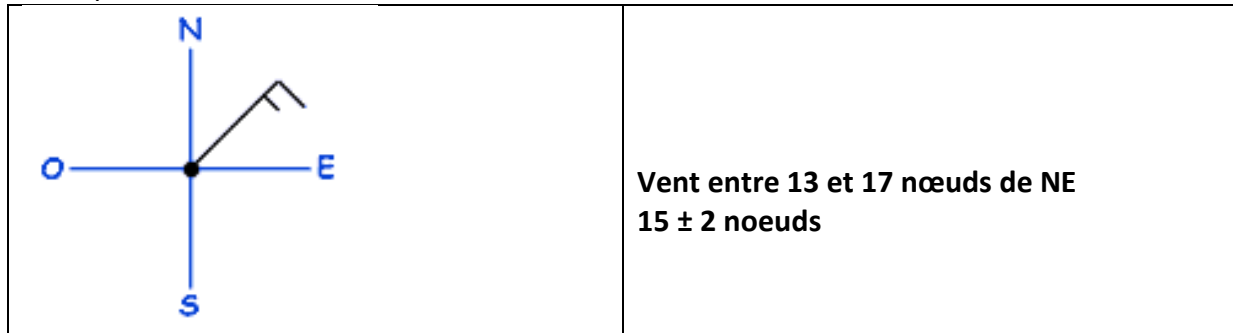


Figure 1.2 : a) codes de l'intensité des vents ; b) rose des vents. La direction des vents est désignée selon la rose des vents ou selon l'angle entre la direction du vent et le nord.

Exemple :



La température et l'humidité

Conversion des températures : Selon qu'on est aux États-Unis d'Amérique ou ailleurs, on aura la température en degrés Fahrenheit ($^{\circ}F$) ou Celsius ($^{\circ}C$) :

$$^{\circ}C = (^{\circ}F - 32) / 1,8 \quad (1.1a)$$

$$^{\circ}F = 1,8 \cdot (^{\circ}C) + 32 \quad (1.1b)$$

Tableau 1.1 : Conversion entre unités de mesure communes en météorologie

Conversion des distances	Conversion de la pression	Conversion des vitesses
1 mile = 1609,344 m 1 pied = 0,3048 m 1 pouce = 2,54 cm	1 kPa = 10 hPa = 1000 Pa 1 mb = 10^2 Pa 1 atm = 101 325 Pa 1 mmHg = 133,32 Pa 1 atm = 760 mmHg = 1013,25 hPa	1 kts (noeud) = 1 mile nautique/h = 1,852 Km/h

Détermination de l'humidité relative

$$HR = \frac{e_{sw}(T_D)}{e_{sw}(T)} \cdot 100 \quad (1.2)$$

où HR est l'humidité relative en pourcentage (%), $e_{sw}(T_D)$ et $e_{sw}(T)$ sont les pressions partielles de vapeur d'eau en équilibre avec un plan d'eau pure respectivement aux températures du point de rosée T_D et à la température de l'air T .

Tableau 1.2 : interprétation des symboles météorologiques (traduit de Paul, R., 1996)

TT		C _H		dd	ff
VV	ww	C _M	N	pp	a
T _d T _d	C _L		N _h	W	R _t
	h		RR		

a) Modèle de pointage :

TT – température de l'air au moment de l'observation

VV – visibilité horizontale

T_d T_d – la température du point de rosée

ww – Le temps présent

C_L – nuage bas

h – plafond : hauteur de la base du nuage le plus bas

C_H – nuage haut

C_M – nuage moyen

N – Couverture nuageuse (fraction du ciel couvert)

N_h – fraction du ciel couverte par les nuages les plus basses (en octa = 1/8)

pp – changement de pression dans les 3 dernières heures

W – Le temps passé.

RR – Quantité de précipitation depuis 6 heures (en centièmes de pouce)

dd, ff – direction et intensité du vent

PPP – Pression réduite au niveau moyen de la mer

a – tendance de pression

R_t – Heure du début de la précipitation

Faire les exercices 1.3, 1.4, 1.5, 1.6 et 1.7

Annexe 1

Modèle de pointage des cartes météorologiques

WEATHER SYMBOLS

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0										
10										
20										
30										
40										
50										
60										
70										
80										
90										
200										

DÉFINITION DES SYMBOLES

- 0 – Pas de développement nuageux observé ou observable durant l'heure précédant l'observation.
- 1 – Nuages généralement se dissipant ou devenant moins développés durant l'heure précédant l'observation.
- 2 – Pas de changement notable dans l'état du ciel durant l'heure précédant l'observation.
- 3 – Nuages généralement en formation ou en développement durant l'heure précédant l'observation.
- 4 – Visibilité réduite par la fumée, feux de brousse ou de forêt, fumées industrielles ou cendres de volcans.
- 5 – Brume sèche (pollution).
- 6 – Poussières ou sable en suspension dans l'air, non soulevées par le vent, au moment de l'observation.
- 7 – Poussières ou des grains de sable soulevés par le vent au moment de l'observation. (Sans tourbillon ni tempête).
- 8 – De forts tourbillons de poussière ou de sable observés depuis les dernières heures.
- 9 – Tempête de poussière ou de sable entre le lointain et la station durant l'heure précédant l'observation.
- 10 – Brume (visibilité > 1000 km)
- 11 – Nappes de brouillards en bancs peu épais sur le site de l'observation (épaisseur inférieure à 2 mètres depuis le sol.
- 12 – Brouillard peu épais mais plus continu sur le site de l'observation (épaisseur inférieure à 2 mètres).
- 13 – Éclairs sans tonnerre.
- 14 – Précipitations visibles mais n'atteignant pas le sol (virgas).
- 15 – Précipitations visibles atteignant le sol mais éloignées de la station d'observation (estimé à > 5 km).
- 16 – Précipitations visibles atteignant le sol, plus rapprochées la station d'observation mais sans l'attendre.
- 17 – Tonnerre audible mais sans précipitations à la station d'observation.
- 18 – Grains observables durant l'heure précédant l'observation.
- 19 – Trompes terrestres ou marines observables durant l'heure précédant l'observation.
- 20 – Bruine (ne se congelant pas et ne tombant pas sous forme d'averses) observée durant l'heure précédant l'observation mais pas au moment de l'observation.
- 21 – Pluie (ne se congelant pas et ne tombant pas sous forme d'averses) observée durant l'heure précédant l'observation mais pas au moment de l'observation.
- 22 – Neige (ne tombant pas sous forme d'averses) observée durant l'heure précédant l'observation mais pas au moment de l'observation.
- 23 – Pluie et neige mêlées (ne tombant pas sous forme d'averses) observées durant l'heure précédant l'observation mais pas au moment de l'observation.
- 24 – Bruine ou pluie se congelant (ne tombant pas sous forme d'averses) observées durant l'heure précédant l'observation mais pas au moment de l'observation.
- 25 – Averses de pluie observées durant l'heure précédant l'observation mais pas au moment de l'observation.
- 26 – Averses de neige ou de pluie et de neige mêlées observées durant l'heure précédant l'observation mais pas au moment de l'observation.

- 27 – Averses de grêle ou de pluie et de grêle mêlées observées durant l'heure précédant l'observation mais pas au moment de l'observation.
- 28 – Brouillard durant l'heure précédant l'observation mais pas au moment de l'observation.
- 29 – Orage (avec ou sans précipitations), durant l'heure précédant l'observation.
- 30 – Tempête légère ou modérée de poussière ou de sable, en diminution durant l'heure précédant l'observation.
- 31 – Tempête légère ou modérée de poussière ou de sable sans évolution particulière durant l'heure précédant l'observation.
- 32 – Tempête légère ou modérée de poussière ou de sable, en augmentation durant l'heure précédant l'observation.
- 33 – Tempête assez sévère de poussière ou de sable en diminution durant l'heure précédant l'observation.
- 34 – Tempête assez sévère de poussière ou de sable sans évolution particulière durant l'heure précédant l'observation.
- 35 – tempête assez sévère de poussière ou de sable en augmentation durant l'heure précédant l'observation.
- 36 – Chasse neige faible à modéré généralement basse (au-dessous du niveau de l'œil).
- 37 – Forte chasse neige généralement basse (au-dessous du niveau de l'œil).
- 38 – Chasse neige faible à modéré généralement élevée (au-dessus du niveau de l'œil).
- 39 – Forte chasse neige généralement élevée (au-dessus du niveau de l'œil).
- 40 – Brouillard à distance au moment l'observation, mais pas à la station dans l'heure précédant l'observation.
- 41 – Nappes de brouillard (bancs).
- 42 – Brouillard à ciel visible devenant plus mince durant l'heure précédant l'observation
- 43 – Brouillard à ciel non visible devenant plus mince durant l'heure précédant l'observation.
- 44 – Brouillard à ciel visible sans évolution particulière durant l'heure précédant l'observation.
- 45 – Brouillard à ciel non visible sans évolution particulière durant l'heure précédant l'observation
- 46 – Brouillard à ciel visible s'épaississant durant l'heure précédant l'observation.
- 47 – Brouillard à ciel non visible s'épaississant durant l'heure précédant l'observation.
- 48 – Brouillard givrant à ciel visible.
- 49 – Brouillard givrant à ciel non visible.
- 50 – Bruine intermittente ne se congelant pas, faible au moment de l'observation.
- 51 – Bruine continue ne se congelant pas, faible au moment de l'observation.
- 52 – Bruine intermittente ne se congelant pas, modérée au moment de l'observation.
- 53 – Bruine continue ne se congelant pas, modérée au moment de l'observation.
- 54 – Bruine intermittente ne se congelant pas, dense au moment de l'observation.
- 55 – Bruine continue ne se congelant pas, dense au moment de l'observation.
- 56 – Bruine faible se congelant.
- 57 – Bruine modérée ou dense se congelant.
- 58 – Bruine et pluie faible.
- 59 – Bruine ou pluie modérées ou denses.
- 60 – Pluie intermittente ne se congelant pas, faible au moment de l'observation
- 61 – Pluie continue ne se congelant pas, faible au moment de l'observation.
- 62 – Pluie intermittente ne se congelant pas, modérée au moment de l'observation.

- 63 – Pluie continue ne se congelant pas, modérée au moment de l'observation.
- 64 – Pluie intermittente ne se congelant pas, forte au moment de l'observation.
- 65 – Pluie continue ne se congelant pas, forte au moment de l'observation.
- 66 – Pluie faible se congelant.
- 67 – Pluie modérée ou forte se congelant.
- 68 – Pluie ou bruine et neige faible.
- 69 – Pluie ou bruine et neige modérée ou forte.
- 70 – Chutes intermittentes et faibles de flocons de neige au moment de l'observation.
- 71 – Chutes continues et faibles de flocons de neige au moment de l'observation.
- 72 – Chutes intermittentes et modérées de flocons de neige au moment de l'observation.
- 73 – Chutes continues et modérées de flocons de neige au moment de l'observation.
- 74 – Chutes intermittentes et fortes de flocons de neige au moment de l'observation.
- 75 – Chutes continues et fortes de flocons de neige au moment de l'observation.
- 76 – Poudrin de glace avec ou sans brouillard.
- 77 – Neige en grains avec ou sans brouillard.
- 78 – Cristaux de neige isolés en formes d'étoiles (avec ou sans brouillard).
- 79 – Granules ou boulettes de glaces (verglas, définition USA).
- 80 – Averses de pluie faibles.
- 81 – Averses de pluie modérées ou fortes.
- 82 – Averses de pluie violentes.
- 83 – Averses faibles de pluie et neige mêlées.
- 84 – Averses modérées ou fortes de pluie et neige mêlées.
- 85 – Averses de neige faibles.
- 86 – Averses de neige modérées ou fortes.
- 87 – Averses faibles de grésil avec ou sans pluie ou avec pluie et neige mêlées.
- 88 – Averses modérées à fortes de grésil avec ou sans pluie ou avec pluie et neige mêlées.
- 89 – Averses faibles de grêle avec ou sans pluie ou avec pluie et neige mêlées non accompagnées de tonnerre.
- 90 – Averses modérées à fortes de grêle avec ou sans pluie ou avec pluie et neige mêlées non accompagnées de tonnerre.
- 91 – Orage durant l'heure précédant l'observation mais pas au moment de l'observation. Pluie faible au moment de l'observation.
- 92 – Orage durant l'heure précédant l'observation mais pas au moment de l'observation. Pluie modérée ou forte au moment de l'observation.
- 93 – Orage durant l'heure précédant l'observation mais pas au moment de l'observation. Neige faible ou pluie et neige mêlées ou grêle au moment de l'observation.
- 94 – Orage durant l'heure précédant l'observation mais pas au moment de l'observation. Neige modérée à forte ou pluie et neige mêlées ou grêle au moment de l'observation.
- 95 – Orage faible ou modéré sans grêle mais avec pluie et / ou neige au moment de l'observation.
- 96 – Orage faible ou modéré avec grêle au moment de l'observation..
- 97 – Orage fort, sans grêle, mais avec pluie et / ou neige au moment de l'observation.
- 98 – Orage accompagné de tempête de poussière ou de sable au moment de l'observation.
- 99 – Orage fort (violent) avec grêle au moment de l'observation.
- 201 – Cendre volcanique.
- 202 – Embruns.
- 203 – Précipitation inconnue d'une station automatique.



Symboles des cartes d'observation



Nébulosité Aucun nuage 1/8 2/8 3/8 4/8 5/8 6/8 7/8 Couvert Ciel obscurci	Vitesse du vent Calme < 5 noeuds 5 noeuds 10 noeuds 20 noeuds 25 noeuds 50 noeuds	Types de nuages Niveau élevé Ci Cirrus dispersés Cs Cirrus denses Ci Cs Cirrus et cirrostratus Cc Cirrocumulus Niveau moyen As Altostratus mince As Altostratus épais Ac Altostratus mince Ac Altostratus épais Niveau bas Sc Stratocumulus Cu Cumulus Tcu Cumulus dév. vertical Cb Cumulonimbus Ns Nimbostratus St Stratus St fr Fractostratus	Précipitations INTERMITTENTE Faible Modérée Forte Pluie Neige Bruine CONTINUE Faible Modérée Forte Pluie Neige Bruine ORAGE / TEMPÊTE Faible Modérée Forte Pluie Neige Grêle Grêle Bruine verglaçante Neige en grain faible forte Tornade Cristaux Pluie verglaçante Poudrerie
Direction du vent Direction d'où vient le vent	Fronts Chaud Froid Stationnaire Occlus Chaud (en altitude) Froid (en altitude)		
Systèmes H Anticyclone L Dépression			
Conditions particulières Brume sèche Bancs de brouillard Fumée Brume Tempête sable Brouillard épais		Averses Pluie faible Pluie violente Neige faible Pluie modérée/forte Grésil faible Neige modérée/forte	
Tendance barométrique Hausse de pression atmosphérique (derniers 3h) Hausse, suivie d'une baisse Hausse, puis stable Hausse constante Basse, suivie d'une hausse Stable Baisse de pression atmosphérique (derniers 3h) Baisse, suivie d'une hausse Baisse, puis stable Baisse constante Hausse, suivie d'une baisse			

meteocentre.com

Hauteur, au-dessus du sol, base du nuage le plus bas (h)

Code h	Hauteur (m)		Code h	Hauteur (m)
0	0 à 49		5	600 à 999
1	50 à 99		6	1000 à 1499
2	100 à 199		7	1500 à 1999
3	200 à 299		8	2000 à 2499
4	300 à 599		9	>2500 ou sans nuages

h	(Approximate) HEIGHT IN FEET
0	0–100
1	100–300
2	300–600
3	600–900
4	900–1900
5	1900–3200
6	3200–4900
7	4900–6500
8	6500–8000
9	At or above 8,000, or no clouds

Source : <http://www.hpc.ncep.noaa.gov/dailywxmap/plottedwx.html#h>

Précipitation dans le passé (Rt)

Code Rt	Temps de précipitation		Temps de précipitation	Hauteur (m)
0	Pas de précipitation		5	4 à 5 h auparavant
1	<1 heure auparavant		6	5 à 6 h auparavant
2	1 à 2 h auparavant		7	6 à 12 h auparavant
3	2 à 3 h auparavant		8	Plus de 12 h auparavant
4	3 à 4 h auparavant		9	Inconnu

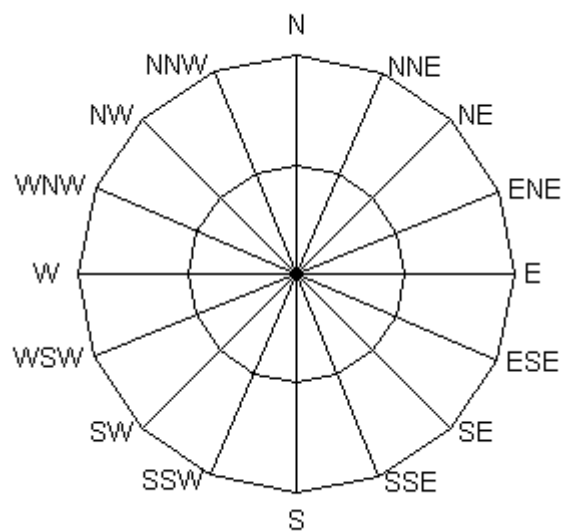
Code de Visibilité Horizontale vs Kilomètres (VV)

Code	Km	Code	Km	Code	Km
00 :	0	32 :	3,2	67 :	17,6
02 :	0,2	36 :	3,6	69 :	19,2
04 :	0,4	40 :	4	70 :	20,8

06 :	0,6	48 :	4,8	72 :	22,4
08 :	0,8	56 :	6,4	74 :	24
10 :	1	58 :	8	80 :	30,4
12 :	1,2	59 :	9,6	82 :	40
16 :	1,6	61 :	11,2	83 :	44,8
20 :	2,0	62 :	12,8	85 :	56
24 :	2,4	64 :	14,4	86 :	60,8
28 :	2,8	66 :	16	89 :	plus grand que 70,4

Les vents

Cardinal Direction	Degree Direction
N	348.75 - 11.25
NNE	11.25 - 33.75
NE	33.75 - 56.25
ENE	56.25 - 78.75
E	78.75 - 101.25
ESE	101.25 - 123.75
SE	123.75 - 146.25
SSE	146.25 - 168.75
S	168.75 - 191.25
SSW	191.25 - 213.75
SW	213.75 - 236.25
WSW	236.25 - 258.75
W	258.75 - 281.25
WNW	281.25 - 303.75
NW	303.75 - 326.25
NNW	326.25 - 348.75



Pour en savoir plus sur les produits d'environnement Canada

http://collaboration.cmc.ec.gc.ca/cmc/cmoi/product_guide/table_of_contents_f.html

Autres liens : guides pour la lecture des cartes météorologiques

http://www.hpc.ncep.noaa.gov/html/stationplot_printer.html

<http://www.hpc.ncep.noaa.gov/html/fntcodes2.shtml>

Bibliographie

Richard Leduc et Raymond Gervais, Connaître la météorologie. Presses de l'Université du Québec, 1985, 299 p.