Les masses d’air et les fronts

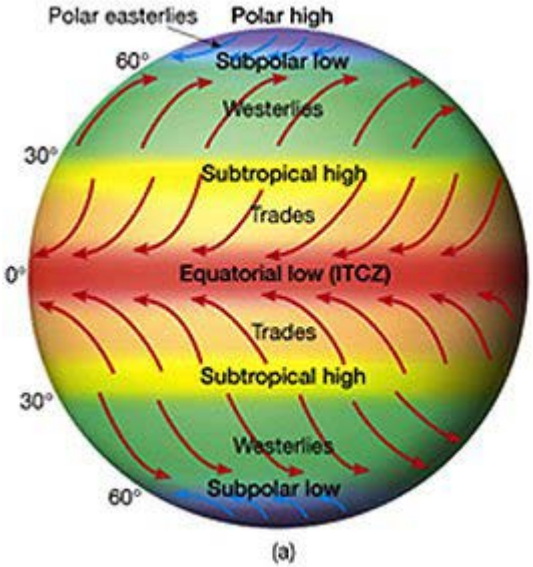
La rencontre de masses d’air d’humidité et de température provoque le temps qu’il fait…

Table de matières

- Les masses d’air
  - Les masses d’air en Amérique du Nord
- Les fronts
  - Fronts froids
  - Fronts chauds
  - Fronts stationnaires
  - Fronts occlus

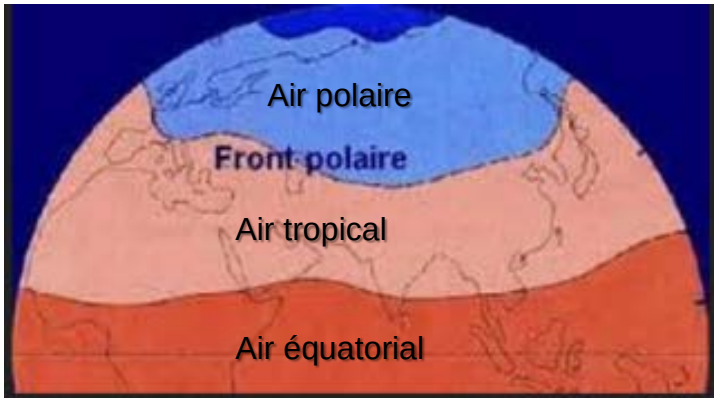
INTRODUCTION

La circulation générale, étudiée dans le dernier cours, est un phénomène d'échelle planétaire.

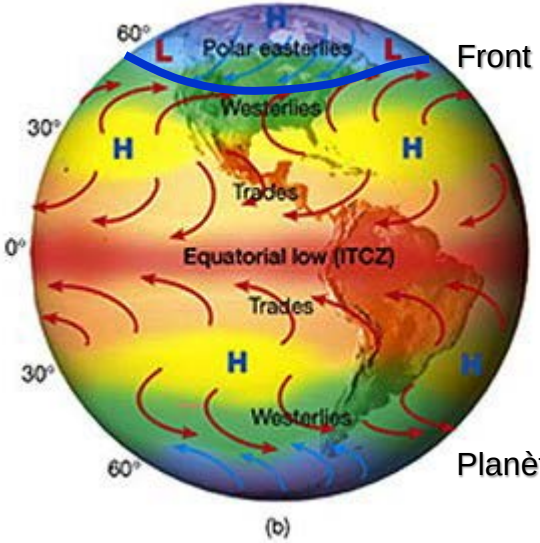


Planète sans orographie

Air arctique



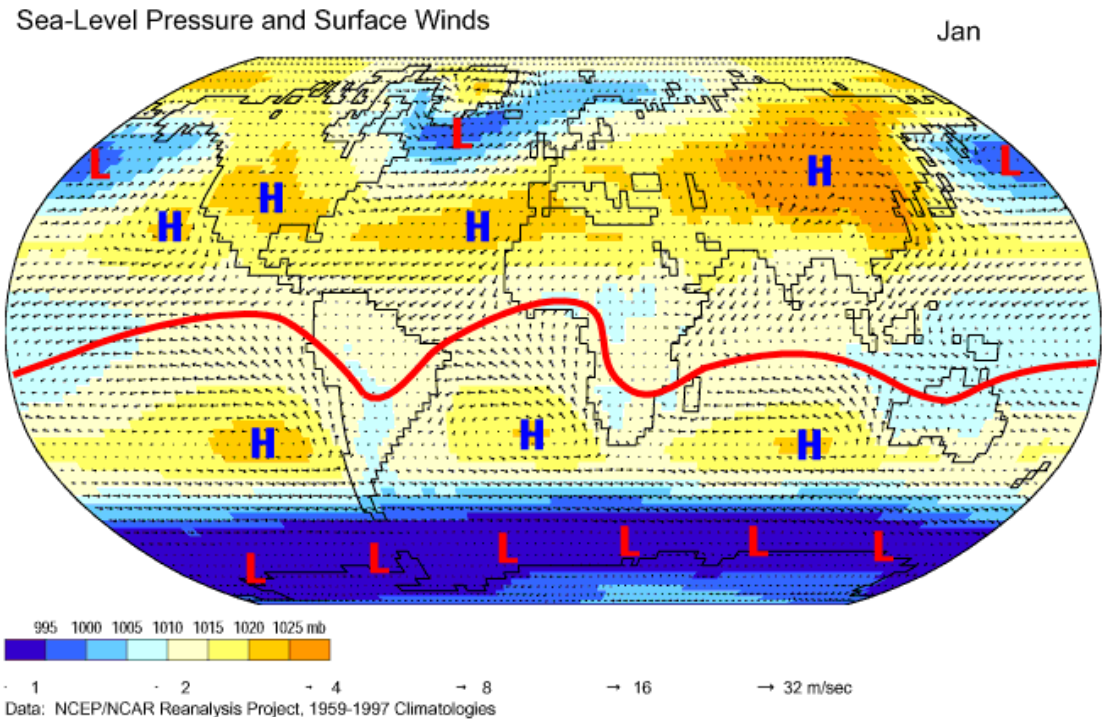
http://quetedugraal.forumgratuit.org/t458-la-meteo-au-jour-le-jour

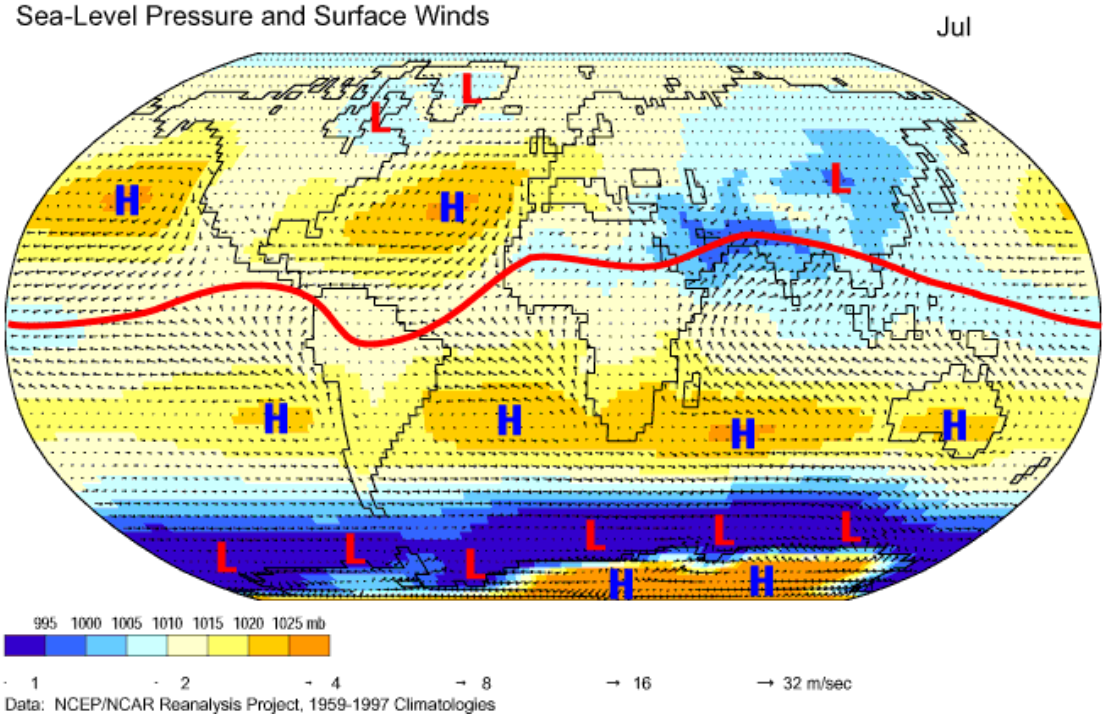


Planète plus réaliste

Introduction

Pendant l'hiver les continents sont plus froids que les océans, …

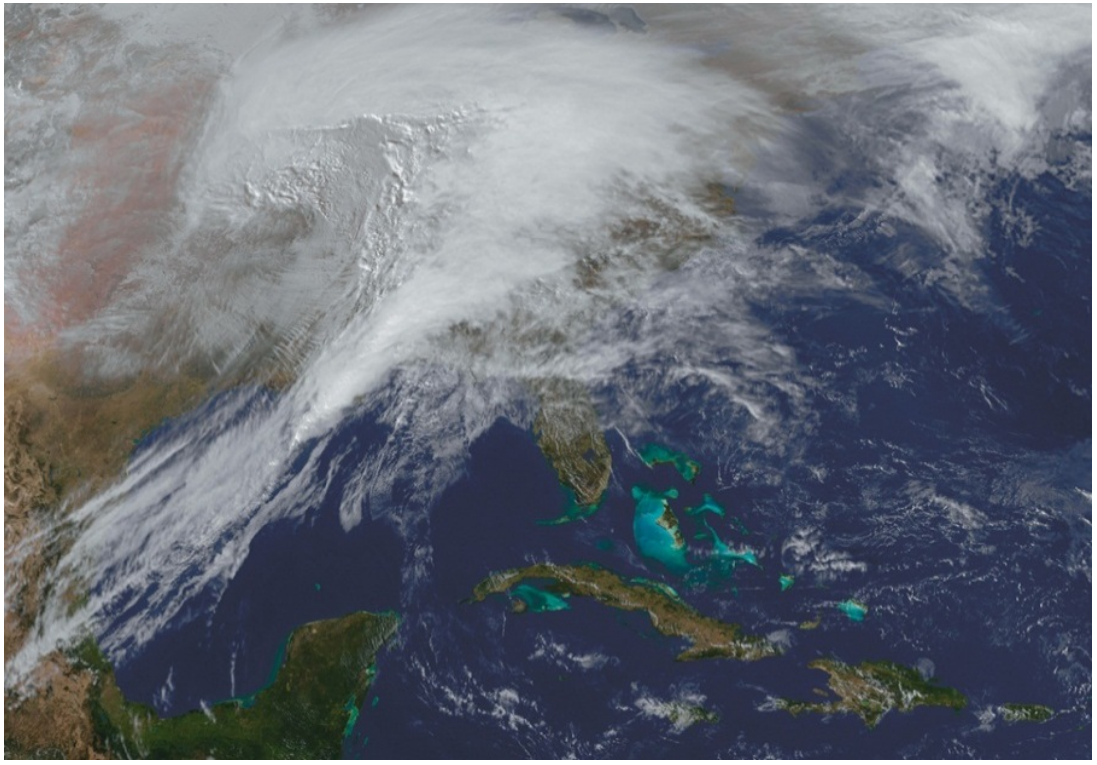




… ce qui a comme conséquence un déplacement saisonnier des centres de haute et basse pression quasi permanents

Introduction

Dans ce cours, on étudiera un autre ensemble de circulations qui sont différentes des circulation thermiques directes qu'on a étudié précédemment : leur étendue horizontale est plus petite que l'échelle planétaire, leur durée est moins importante et elles ne sont pas stationnaires (très variables dans le temps et dans l'espace). Ce sont les cyclones extratropicaux.



février 2011, l'image VIS satellite GOES-13 d'un cyclone dans l'est des États-Unis. Le cyclone mesure environ 2 000 km de diamètre; Un grand nuage en forme de virgule s'étend du Midwest à la Nouvelle-Angleterre.

Variabilité des conditions météorologiques

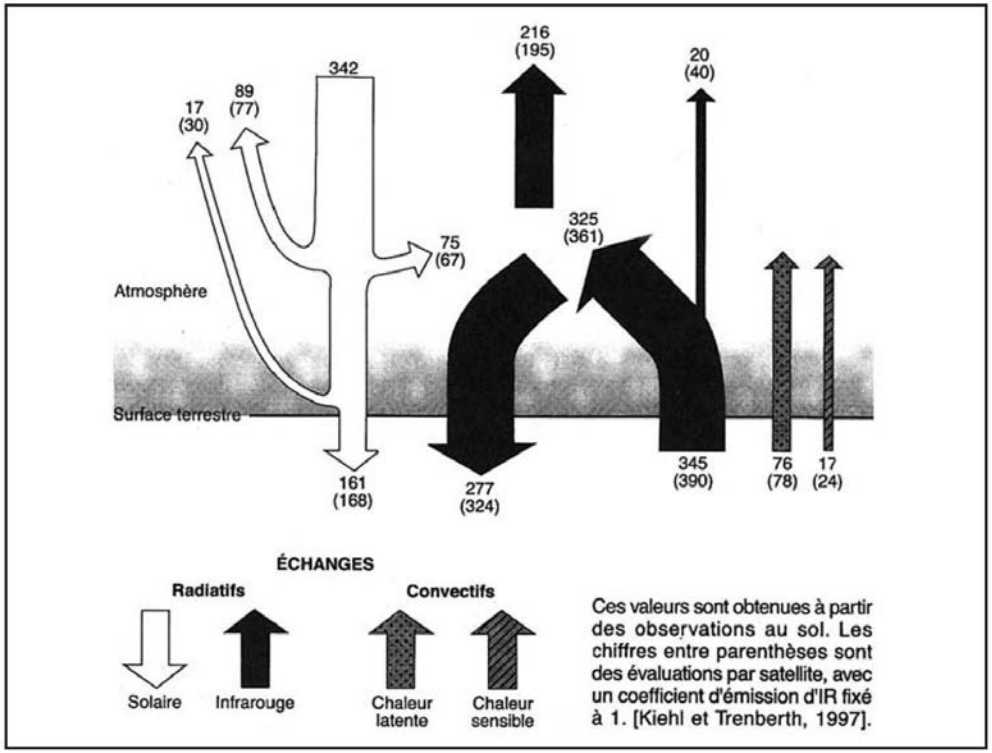
L'observation et l'analyse des conditions atmosphériques mettent en évidence des variations parfois brusques des divers éléments météorologiques :

- Rotation soudaine des vents;
- Variation importante et rapide de la température;
- Bouleversement rapide du type de temps, par exemple passage d'un temps froid et sec à un temps doux et humide … etc.…

Pour interpréter ces phénomènes, on admet que l'atmosphère n'est pas une masse de fluide homogène, mais un ensemble de grandes **masses d'air**, plus au moins individualisées, plus au moins homogènes en elles-mêmes, séparées les unes des autres par des **zones de transition** parfois abruptes qui peuvent être assimilées à des discontinuités.

LES MASSES D'AIR

L'air atmosphérique, en contact avec la surface, échange continuellement de la chaleur sensible et de l'humidité (chaleur latente) avec la surface. Celle-ci aura une grande influence sur les caractéristiques de l'air s'il n'y a pas de vent, c'est-à-dire, si **les masses d'air sont stationnaires.**

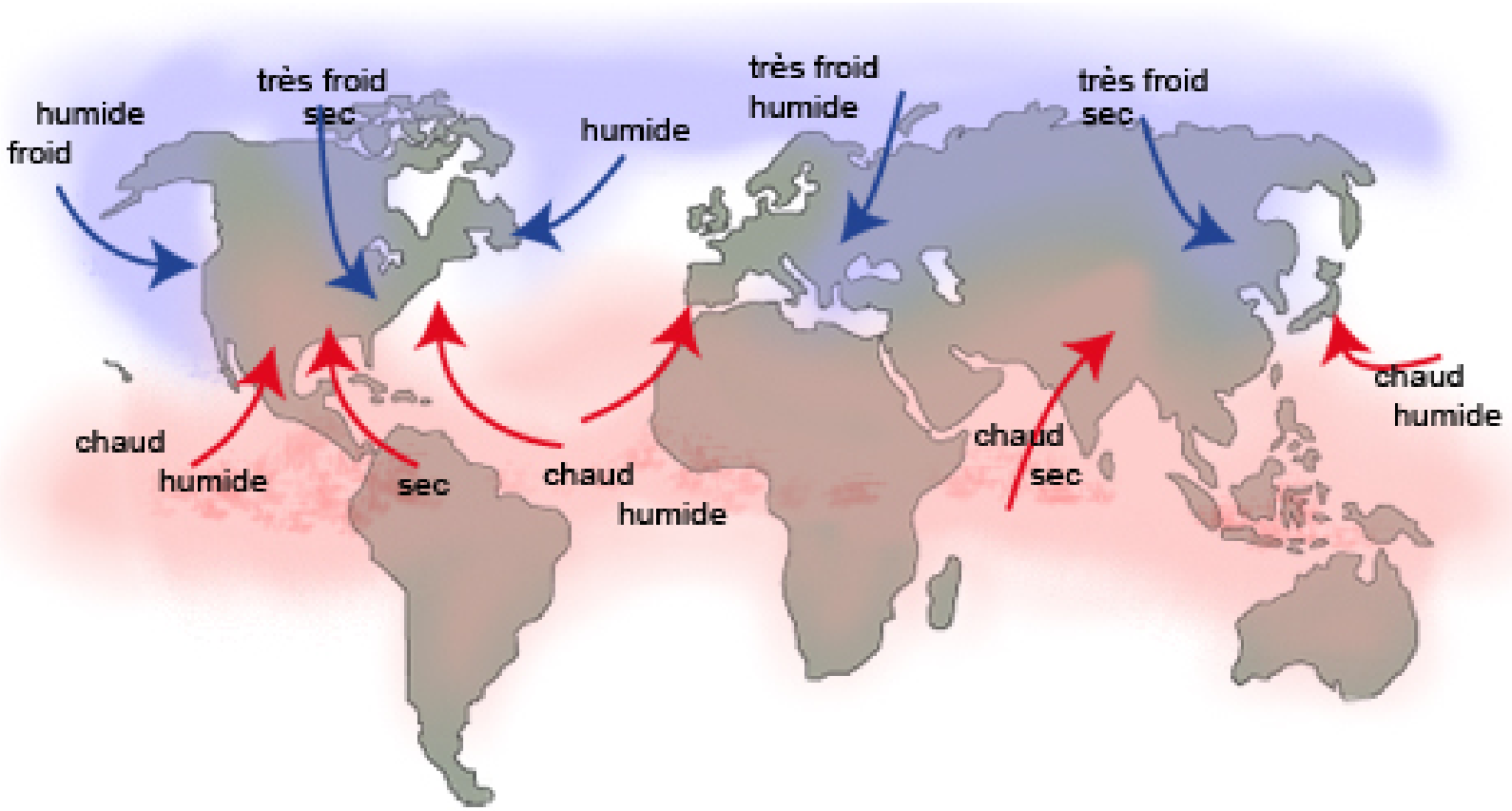


https://www.cairn.info/les-climats--9782200272616-page-7.htm

Définition de masse d'air et de région source

- Une masse d'air correspond à une grande étendue horizontale d'atmosphère où les caractéristiques horizontales de température et d'humidité sont similaires.
  - Elle couvre plusieurs milliers de kilomètres carrés
  - En partie, la prévision du temps consiste à déterminer les caractéristiques des masses d'air, leurs mouvements et comment elles se modifient.
- Régions source d'une masse d'air
  - Surfaces plates de composition uniforme
  - Vents faibles
- Des bonnes sources de masses d'air sont :
  - Les plaines de l'arctique ou de l'antarctique recouvertes de neige
  - Les océans aux latitudes tropicales et équatoriales
- Fronts
  - Les masses d'air interagissent aux latitudes moyennes. Leur rencontre est à l'origine d'une zone de transition où les propriétés de l'air (température, pression, humidité,…) changent rapidement.

Masses d'air : hémisphère nord

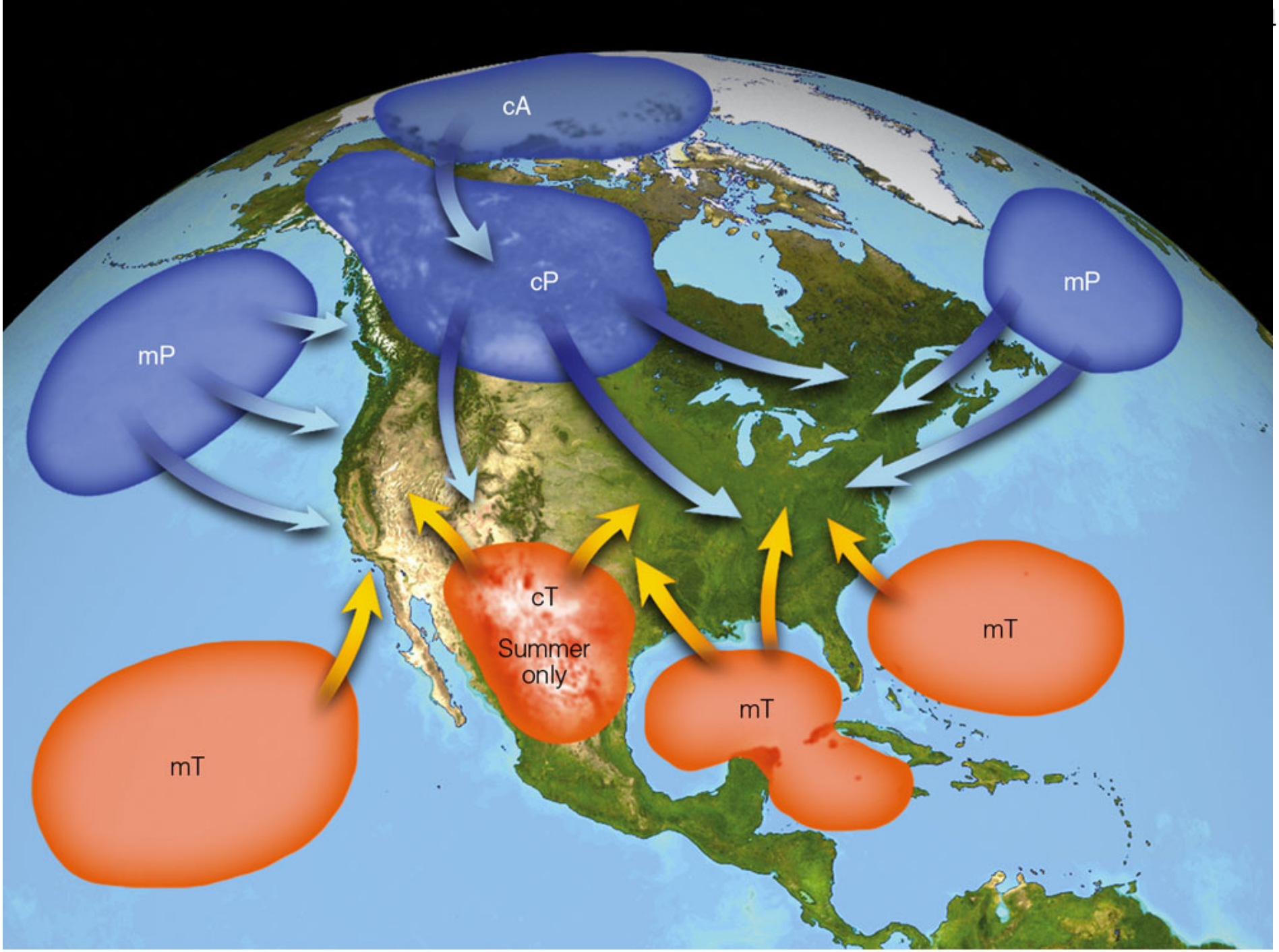


Types de masses d'air

Région source	Polaire	Tropicale
continentale	cP (froid, sec et stable)	cT (chaud, sec, stable en altitude et instable en surface)
maritime	mP (frais, humide et instable)	mT (tiède, humide et généralement instable)

- Une masse d'air cP extrêmement froid (au-delà de 60° de latitude) est parfois identifiée par cA (air continental arctique), en réservant l'appellation cP pour de l'air entre 40° et 60° de latitude.
- Une masse d'air mT extrêmement chaud et humide est parfois indiqué par mE (air maritime équatorial).
- Les masses d'air en mouvement :
  - Si une masse d'air est plus froide que la surface en dessous, un "k" est ajouté.
  - Si une masse d'air est plus chaude que la surface en dessous, un "w" est ajouté.

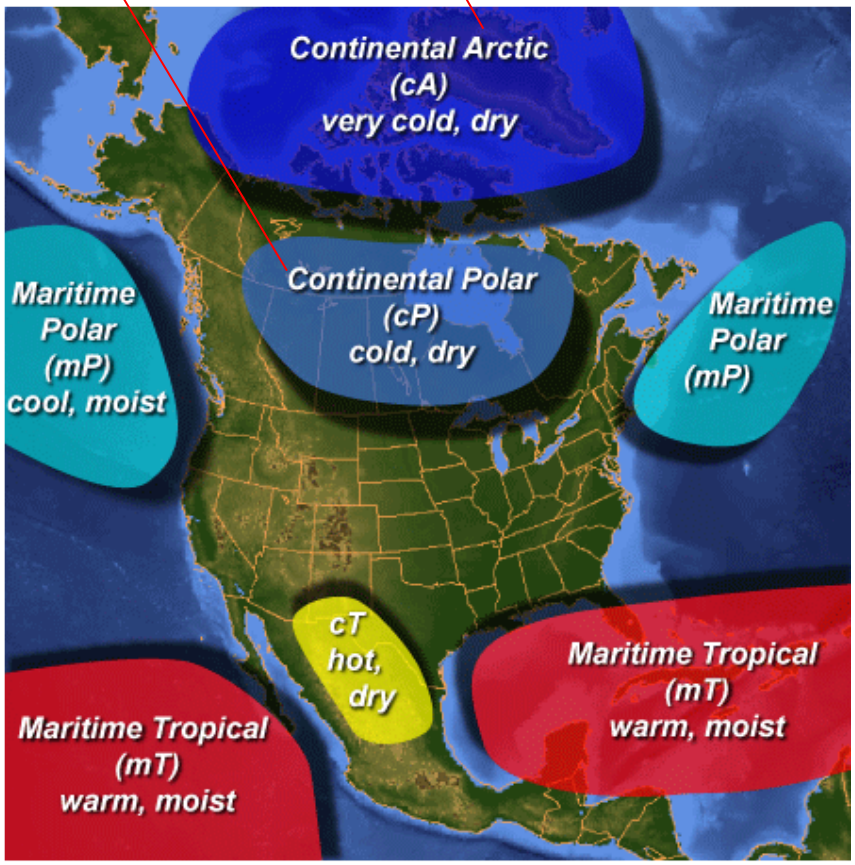
Exemple : Une masse d'air cP qui se déplace sur les Grands Lacs en décembre se modifie et devient cPk.



© Brooks/Cole, Cengage Learning

Masse d’air continental polaire/arctique

- Masse d'air stable, froid et sec qui se forme sur le nord du Canada et l'Alaska. Éventuellement elle descend vers le sud des E.U. pour atteindre le golfe du Mexique et la Floride où elle cause le gel des cultures.
- Elle produit de la neige par effet de lac lorsqu'elle passe dans la région des Grands Lacs.
- Elle ne traverse généralement pas les Rocheuses. De la précipitation par soulèvement orographique est typique à l'est des Rocheuses lors de son passage vers le sud.
- En été elle porte du soulagement dans les régions où l'air est chaud et humide.



Modification de la masse d'air cP

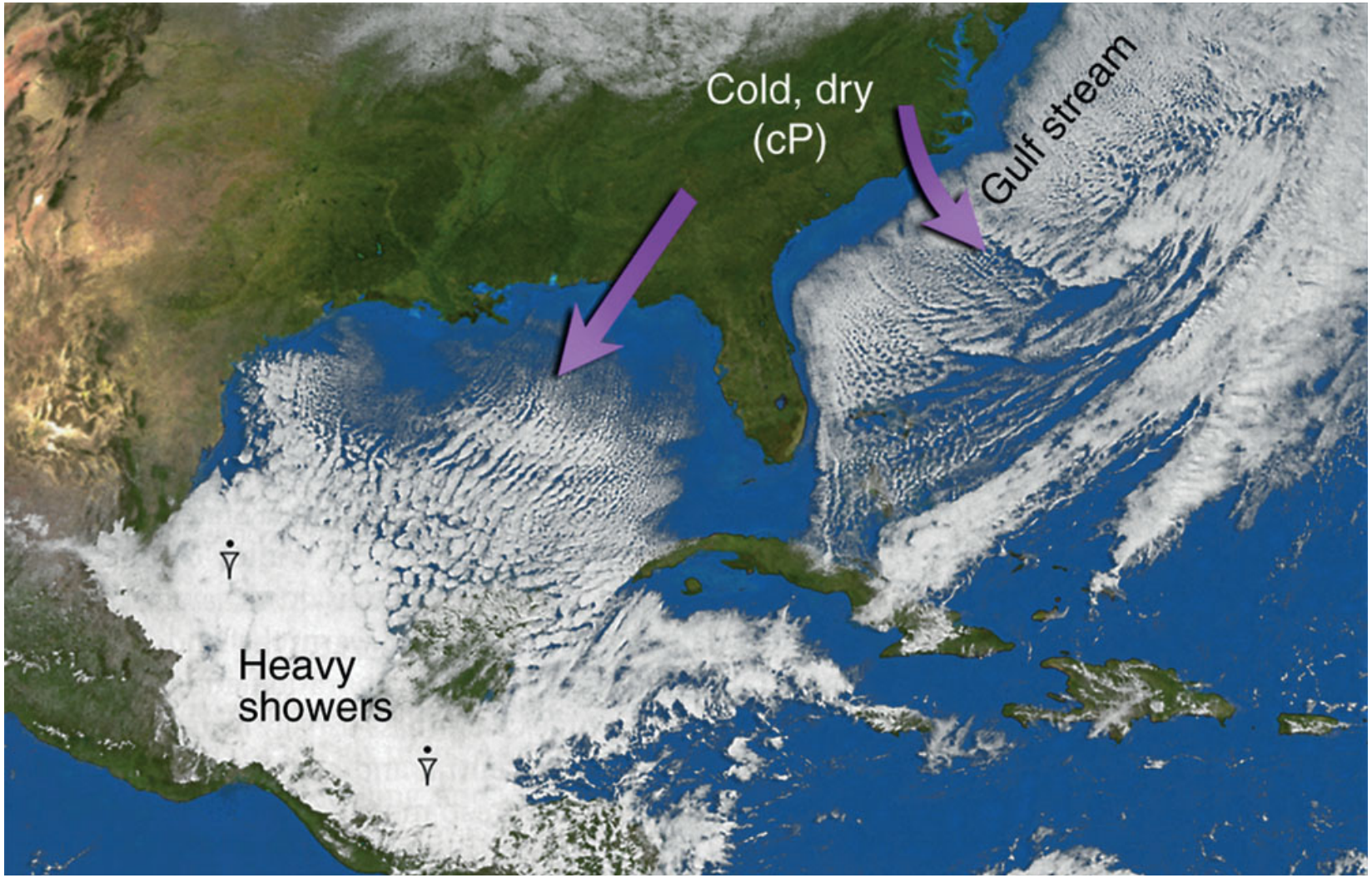
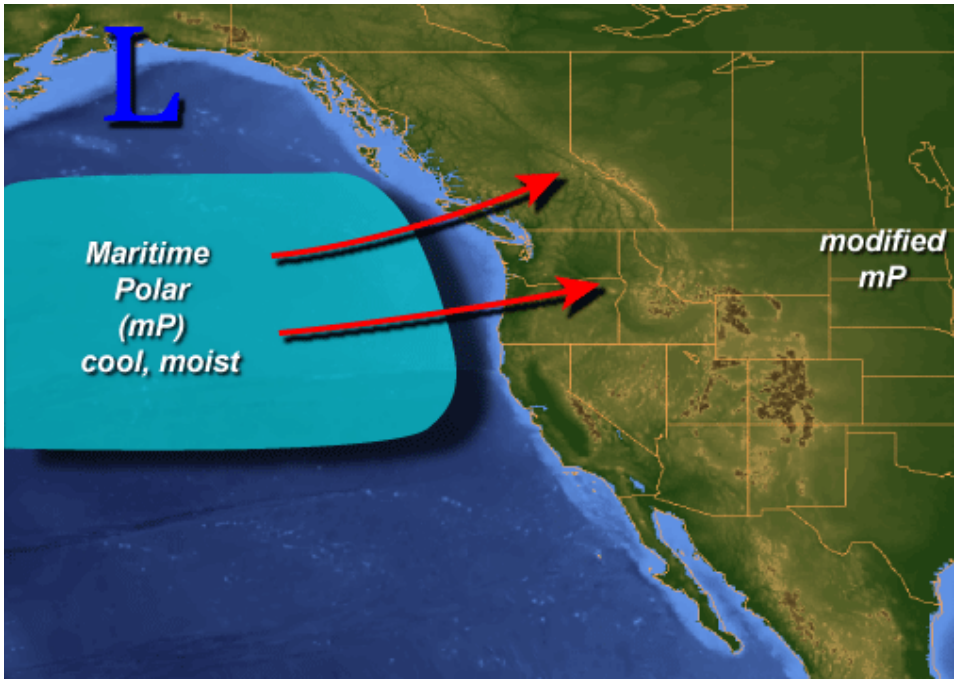
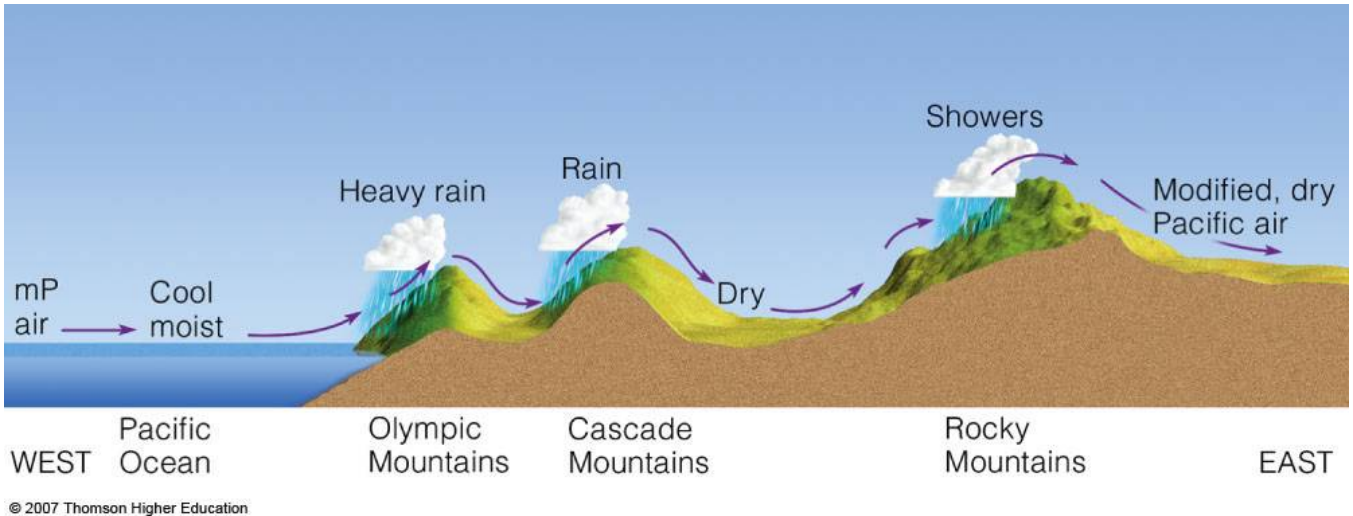


Image satellitaire visible montrant la modification de la masse d'air continentale polaire pendant son déplacement au-dessus du golf du Mexique et de l'océan Atlantique.

Masse dair maritime polaire – Côte ouest

- Elle se forme en Asie comme masse d'air **cP**.
- Elle est modifiée, masse maritime polaire (**mP)** avant d'arriver à l'intérieur du continent où elle est plus douce qu'une masse d'air **cP**.
- Elle tend à être instable.
- Elle produit de fortes pluies lors de son passage sur les montagnes de la côte ouest et perd de l'humidité.

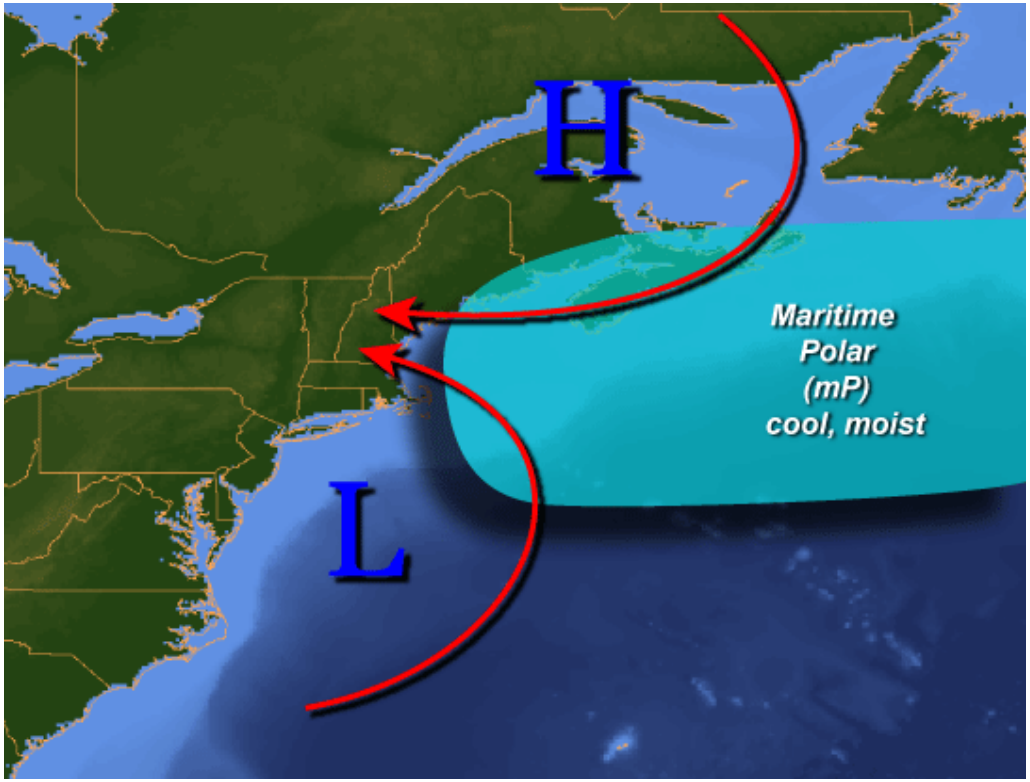




© 2007 Thomson Higher Education

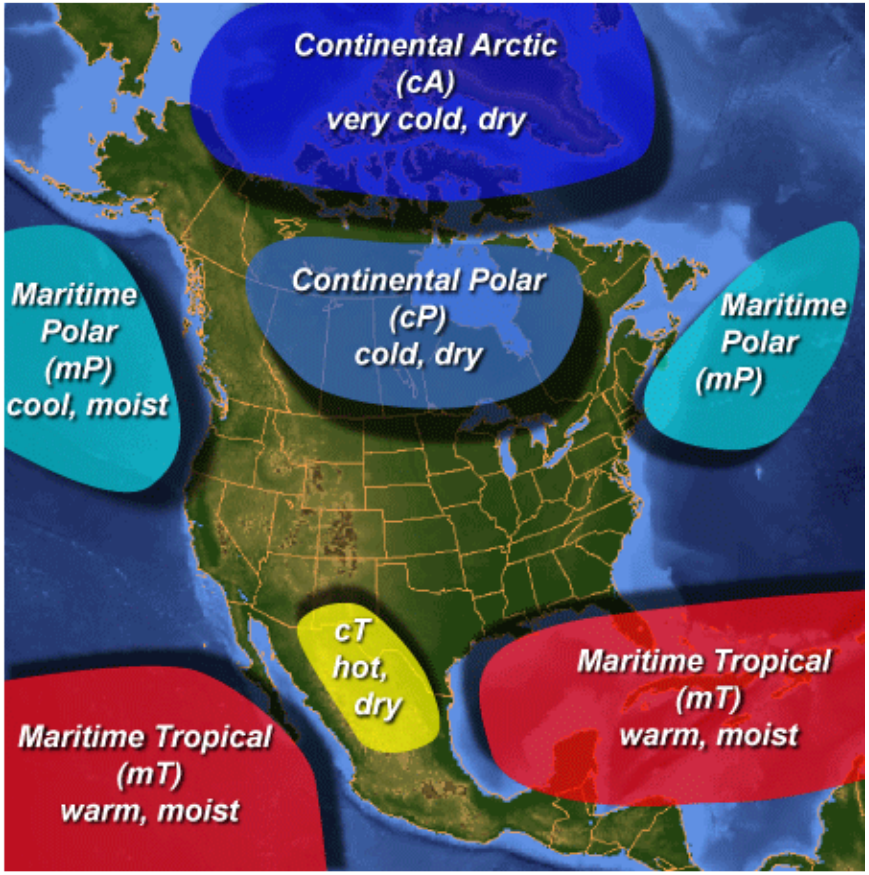
Masse d’air maritime polaire – Côte est

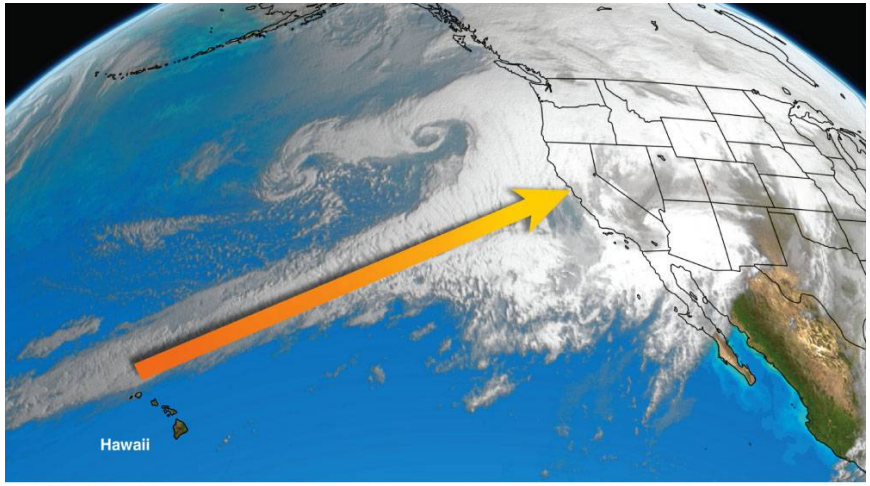
- Elle n'est pas aussi courante que les masses d'air **mP** de la côte ouest.
- Elle est plus froide que les masses d'air **mP** de la côte ouest.
- Elle est associée à une circulation attribuable à un anticyclone au nord de nos latitudes ou à une dépression au sud qui longe la côte.



Masse d’air maritime tropical

- Elle se forme principalement dans le golfe du Mexique et dans l'Atlantique Ouest, et affecte les deux tiers de l'est du continent.
- Elle se forme aussi dans le Pacifique Est lors de la mousson d'été.
- Air tiède, humide et instable.
- Elle est confinée dans le sud des E.U. en hiver.
- Source importante d'humidité, elle alimente toute l'année les orages.

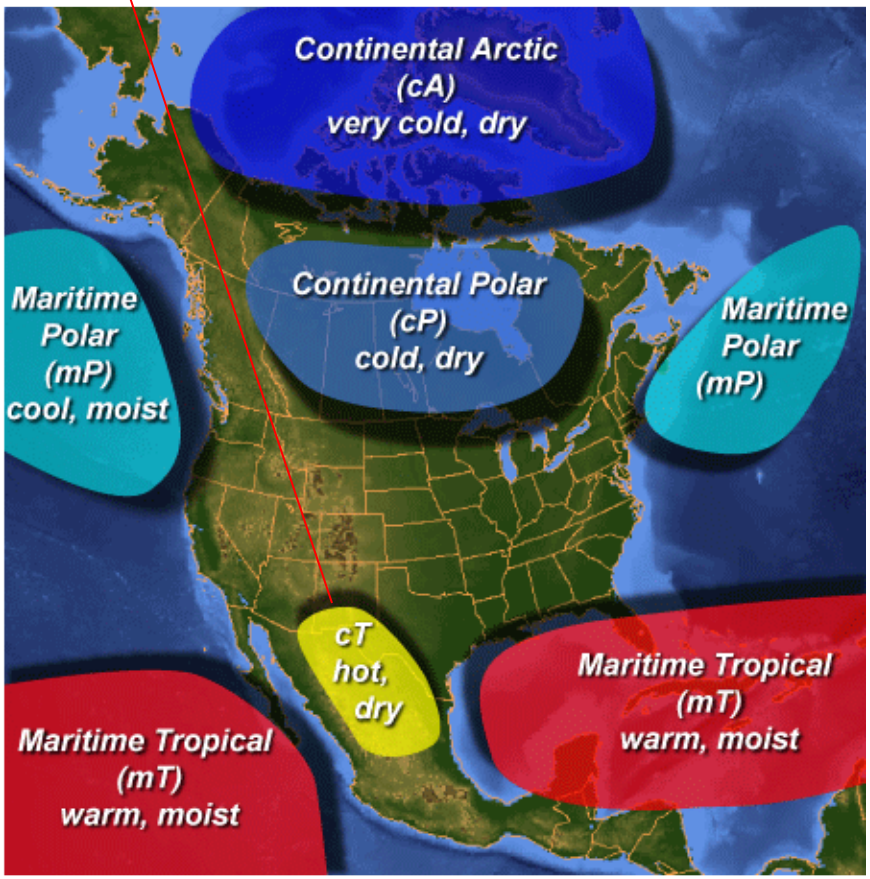




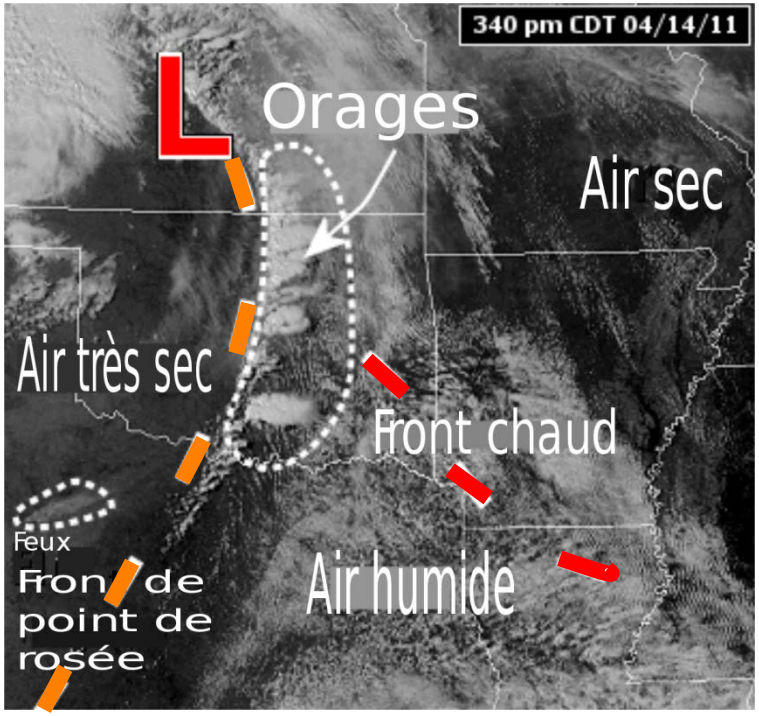
Mousson estivale d'Amérique du Nord.

Masse d’air continental tropical

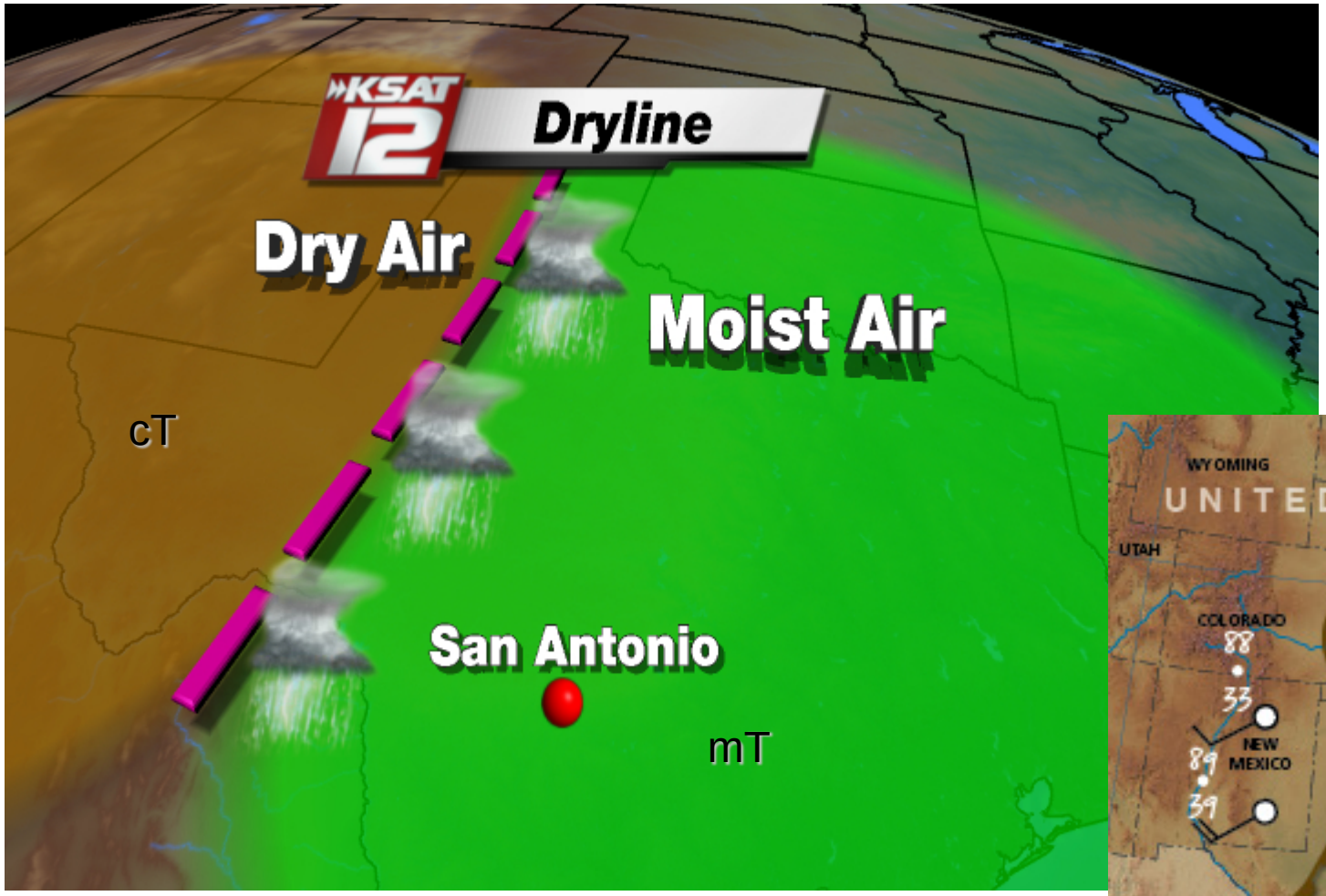
- Elle se forme dans le nord du Mexique et dans les régions désertiques du SO des E.U.
- Air chaud, sec, instable dans les bas niveaux, stable en altitude.
- La démarcation entre les masses d'air **cT** et **mT** atlantique est appelée la ligne sèche.
- La **ligne sèche** est fréquemment observée dans les données de surface et satellite et correspond à un endroit idéal pour la formation d'orages.



Un front de point de rosée ou ligne sèche



Une frontière très spécial : Ligne sèche du Texas - source de tornades…



Définition de front

- Les fronts correspondent à la zone de transition entre deux masses d'air.
- Les deux masses d'air sont de densité différente car elles sont caractérisées par des températures et humidités différentes.
- Les fronts ont une extension horizontale et verticale. La zone de transition peut être de 1 à 100 km de largeur.

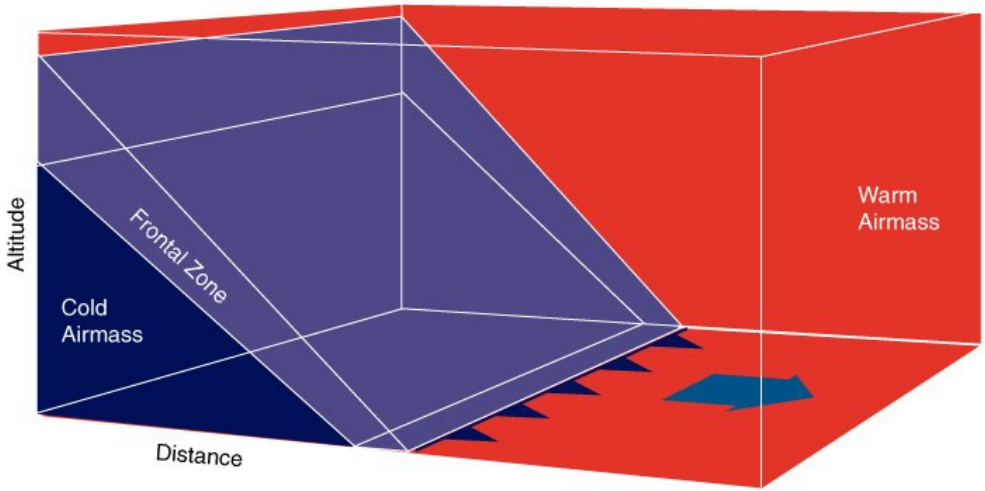
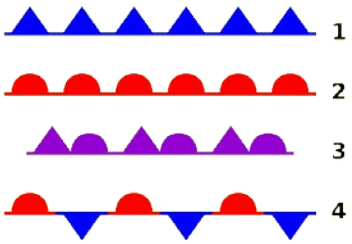


FIG 8-08
© Jeppesen Sanderson, Inc. 1998 All Rights Reserved
Aviation Weather

- Types de fronts à la grande échelle :



Fronts froids
Fronts chauds
Fronts occlus
Fronts stationnaires

Définition de front

- Les fronts sont longues de plusieurs centaines de kilomètres et on des durées de vie de l'ordre de celle des masses d'air.
- Elles sont classées selon leur déplacement.

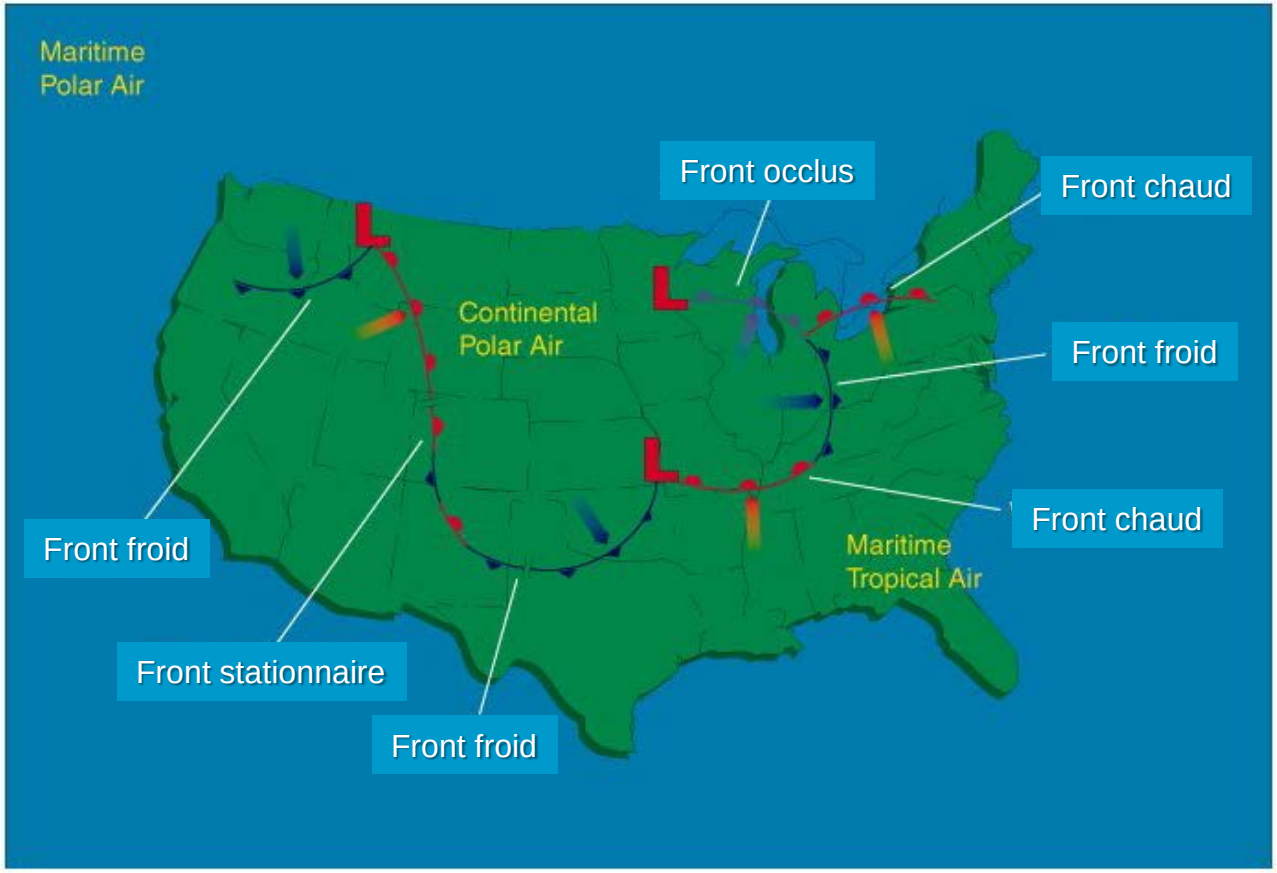
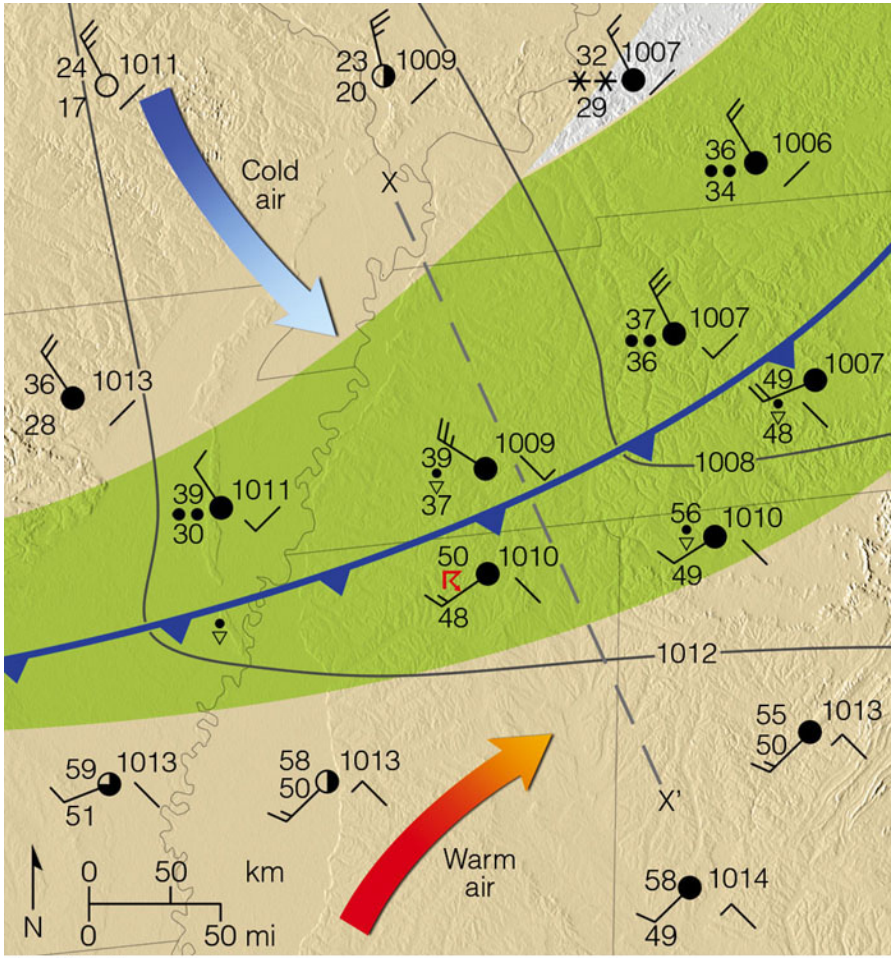


FIG 8-05
© Jeppesen Sanderson, Inc. 1998 All Rights Reserved
Aviation Weather

Fronts froids

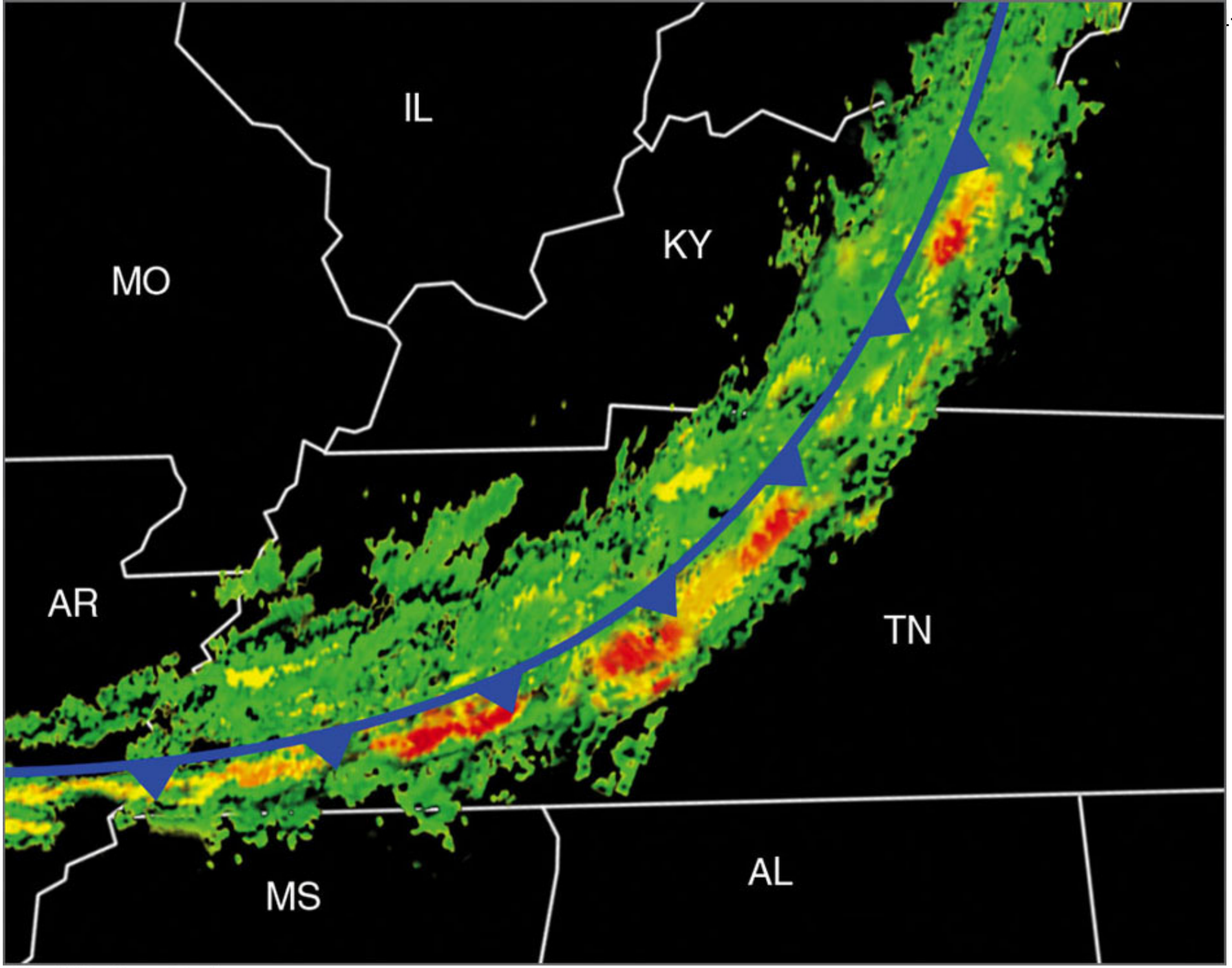
- Zone de transition entre de l'air plus chaud, plus humide, instable (habituellement de type **mT**) et de l'air plus froid, plus sec, plus stable (habituellement de type **cP**) qui avance en remplaçant l'air **mT.**

- Positionnement des fronts froids :
  - Limite avancée des variations brusques de température.
  - Changements drastiques de l'humidité (point de rosée).
  - Variation des vents (direction et intensité).
  - Creux de pression (les tendances de pression sont très utiles ici!).



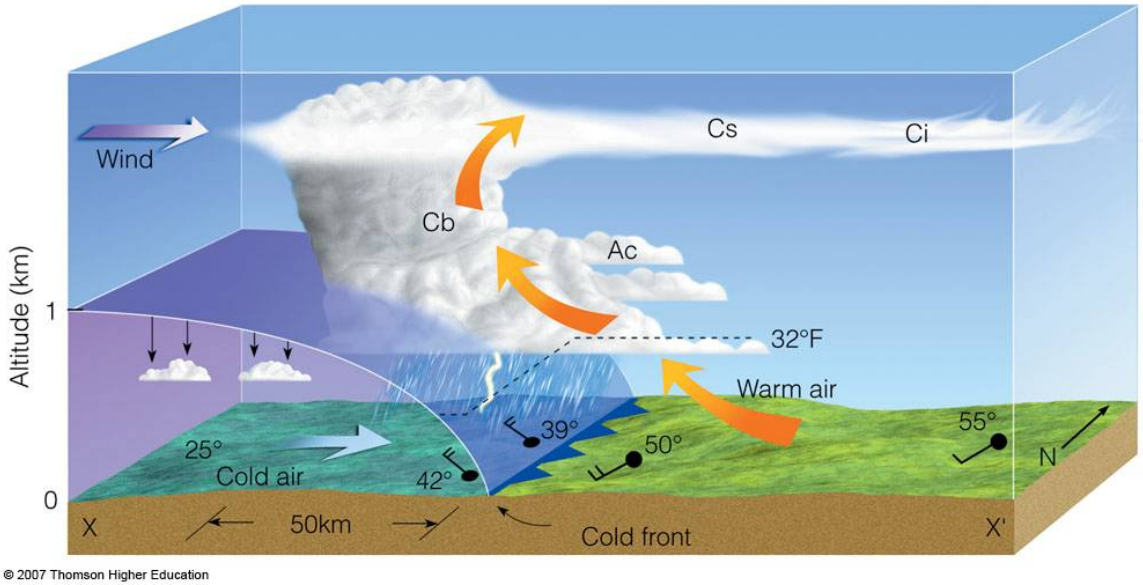
© Brooks/Cole, Cengage Learning

- Le temps associé :
  - Du temps fréquemment nuageux, avec averses ou orages parfois violents.



© Brooks/Cole, Cengage Learning

Coupe verticale d'un front froid

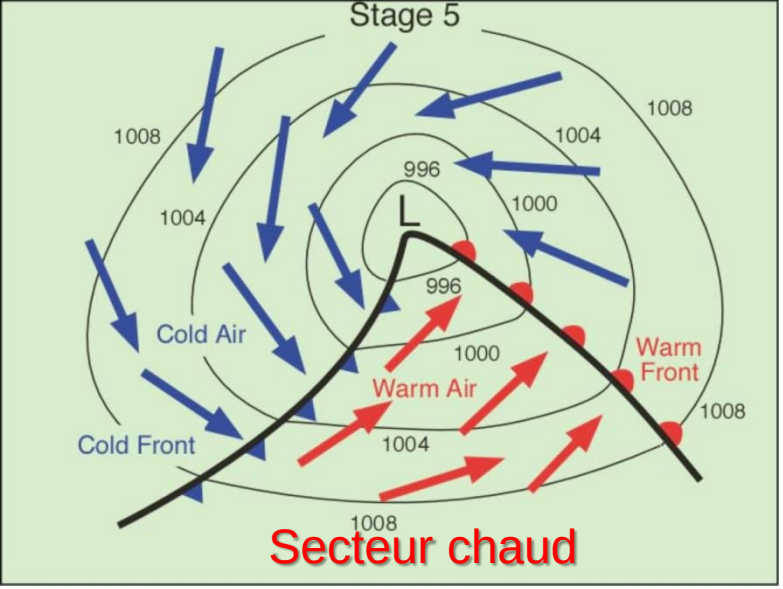


© 2007 Thomson Higher Education

- Selon la théorie du front polaire, l'air chaud devant le front froid est soulevé au dessus de la zone de transition.

- Des averses/orages violents peuvent se développer dans la zone de transition.
- Des cirrus (Ci) et cirrostratus (Cs) transportés par les vents en altitude anticipent l'arrivée de la zone frontale.
- Derrière la zone de transition, l'air est plutôt sec avec très peu de nuages. On observe parfois des cumulus de beau temps associés à l'instabilité crée par l'arrivée de l'air froid sur une surface chaude.
- La zone de transition est abrupte et penchée vers l'air froid.
- **La vitesse moyenne d'avancement du front est de 15-25 nœuds.**
- La pente est ~ 1/50

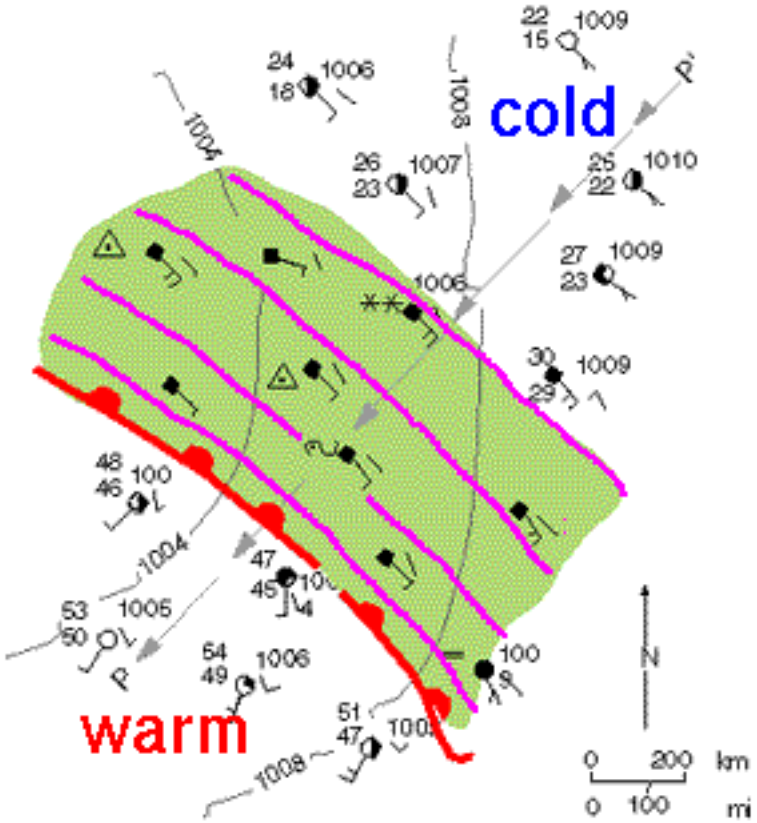
Temps associé à un front froid



	Avant le passage	Pendant le passage	Après le passage
Vent	Sud - sud ouest	Turbulent; direction variable	Ouest - nord ouest
Température	Tiède	Diminution abrupte	Diminution uniforme
Pression	En diminution uniforme	Atteint le plancher pour augmenter brusquement	Augmentation uniforme
Nuages	En augmentation : Ci, Cs et Cb	Cb	Cu
Précipitation	Averse de courte durée	Fortes pluies, parfois avec grêle, tonnerre et foudre	Averses et ensuite des éclaircies
Visibilité	De faible à très faible dans la brume	Très faible, suivit d'une amélioration	Bonne, à l'exception dans les averses
Point de rosée	Élevé; reste stationnaire	Diminution abrupte	En diminution

Front chaud

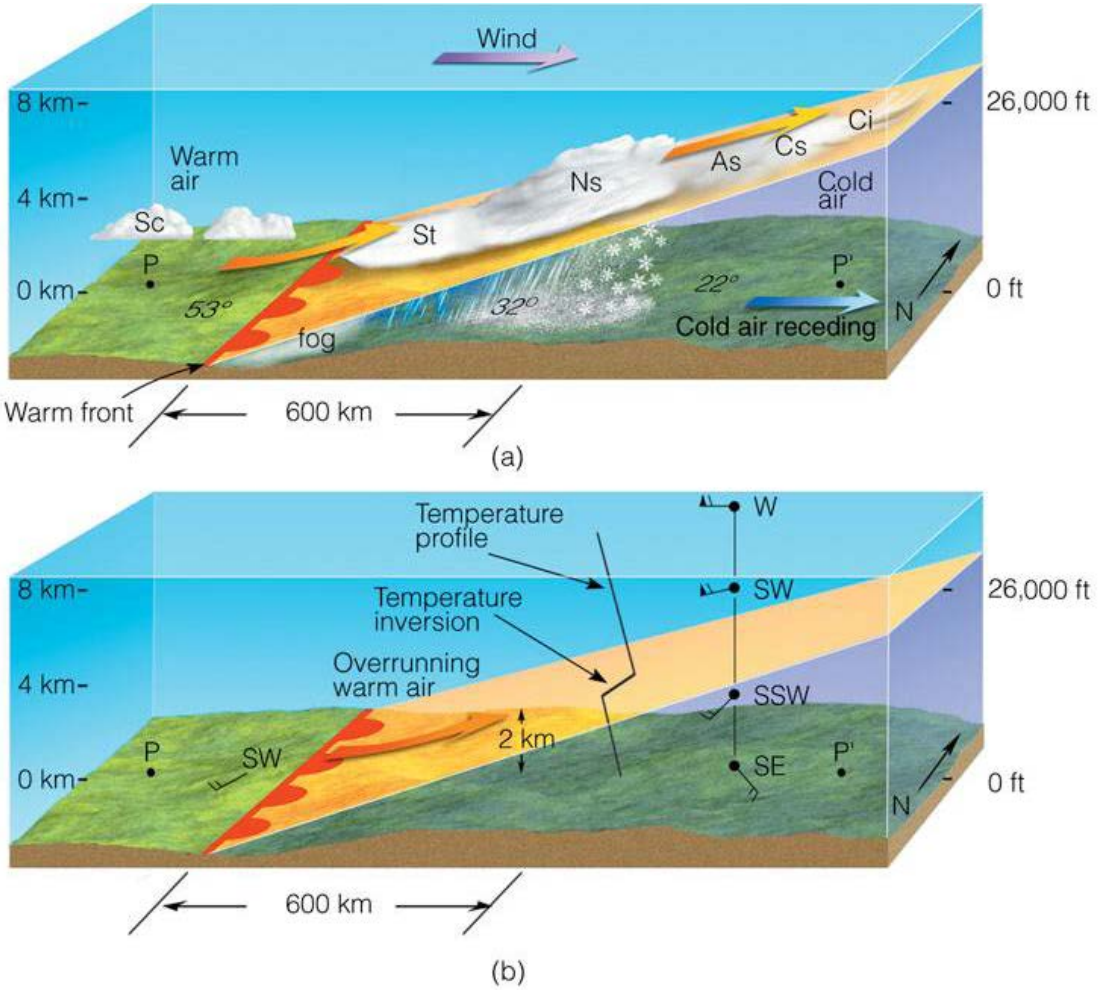
- Zone de transition entre de l'air plus chaud, plus humide (habituellement du type **mT**) qui avance et de l'air plus froid et sec (habituellement du type **mP**)



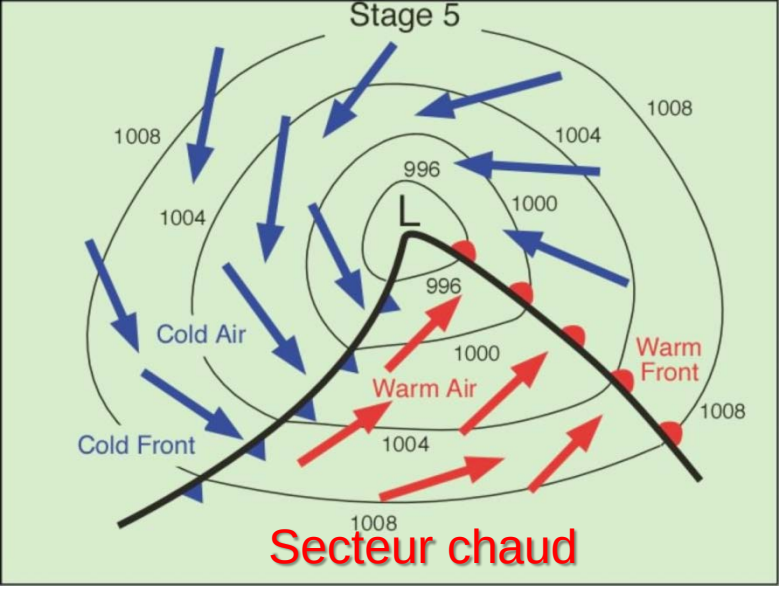
© 1998 Wadsworth Publishing Company/ITP

Coupe verticale d'un front chaud

- **La vitesse moyenne d'avancement du front est de 10 nœuds.**
- Des nuages sont formés par soulèvement de l'air.
- La pente de la zone de transition est bien plus douce que celle des fronts froids, 1:150 à 1:200.
- Les nimbo-stratus dans la zone de transition produisent de la précipitation étendue.



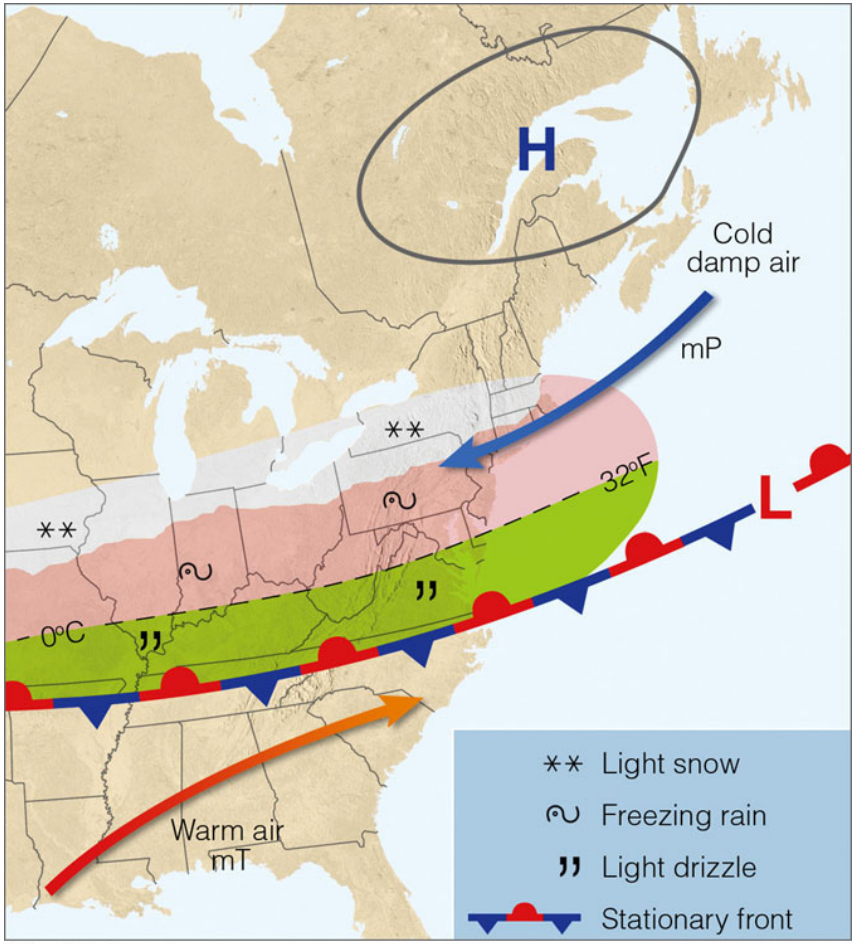
Temps associé à un front chaud



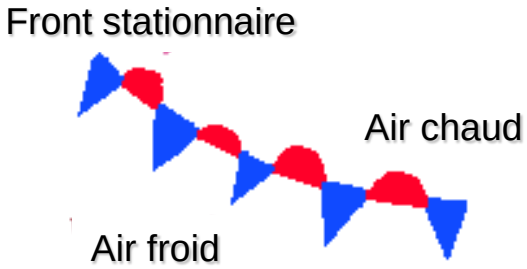
	Avant le passage	Pendant le passage	Après le passage
Vent	Sud - sud est	Variable	Sud - sud ouest
Température	Froid-frais, léger réchauffement	En augmentation uniforme	Plus chaud, ensuite stationnaire
Pression	Généralement en diminution	Atteint le plancher	Légère augmentation, suivie d'une diminution
Nuages	Dans l'ordre suivant : Ci, Cs, As, Ns, St, et brouillard; parfois du Cb en été	De type stratiforme	Dégagement avec du Sc épars; parfois du Cb en été
Précipitation	Pluie de faible à modéré, neige, neige fondante ou bruine; parfois des orages en été	Bruine ou pas de précipitation	En général pas de précipitation, parfois faible pluie ou averses
Visibilité	Faible	Faible, mais en s'améliorant	Acceptable dans la brume
Point de rosée	En augmentation uniforme	Stationnaire	En augmentation, ensuite stationnaire

Fronts stationnaires

- Ils ne bougent pratiquement pas.
- Ils sont indiqués avec une suite alternée de symboles de front froid et chaud.
- Le temps associé :
  - Du temps clair ou partiellement nuageux ou nuageux, des précipitations faibles.
  - Habituellement il n'y a pas de temps violent associé.
- Si le front stationnaire illustré à droite commence à se déplacer vers le nord il devient un front chaud, s'il se déplace vers le sud il devient un front froid.

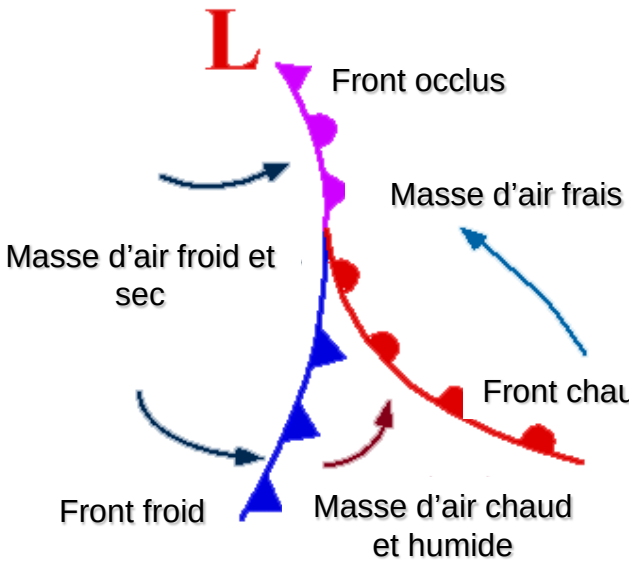


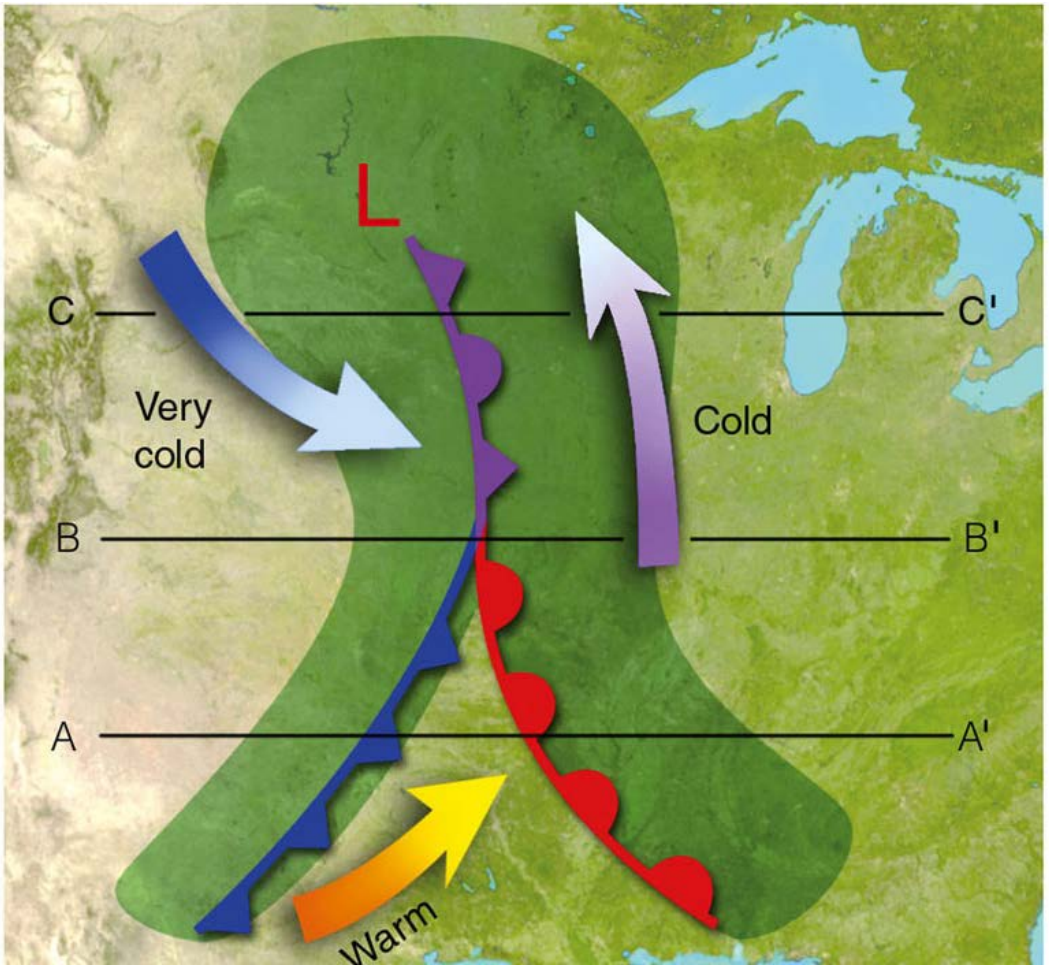
© Brooks/Cole, Cengage Learning



Fronts occlus

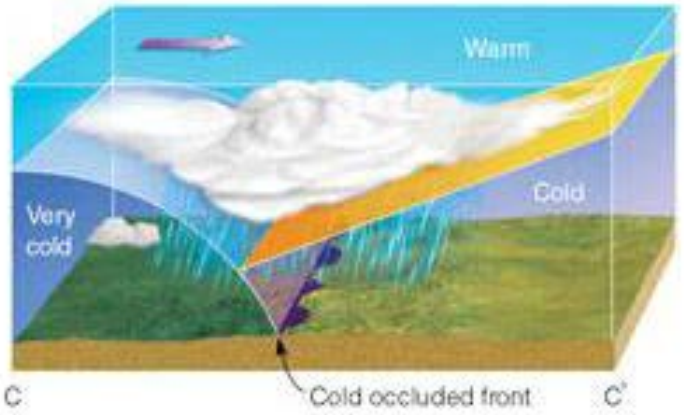
- Les fronts froids se déplacent plus rapidement que les fronts chauds. Quand un front froid rattrape un front chaud on forme alors un front occlus ou occlusion.
- Il y a deux types d'occlusions
  - Occlusions froides
  - Occlusions chaudes

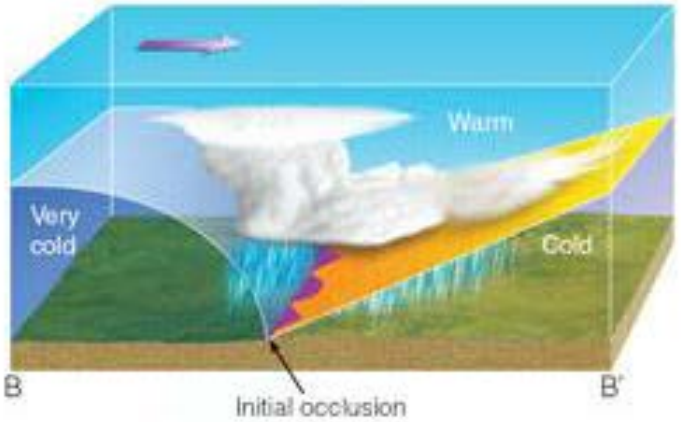


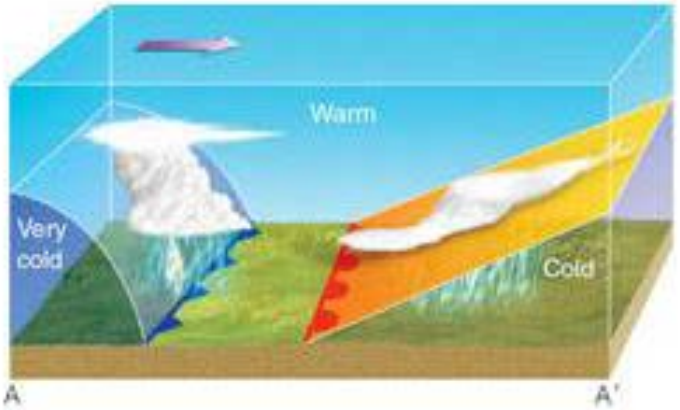


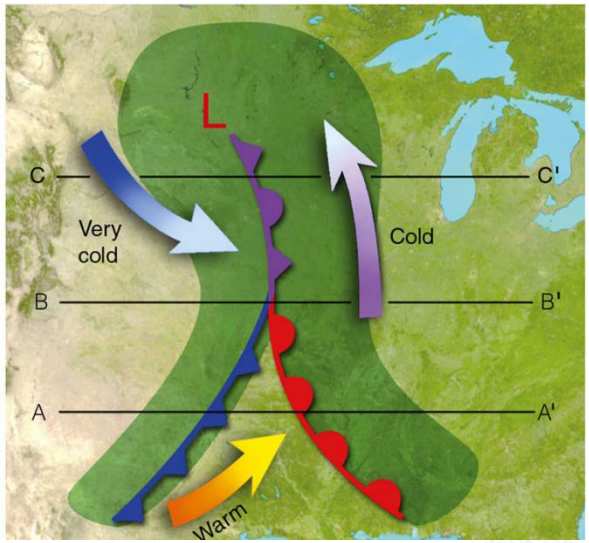
Occlusions froides

- C'est comme si le front froid soulevait le front chaud par-dessus l'air froid.
- Lorsqu'une occlusion froide approche, le temps associé est semblable à celui d'un front chaud.
- Une fois l'occlusion passée, le temps est semblable à celui associé à un front froid.
- Le front occlus froid est le type d'occlusion qui se produit plus fréquemment.





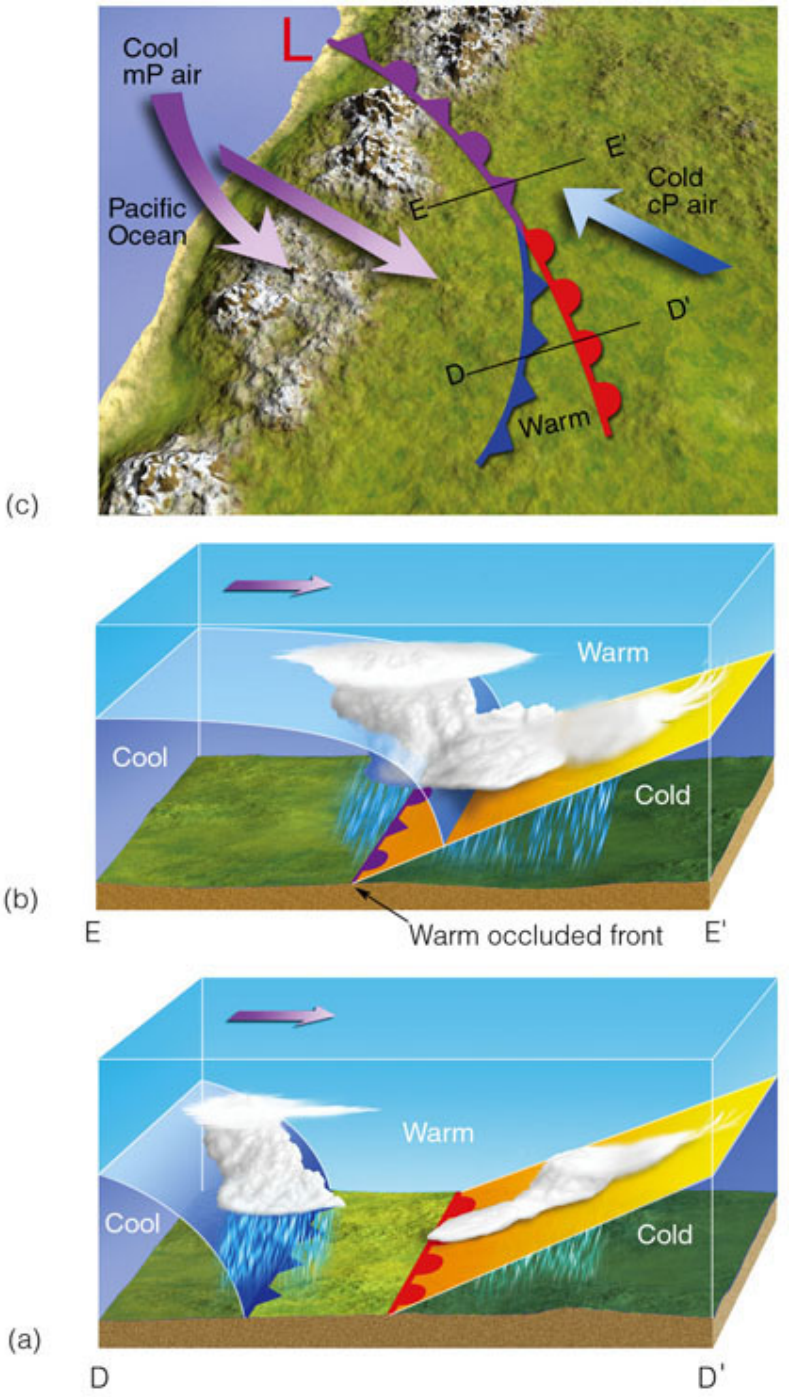




© 2007 Thomson Higher Education

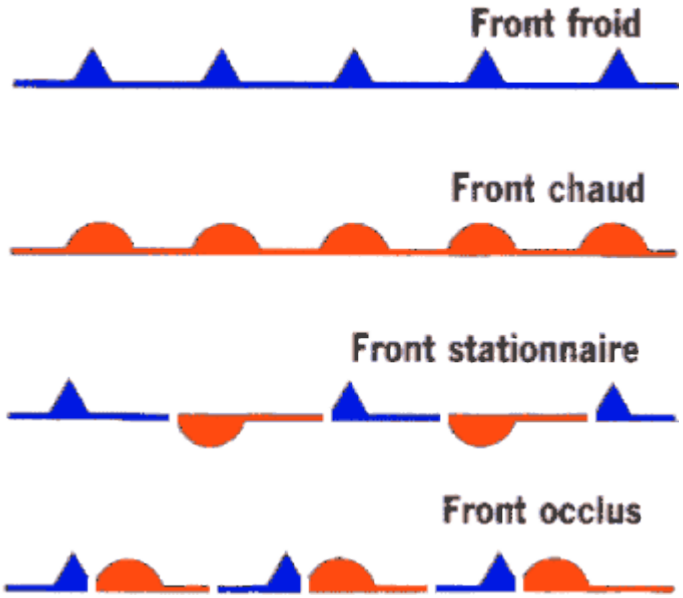
Occlusions chaudes

- C'est comme si l'air du front froid n'était pas assez dense pour soulever l'air du secteur froid du front chaud et monte par-dessus le front chaud.
- Le front froid en altitude anticipe l'arrivée de l'occlusion chaude en surface.



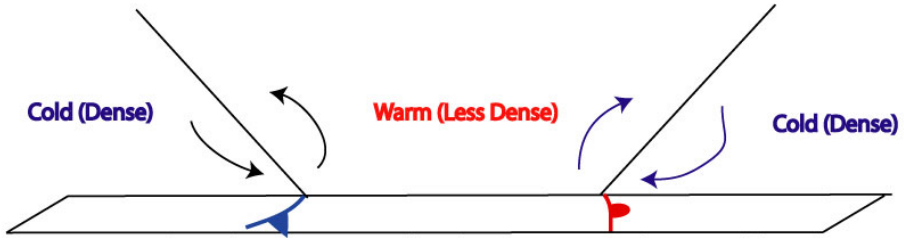
© Brooks/Cole, Cengage Learning

Résumé : les fronts

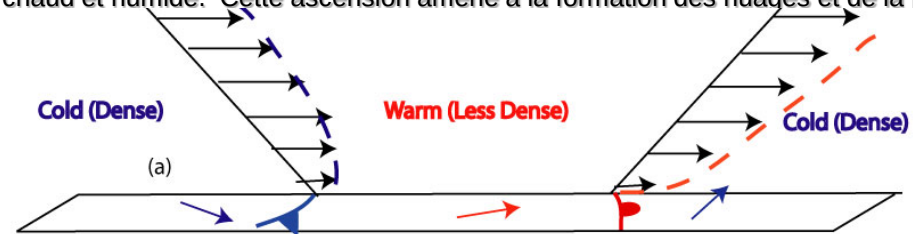


Front de point de rosée ou ligne sèche

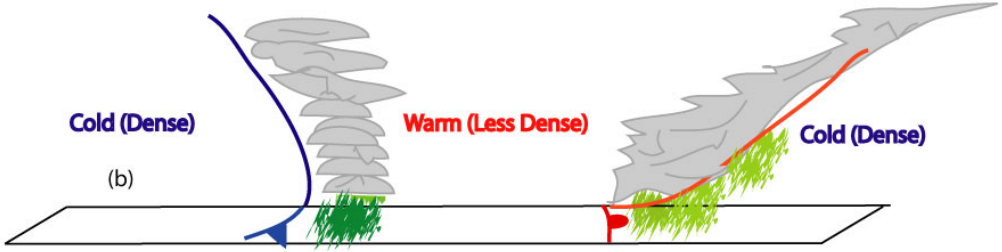
http://tornado.sfsu.edu/geosciences/classes/m356/Fronts/FrontalSlopes_NonMajors.jpg



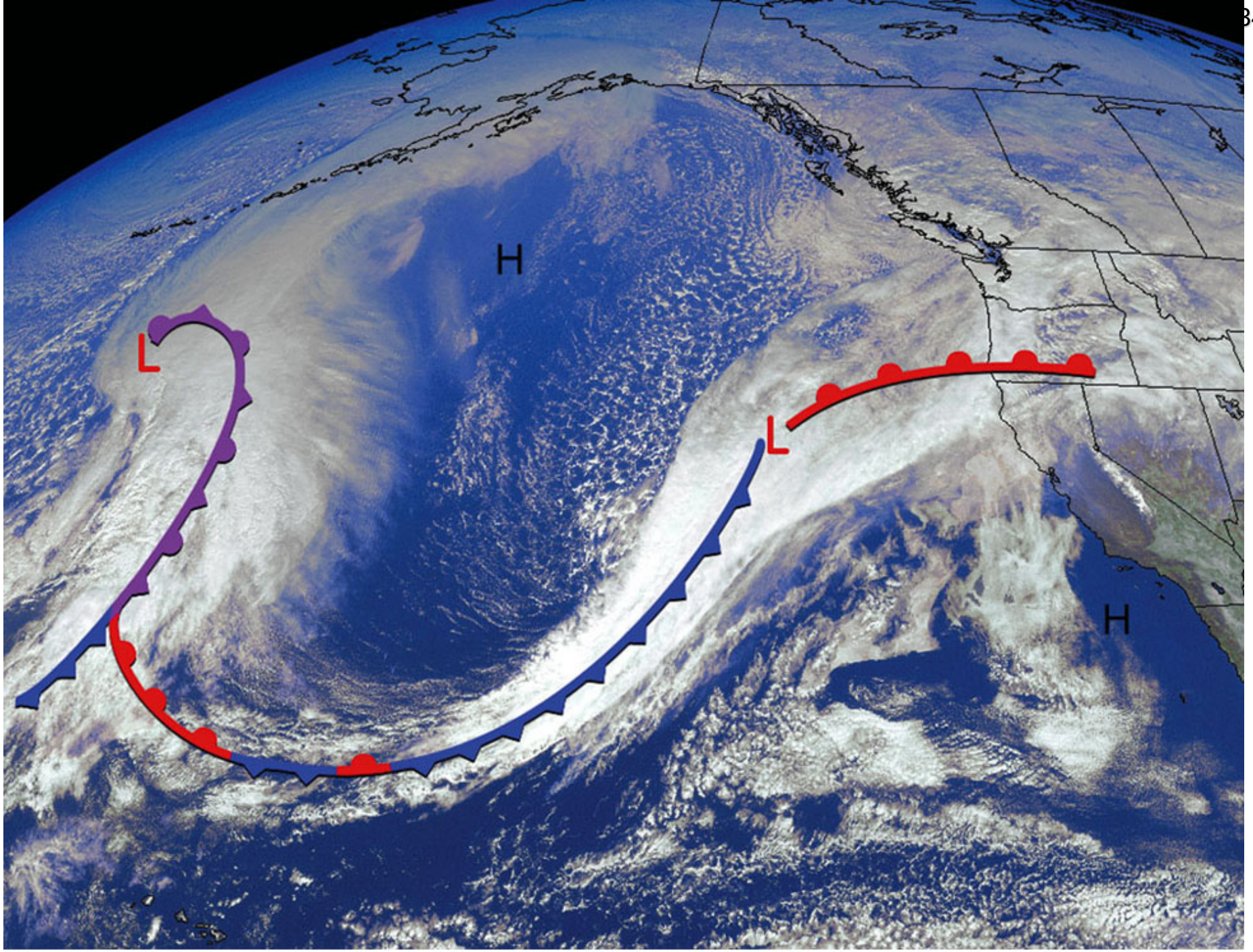
Les fronts sont des frontières entre les masses d'air de densité différentes (exemple : froides et sèches (cP) versus chaudes et humides (mT)). Le diagramme montre une coupe transversale d'un cyclone extratropical. À une pression donnée, l'air froid et sec est plus dense que l'air chaud et humide. La convergence de l'air le long du front fait monter l'air chaud et humide. Cette ascension amène à la formation des nuages et de la précipitation



Les flèches noires en (a) montrent schématiquement la situation dans la troposphère, dans laquelle le vent augmente avec la hauteur. Le mouvement des masses d'air vers l'est est retardé à la surface à cause de la friction. Ceci amène à une augmentation de la pente du front froid et à une diminution de la pente du front chaud.



L'occurrence ou non d'orage le long du front dépend entièrement de la stabilité de l'air dans le secteur chaud et non de la pente des surfaces frontales. Il est cependant vrai qui même en des conditions stables les nimbostratus associés aux front froids ont des plus grandes extensions verticales (toute autre condition étant égale). Par contre, la couverture nuageuse associée au front chaud est typiquement plus étendue (horizontalement) que celle associée au front froid. Les fronts occlus correspondent à la fusion des deux fronts, et de leurs masses nuageuse : mauvais temps assuré!



© Brooks/Cole, Cengage Learning