



SCA 7146
INSTRUMENTATION ET TRAVAUX
PRATIQUES

3-1

Table des matières

3. La cartographie de la météo

- Cartes de pression au niveau de la mer
 - Modèle de pointage
 - Le calage altimétrique
 - Les cartes de surface
- Cartes en altitude (isobare)
 - La hauteur géopotentielle
 - Modèle de pointage
 - La carte à 500 hPa
- Les épaisseurs
- L'advection de température

Cartographie de la météo

3-2

Types de cartes

	1) Cartes d'analyse	2) Cartes de prévision
Utilités	Comprendre la situation météorologique présente Prévision par extrapolation (0-6 hrs)	Comprendre la situation météorologique future (6hrs et plus)
Source de données	Réseau d'observation (stations de surface et radio-sondes)	Modèle numérique de prévision météorologique

Cartographie de la météo

3-3

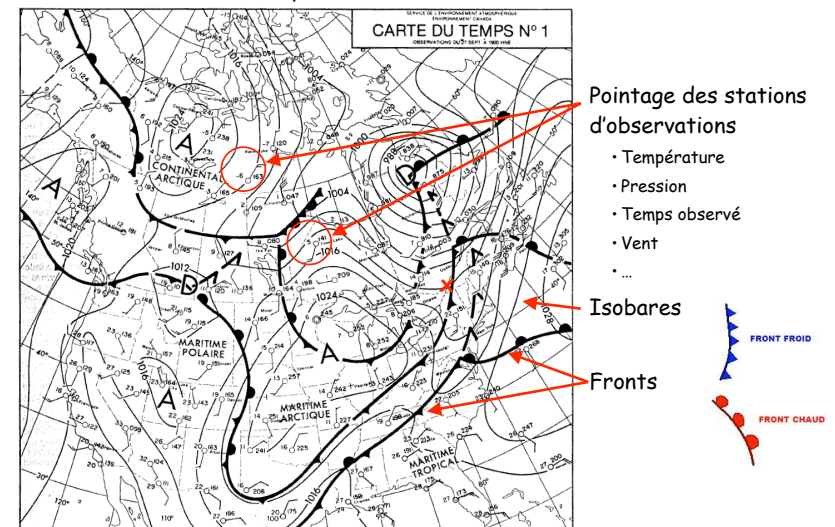
Carte synoptique : Toute carte présentant les données et leur analyse qui décrit l'état de l'atmosphère d'une région à un moment donné.

- En surface : **Cartes de pression au niveau moyen de la mer**
 - **Isobares** : Lignes, lieux de points de même pression
 - **Fronts** : Zone de séparation entre deux masses d'air
- En altitude : **Cartes isobares à 850, 700, 500 et 250 hPa**
 - **Isohypses** : Lignes, lieux de point d'égale hauteur géopotentielle
 - **Isothermes** : Lignes, lieux des points de même température
 - **Épaisseurs** : Distance verticale entre deux surfaces isobares

Cartographie de la météo

Exemple d'une cartes de surface

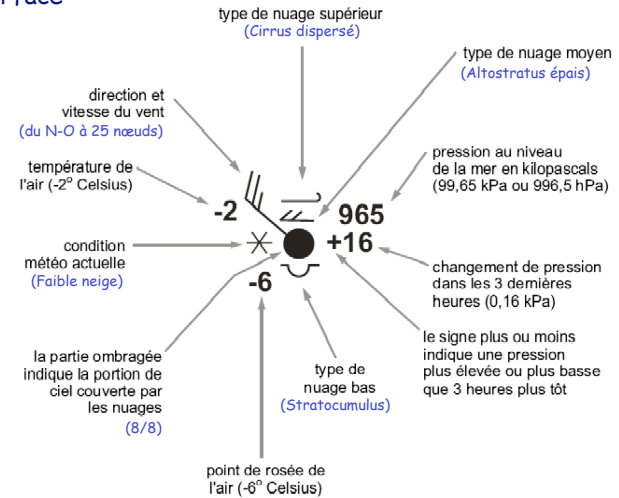
3-4



Cartes de pression au niveau de la mer

Modèle de pointage

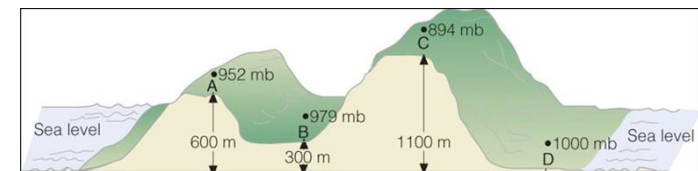
• En surface



Symboles des cartes d'observation

Nébulosité	Vitesse du vent	Types de nuages	Précipitations
- Aucun nuage 1/8 1/4 1/2 3/4 7/8 - Couvert - Ciel obscurci	- Calm < 5 nœuds 5 nœuds 10 nœuds 20 nœuds 25 nœuds 50 nœuds	Niveau élevé - Cirrus dispersés - Cirrus denses - Cirrostratus - Cirrostratus épais - Cirrus et cirrostratus - Cirrocumulus Niveau moyen - Altostratus mince - Altostratus épais - Altostratus mince - Altostratus épais Niveau bas - Stratocumulus - Cumulus - Cumulus à dév. vertical - Cumulonimbus - Nimbostratus - Stratus - Fractostratus	INTERMITTENTE Faible Modérée Forte Pluie * ** *** Neige * ** *** Bruine * ** *** CONTINUE Faible Modérée Forte Pluie * ** *** Neige * ** *** Bruine * ** *** ORAGE / TEMPÊTE Faible Modérée Forte Pluie * ** *** Neige * ** *** Grêle * ** *** Grêle Faible Modérée Forte Neige en grain * ** *** Tornado * ** *** Poudrin * ** *** Poudrière * ** ***
Direction du vent	Fronts	Conditions particulières	Averses
- NW NE E SE SW S - Direction d'où vient le vent	- Chaud - Froid - Stationnaire - Occlus - Chaud (en altitude) - Froid (en altitude)	- Brume sèche - Fumée - Tempête sable - Bancs de brouillard - Brume - Brouillard épais	- Pluie faible - Pluie modérée/forte - Pluie violente - Grésil faible - Grésil modérée/forte - Neige faible - Neige modérée/forte
Systèmes	Tendance barométrique		
- H Anticyclone - L Dépression	- Hausse de pression atmosphérique (derniers 3h) - Baisse de pression atmosphérique (derniers 3h) - Stable		

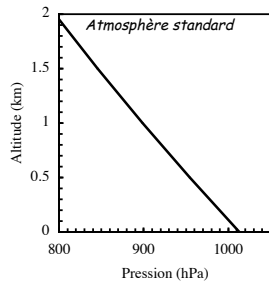
La pression en surface



- Si on produisait en surface une analyse de la pression mesurée, une source importante d'erreur d'interprétation des isobares serait liée au fait que peu de stations de mesure sont au niveau de la mer.
- La pression décroît en fonction de la hauteur, pour cela, beaucoup de données de pression de surface contiennent des écarts dus à l'altitude des stations de mesure.

La pression à la surface

Le calage altimétrique

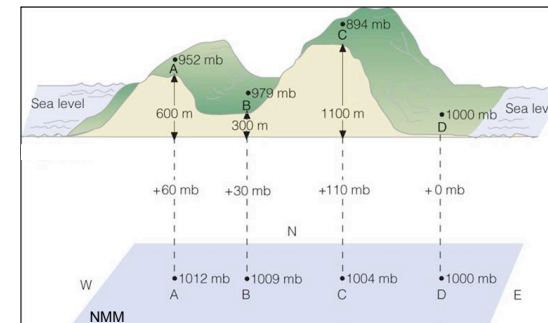


Dans la partie inférieure de l'atmosphère, la pression varie d'environ 10 hPa à tous les 100 m d'élévation.

- Pour cela, les mesures de la pression de surface sont toujours extrapolées au niveau moyen de la mer (NMM).

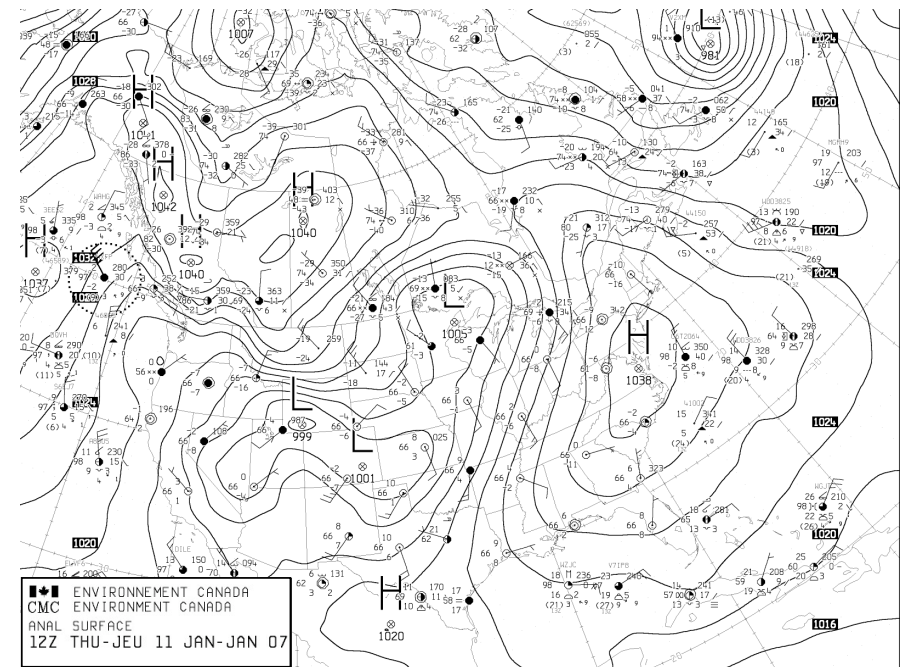
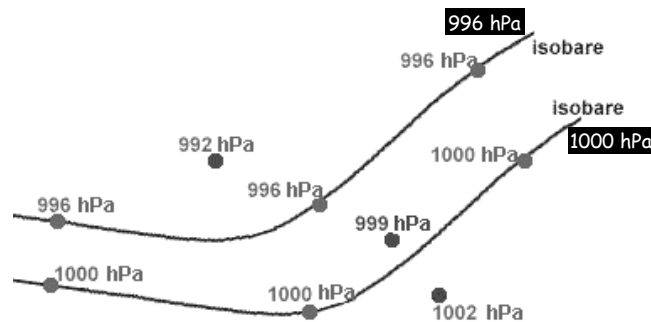
La pression au NMM

- La pression au NMM est la pression à la station de mesure une fois réduite au niveau moyen de la mer en considérant une couche isotherme à la température de la station.

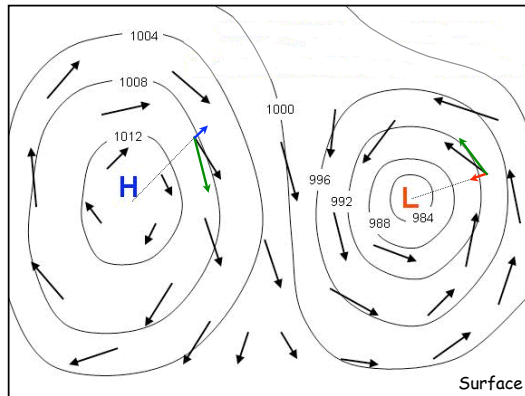


Dans la partie inférieure de l'atmosphère, la pression varie d'environ 10 hPa à tous les 100 m d'élévation.

Analyse de la pression au NMM (isobares)



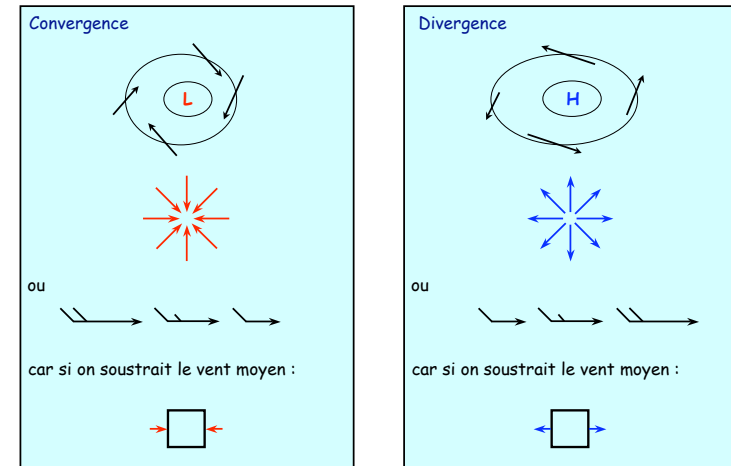
Les vents de surface



- Les vents de surface croisent les isobares en convergeant vers les centres de basse pression (L).
- Les vents de surface croisent les isobares en divergeant des centres de haute pression (H).

La convergence et la divergence

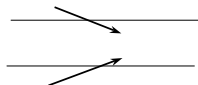
- Il y a de la convergence/divergence lorsqu'un flux net de masse positif/négatif, s'établit vers une surface fermée.



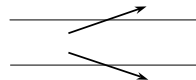
La convergence et la divergence

- Écoulements qui coupent les lignes isobares

- Confluence du vent :
Convergence

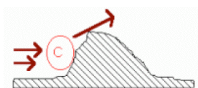


- Diffluence du vent :
Divergence

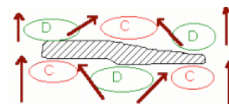


- Écoulements autour d'obstacles

- Blocage par une montagne :
Convergence



- Blocage par une barrière :
Divergence et convergence



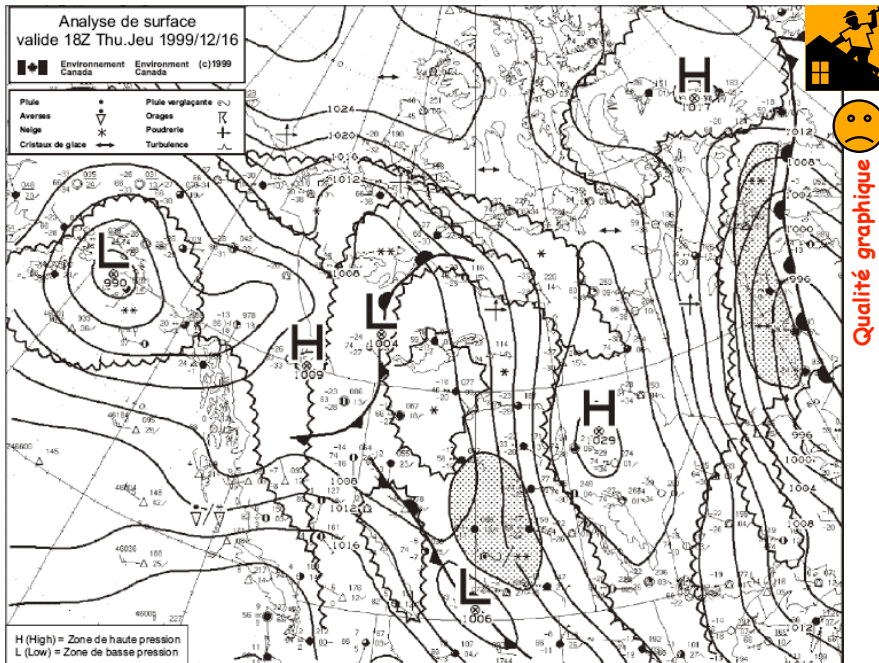
Les cartes de surface

Sur une carte de pression de surface :

- Les **pointages** offrent de précieuses données locales sur la température, le vent, la pression à la surface, les conditions du ciel, les précipitations, etc.
- Les **isobares** sont tracés à intervalle de 4 hPa. Ressemble à une *carte topographique* de la pression au niveau moyen de la mer (NMM).
- Les centres de pression : dépressions **L** (ang. *Low Pressure*) et anticyclones **H** (ang. *High Pressure*). On les appelle aussi **systèmes météorologiques**.

Sur une carte d'analyse :

- Les **fronts** sont indiqués, indiquant le contact entre deux masses d'air (**froid et sec** vs **chaud et humide**).
- La **couverture nuageuse** (dessinée à partir des pointages).
- Les zones de **précipitation** (à partir des pointages).



Les cartes en altitude (isobares)

3-19

71722 WMW Maniwaki Observations at 12Z 10 Jan 2008

Idn	Id	Station Name	St	Co	Lat	Lon	Elev		
71722	CNNW	Maniwaki	QB	CA	46:23N	075:58W	170		
Pressure [hPa]	Temp [C]	Dew Point [C]	Dir [deg]	Speed [KTS]	Pressure [hPa]	Temp [C]	Dew Point [C]	Dir [deg]	Speed [KTS]
979.0	0.4	-2.7	310.0	7.0	259.8	-46.4	-75.5	280.0	60.8
977.0	0.6	-8.4	303.9	10.0	250.0	-46.9	-76.9	280.0	57.9
972.0	0.4	-4.0	288.5	17.7	226.3	-47.7	-78.7	265.0	55.9
962.7	-0.4	-4.3	260.0	31.9	208.0	-48.3	-80.3	274.1	53.1
926.6	-3.4	-5.4	275.0	35.9	206.3	-48.4	-80.8	275.0	52.8
925.0	-3.5	-5.5	275.0	38.9	200.0	-48.9	-82.9	270.0	55.9
891.2	-6.1	-7.5	275.0	54.8	165.0	-52.1	-----	270.0	67.8
857.2	-8.7	-9.6	270.0	53.8	163.3	-52.3	-----	270.0	67.8
850.0	-9.3	-10.1	275.0	52.8	150.0	-53.7	-----	270.0	53.8
836.0	-10.3	-10.6	277.7	52.3	148.6	-53.9	-----	270.0	51.9
824.0	-10.9	-11.2	280.0	51.9	116.8	-58.0	-----	265.0	60.8
812.0	-11.5	-11.9	283.7	54.8	111.3	-58.9	-----	275.0	56.9
792.0	-10.7	-11.4	290.0	59.8	106.1	-59.7	-----	270.0	47.8
773.0	-9.9	-11.0	293.1	56.1	100.0	-60.7	-----	270.0	50.9
761.3	-10.2	-11.0	295.0	53.8	92.8	-63.1	-----	269.0	51.1
731.7	-10.8	-11.1	305.0	47.8	87.9	-61.3	-----	268.2	51.2
721.0	-11.1	-11.1	303.1	50.4	70.0	-63.1	-----	265.0	51.9
703.4	-11.6	-11.6	300.0	54.8	68.5	-62.3	-----	265.6	51.5
700.0	-11.7	-11.7	300.0	55.9	58.6	-66.3	-----	270.3	49.2
680.0	-12.3	-12.5	300.0	58.2	53.8	-63.9	-----	272.8	47.9
623.2	-15.9	-16.4	300.0	64.9	50.0	-65.3	-----	275.0	46.8
574.6	-19.3	-20.1	295.0	60.8	38.6	-71.5	-----	277.6	46.8
548.0	-21.3	-22.2	297.9	57.3	34.2	-73.1	-----	278.7	46.8
529.5	-22.3	-25.6	300.0	54.8	30.0	-68.5	-----	280.0	46.8
529.0	-22.3	-25.7	300.0	56.8	23.8	-73.1	-----	285.7	59.4
507.9	-24.8	-30.7	300.0	55.9	20.0	-69.5	-----	290.0	68.8
507.0	-24.9	-30.9	300.0	55.6	14.8	-70.5	-----	294.3	74.0
500.0	-25.3	-31.3	300.0	52.8	10.0	-68.3	-----	300.0	80.8
472.0	-27.7	-35.7	292.2	48.2	45.7	-29.5	-35.5	287.9	45.6
447.2	-30.8	-36.2	285.0	43.9	410.1	-36.2	-39.1	280.0	42.9
407.0	-36.7	-39.4	280.0	42.9	400.0	-37.7	-40.7	280.0	42.9
361.0	-43.7	-45.9	284.7	40.0	358.7	-44.1	-46.3	285.0	39.8
327.1	-49.3	-52.1	290.0	38.9	320.0	-50.5	-53.5	290.0	38.9
320.0	-50.5	-53.5	290.0	38.9	309.0	-50.5	-55.5	287.3	45.9
317.0	-50.3	-53.2	289.3	40.7	302.0	-47.3	-65.3	285.5	50.5
309.0	-50.5	-55.5	287.3	45.9	300.0	-47.1	-68.1	285.0	51.9
295.0	-46.9	-71.9	283.4	53.5	284.8	-46.5	-72.8	280.0	56.9
272.0	-45.9	-73.9	280.0	58.9					

600

500

400

300

200

100

0

100

200

300

400

500

600

700

800

900

1000

1100

1200

1300

1400

1500

1600

1700

1800

1900

2000

2100

2200

2300

2400

2500

2600

2700

2800

2900

3000

3100

3200

3300

3400

3500

3600

3700

3800

3900

4000

4100

4200

4300

4400

4500

4600

4700

4800

4900

5000

5100

5200

5300

5400

5500

5600

5700

5800

5900

6000

6100

6200

6300

6400

6500

6600

6700

6800

6900

7000

7100

7200

7300

7400

7500

7600

7700

7800

7900

8000

8100

8200

8300

8400

8500

8600

8700

8800

8900

9000

9100

9200

9300

9400

9500

9600

9700

9800

9900

10000

10100

10200

10300

10400

10500

10600

10700

10800

10900

11000

11100

11200

11300

11400

11500

11600

11700

11800

11900

12000

12100

12200

12300

12400

12500

12600

12700

12800

12900

13000

13100

13200

13300

13400

13500

13600

13700

13800

13900

14000

14100

14200

14300

14400

14500

14600

14700

14800

14900

15000

15100

15200

15300

15400

15500

15600

15700

15800

15900

16000

16100

16200

16300

16400

16500

16600

16700

16800

16900

17000

17100

17200

17300

17400

17500

17600

17700

17800

17900

18000

18100

18200

18300

18400

18500

18600

18700

18800

18900

19000

19100

19200

19300

19400

19500

19600

19700

19800

19900

20000

20100

20200

20300

20400

20500

20600

20700

20800

20900

21000

21100

21200

21300

21400

21500

21600

21700

21800

21900

22000

22100

22200

22300

22400

22500

22600

22700

22800

22900

23000

23100

23200

23300

23400

23500

23600

23700

23800

23900

24000

24100

24200

24300

24400

24500

24600

24700

24800

24900

25000

25100

25200

25300

25400

25500

25600

25700

25800

25900

26000

26100

26200

26300

26400

26500

26600

26700

26800

26900

27000

27100

27200

27300

27400

27500

27600

27700

27800

27900

28000

28100

28200

28300

28400

28500

28600

28700

28800

28900

29000

29100

29200

29300

29400

29500

29600

29700

29800

29900

30000

30100

30200

30300

30400

30500

30600

30700

30800

30900

31000

31100

31200

31300

31400

31500

31600

31700

31800

31900

32000

32100

32200

32300

32400

32500

32600

32700

32800

32900

33000

33100

33200

33300

33400

33500

33600

33700

33800

33900

34000

34100

34200

34300

34400

34500

34600

34700

34800

34900

35000

35100

35200

35300

35400

35500

35600

35700

35800

35900

36000

36100

36200

36300

36400

36500

36600

36700

36800

36900

37000

37100

37200

37300

37400

37500

37600

37700

37800

37900

38000

38100

38200

38300

38400

38500

38600

38700

38800

38900

39000

39100

39200

39300

39400

39500

39600

39700

39800

39900

40000

40100

40200

40300

40400

40500

40600

40700

40800

40900

41000

41100

41200

41300

41400

41500

41600

41700

41800

41900

42000

42100

42200

42300

42400

42500

42600

42700

42800

42900

43000

43100

43200

43300

43400

43500

43600

43700

43800

43900

44000

44100

44200

44300

44400

44500

44600

44700

44800

44900

45000

45100

45200

45300

45400

45500

45600

45700

45800

45900

46000

46100

46200

46300

46400

46500

46600

46700

46800

46900

47000

47100

47200

47300

47400

47500

47600

47700

47800

47900

48000

48100

48200

48300

48400

48500

48600

48700

48800

48900

49000

49100

49200

49300

49400

49500

49600

49700

49800

49900

50000

50100

50200

50300

50400

50500

50600

50700

50800

50900

51000

51100

51200

51300

51400

51500

51600

51700

51800

51900

52000

52100

52200

52300

52400

52500

52600

52700

52800

52900

53000

53100

53200

53300

53400

53500

53600

53700

53800

53900

54000

54100

54200

54300

54400

54500

54600

54700

54800

54900

55000

55100

55200

55300

55400

55500

55600

55700

55800

55900

56000

56100

56200

56300

56400

56500

56600

56700

56800

56900

57000

57100

57200

57300

57400

57500

57600

57700

57800

57900

58000

58100

58200

58300

58400

58500

58600

58700

58800

58900

59000

59100

59200

59300

59400

59500

59600

59700

59800

59900

60000

60100

60200

60300

60400

60500

60600

60700

60800

60900

61000

61100

61200

61300

61400

61500

61600

61700

61800

61900

62000

62100

62200

62300

62400

62500

62600

62700

62800

62900

63000

63100

63200

63300

63400

63500

63600

63700

63800

63900

64000

64100

64200

64300

64400

64500

64600

64700

64800

64900

65000

65100

65200

65300

65400

65500

65600

65700

65800

65900

66000

66100

66200

66300

66400

66500

66600

66700

66800

66900

67000

67100

67200

67300

67400

67500

67600

67700

67800

67900

68000

68100

68200

68300

68400

68500

68600

68700

68800

68900

69000

69100

69200

69300

69400

69500

69600

69700

69800

69900

70000

70100

70200

70300

70400

70500

70600

70700

70800

70900

71000

71100

71200

71300

71400

71500

71600

71700

71800

71900

72000

72100

72200

72300

72400

72500

72600

72700

72800

72900

73000

73100

73200

73300

73400

73500

73600

73700

73800

73900

74000

74100

74200

74300

74400

74500

74600

74700

74800

74900

75000

75100

75200

75300

75400

75500

75600

75700

75800

75900

76000

76100

76200

76300

76400

76500

76600

76700

76800

76900

77000

77100

77200

77300

77400

77500

77600

77700

77800

77900

78000

78100

78200

78300

78400

78500

78600

78700

78800

78900

79000

79100

79200

79300

79400

79500

79600

79700

79800

79900

80000

80100

80200

80300

80400

80500

80600

80700

80800

80900

81000

81100

81200

81300

81400

81500

81600

81700

81800

81900

82000

82100

82200

82300

82400

82500

82600

82700

82800

82900

83000

83100

83200

83300

83400

83500

83600

83700

83800

83900

84000

84100

84200

84300

84400

84500

84600

84700

84800

84900

85000

85100

85200

85300

85400

85500

85600

85700

85800

85900

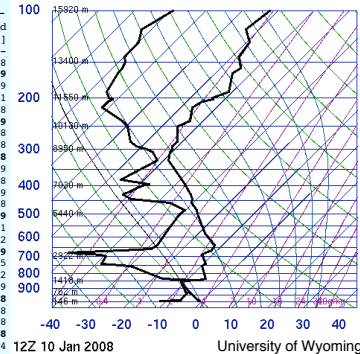
86000

86100

86200

- Les données en caractères gras indiquent les niveaux obligatoires des sondages.

71722 WMW Maniwaki



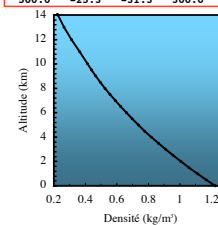
3-20

La hauteur géopotentielle

- À partir des données de pression et en exploitant les données de température, de température du point de rosée et que la densité de l'air décroît en fonction de l'altitude (équilibre hydrostatique de l'atmosphère), il est possible de calculer les hauteurs correspondantes aux observations (équation hypsométrique).
- Les hauteurs ainsi obtenues sont appelées **géopotentielles**. Elles sont le résultat d'un calcul et non d'une mesure de l'altitude où la radiosonde se trouve.
- Il existe ainsi une correspondance étroite entre pression et hauteur géopotentielle dans l'atmosphère.
- Bien que les hauteurs géopotentielle* et géométrique soient proches en valeur, elles n'indiquent pas la même quantité.

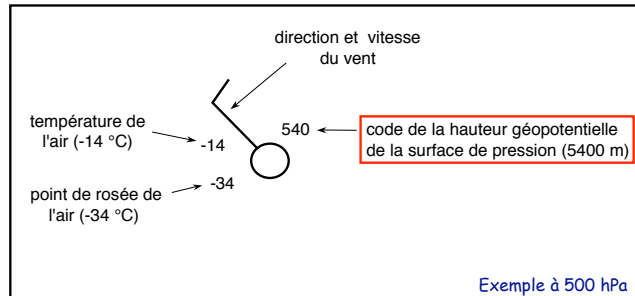
*) La hauteur géopotentielle est proportionnelle au potentiel gravitationnel : c'est-à-dire au travail que l'on a fait contre la gravité pour élever une parcelle d'air de masse unitaire du NMM jusqu'au niveau de pression où elle est située.

Pressure [hPa]	Temp [C]	Dew Point [C]	Dir [deg]	Speed [KTS]
979.0	0.4	-2.7	310.0	7.0
977.0	0.6	-2.4	303.9	10.0
972.0	0.4	-4.0	288.5	17.7
962.7	-0.4	-4.3	260.0	31.9
926.6	-3.4	-5.4	275.0	35.9
925.0	-3.5	-5.5	275.0	38.9
891.2	-6.1	-7.5	275.0	54.8
857.2	-8.7	-9.6	270.0	53.8
850.0	-9.3	-10.1	275.0	52.8
836.0	-10.3	-10.6	277.7	52.3
824.0	-10.9	-11.2	280.0	51.9
812.0	-11.5	-11.9	283.7	54.8
792.0	-10.7	-11.4	290.0	59.8
773.0	-9.9	-11.0	293.1	56.1
761.3	-10.2	-11.0	295.0	53.8
731.7	-10.8	-11.1	305.0	47.8
721.0	-11.1	-11.1	303.1	50.4
703.4	-11.6	-11.6	300.0	54.8
700.0	-11.7	-11.7	300.0	55.9
680.0	-12.3	-12.5	300.0	58.2
623.2	-15.9	-16.4	300.0	64.9
574.6	-19.3	-20.1	295.0	60.8
548.0	-21.3	-22.2	297.9	57.3
529.5	-22.3	-25.6	300.0	54.8
529.0	-22.3	-25.7	300.0	56.8
507.9	-24.8	-30.7	300.0	55.9
507.0	-24.9	-30.9	300.0	55.6
500.0	-25.3	-31.3	300.0	52.8



Modèle de pointage

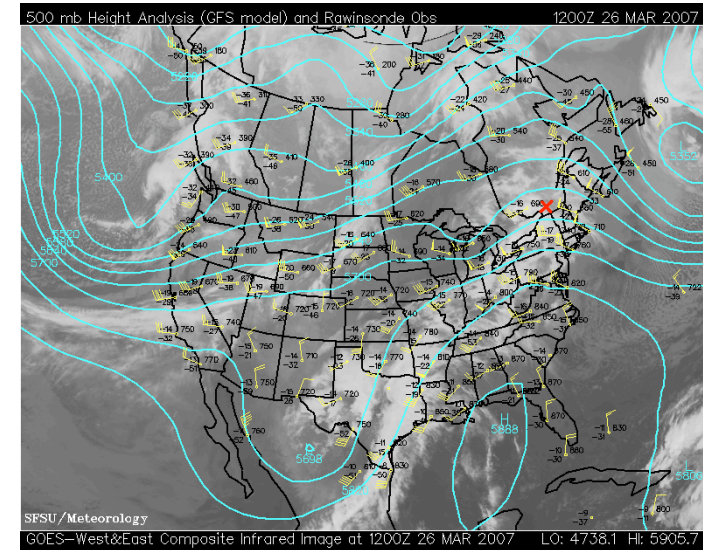
- En altitude



- Le cercle est placé à l'endroit d'où le ballon-sonde est lancé.

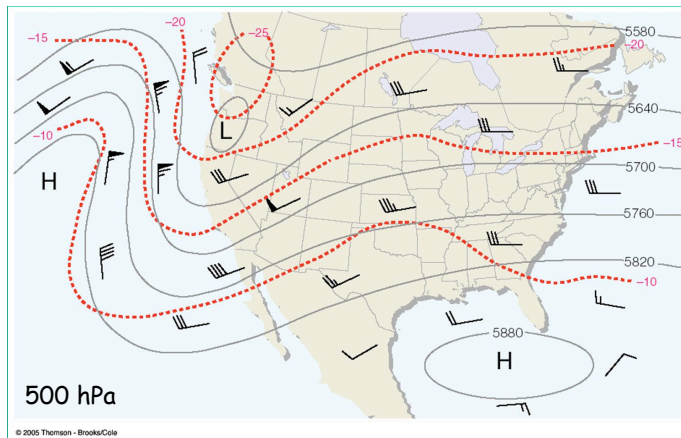
Cartographie de la météo

Carte isobare à 500 hPa

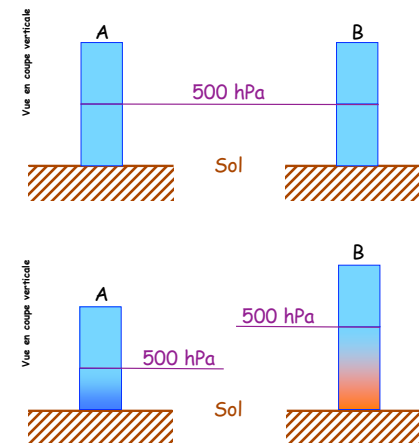


Les vents en altitude

- Les vents en altitude sont parallèles aux isohypses.



Niveaux de pression et température



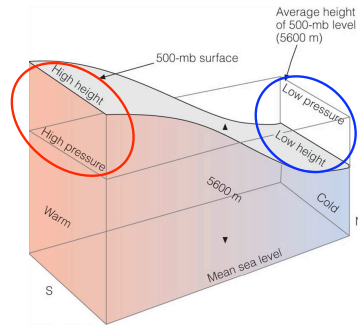
À côté : la colonne A et B ont la même température. La hauteur du niveau 500 hPa est la même pour les deux colonnes.

En bas : on a refroidi la partie inférieure de la colonne A et réchauffé celle de la colonne B. Or, d'une part la hauteur du niveau 500 hPa de la colonne A a diminué car l'air plus froid est plus dense. D'autre part la hauteur du niveau 500 hPa de la colonne B a augmenté car l'air plus chaud est moins dense.

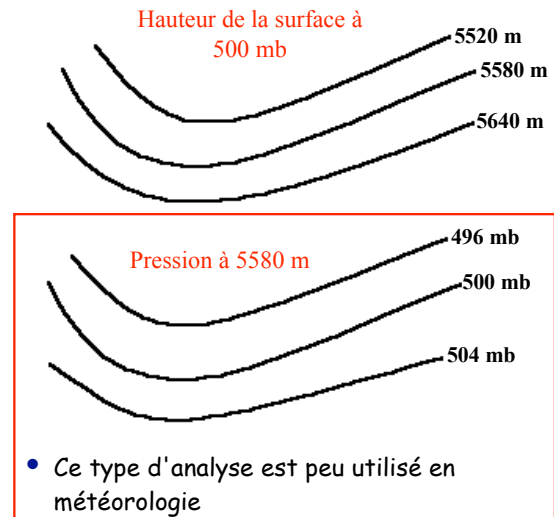
⇒ La hauteur d'un niveau de pression varie en fonction de la température de la colonne d'air en dessous.

Relation entre pression et hauteur

- La hauteur de la surface 500 hPa est plus grande au sud où la température moyenne de la troposphère est élevée qu'au nord où la température moyenne de la troposphère est plus basse.
- ⇒ Basse hauteur sur une surface de pression équivaut à une basse pression sur une surface à altitude constante.
- ⇒ Haute hauteur sur une surface de pression équivaut à une haute pression sur une surface à altitude constante.



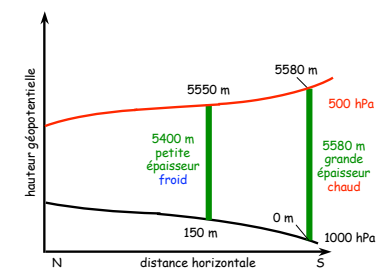
Relation entre pression et hauteur



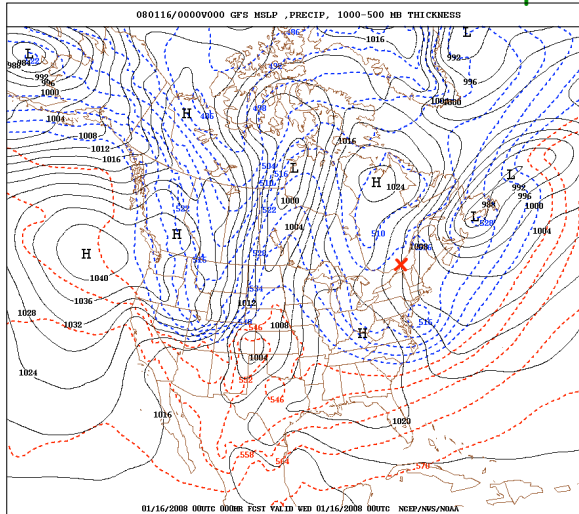
Les épaisseurs

Les épaisseurs

- L'épaisseur d'une couche d'air est la différence d'altitude géopotentielle entre les deux surfaces de pression qui la délimitent.
- L'épaisseur d'une couche est proportionnelle à la température moyenne de la couche.
- Des grandes épaisseurs indiquent que la température moyenne de la couche est élevée.
- Des petites épaisseurs indiquent que la température moyenne de la couche est basse.
- Pratique courante est d'utiliser l'épaisseur de la couche 1000-500 hPa qui représente la température moyenne d'environ la moitié inférieure de l'atmosphère.



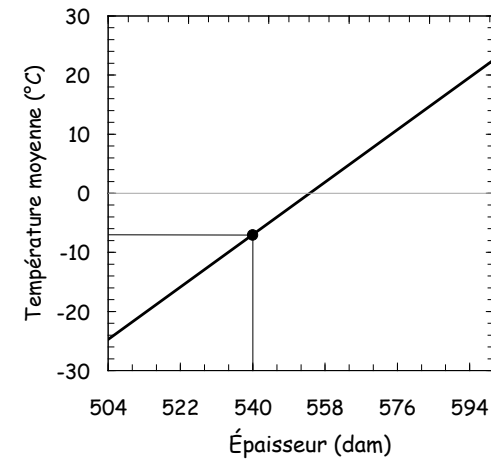
Analyse en surface : isobares et épaisseurs ³⁻²⁹



- En hiver, l'épaisseur 540 dam sépare généralement les précipitations sous forme de neige de celles sous forme de pluie.

Épaisseurs 1000-500 hPa Température moyenne de la couche

3-30



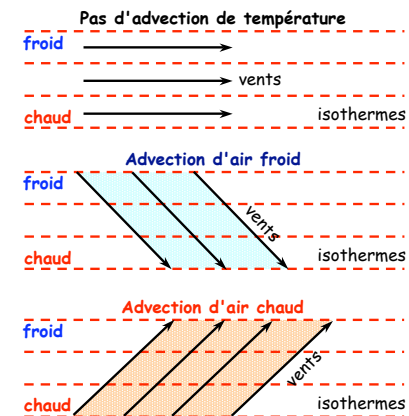
3-31

L'advection de température

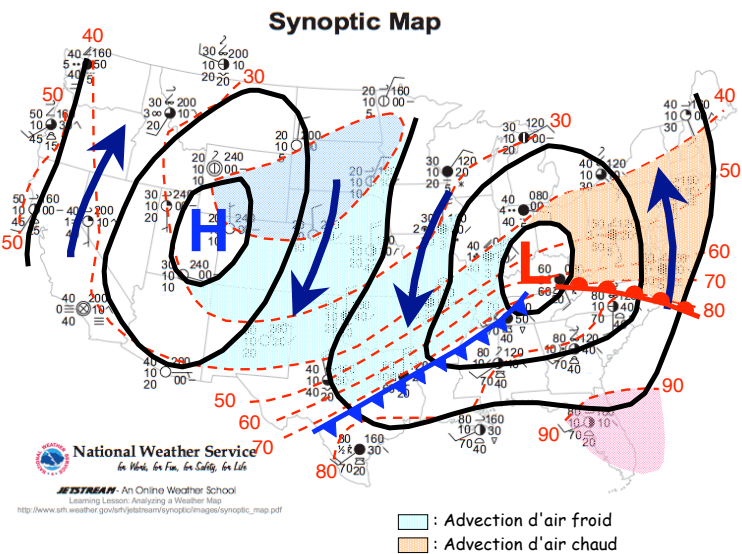
3-32

L'advection d'air chaud et d'air froid

Advection : Processus de transport horizontal des propriétés d'une masse d'air par le champ de vent.



L'advection d'air chaud et d'air froid



A U.S. Army Signal Corps weather map dated 1 September 1872 based on observations telegraphed to Washington, DC. The Signal Corps weather network was the predecessor to the U.S. Weather Bureau and National Weather Service. (NOAA Photo Library)