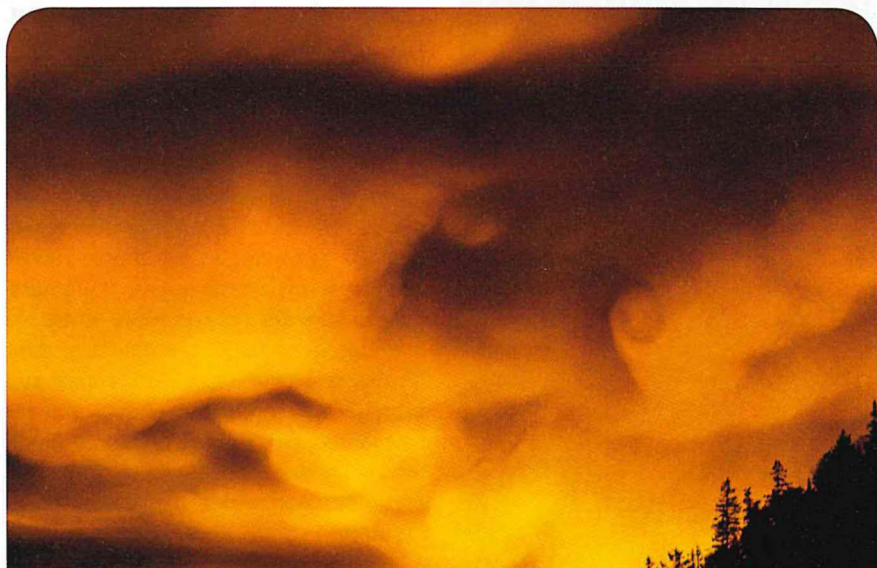


Une arête facile, un plateau vallonné ou une falaise au soleil peuvent vite se transformer en souricière quand le mauvais temps nous surprend. Alpinistes, randonneurs et grimpeurs sont en contact direct avec les éléments. Nul besoin d'être météorologue pour éviter la tourmente. Savoir lire dans le ciel les signes précurseurs d'un changement de temps ou interpréter correctement un bulletin météo sont généralement suffisants.

- 2.1. Quels sont les grands régimes météorologiques des principaux massifs montagneux de la planète ?
- 2.2. Qu'est-ce que la pression atmosphérique ?
- 2.3. Quels sont les différents types de nuages ?
- 2.4. Qu'est-ce qu'un anticyclone ?
- 2.5. Quels sont les effets d'un anticyclone ?
- 2.6. Comment se forme un orage isolé ?
- 2.7. Comment reconnaître la formation d'un orage isolé ?
- 2.8. Qu'est-ce qu'une dépression ?
- 2.9. Que se passe-t-il au cœur d'une dépression ?
- 2.10. Que se passe-t-il à l'arrivée d'un front chaud ?
- 2.11. Que se passe-t-il à l'arrivée d'un front froid ?
- 2.12. Comment interpréter le bulletin météo ?
- 2.13. Comment évaluer les changements de temps sur le terrain ?



## Quels sont les grands régimes météorologiques des principaux massifs montagneux de la planète ?

### Les Alpes

L'enchaînement des saisons est homogène d'un bout à l'autre de la chaîne.

Les Alpes subissent des conditions hivernales de novembre à mars. Durant l'hiver, de longues périodes anticycloniques (temps sec et froid) alternent avec des dépressions apportant des précipitations sous forme de neige jusqu'en plaine. Le printemps s'étale d'avril à mai. La montagne connaît des conditions estivales de juin à août. Juillet et août sont les mois les plus chauds de l'année. L'automne débute assez tôt, souvent dès le début du mois de septembre. Comme

dans toute l'Europe, cette saison est marquée par les passages de dépressions. Les Alpes sont un massif très arrosé à l'exception des Alpes du Sud françaises au climat méditerranéen et de l'Autriche, au climat continental plus marqué. Faciles d'accès, les montagnes des Alpes sont fréquentées toute l'année. On skie de novembre à juin (ski de randonnée). L'alpinisme et la randonnée sont traditionnellement pratiqués de juin à octobre. On peut grimper toute l'année dans les Préalpes en choisissant les expositions.

Lendemain de chute de neige dans le Val d'Aoste



### Le Caucase

Une diversité climatique importante : L'Ouest de la chaîne, touché en premier par les dépressions, est plus arrosé que l'Est, marqué par un climat continental. Les précipitations sont souvent abondantes au printemps dans le Caucase occidental. En revanche, le maximum pluviométrique dans le Caucase central et oriental se produit en été.

L'été est chaud sur toute la chaîne avec des températures qui s'accroissent vers l'est. En automne, la météo est souvent belle et stable en montagne. Il y a aussi des différences importantes entre le piémont nord du Grand Caucase dont les hivers sont rudes et le piémont sud protégé des courants arctiques par les montagnes, qui connaît un climat méditerranéen. Les meilleures saisons pour pratiquer l'alpinisme, l'escalade et la randonnée sont l'été et l'automne.

## L'Himalaya

Le climat n'est pas le même sur toute la chaîne himalayenne. Les effets de la mousson s'atténuent à l'ouest du massif et sur le versant tibétain.

► **Centre et est (Népal, Garhwal indien, Bouthan) :** cette zone connaît trois grandes saisons. La saison sèche et froide dure d'octobre à mars. Les températures sont glaciales en altitude de novembre à mars. La saison sèche et chaude s'étend d'avril à mai. La mousson, période très humide et chaude débute en juin et se termine fin septembre. Les treks et les expéditions ont lieu en avril et mai ainsi qu'en automne, de fin septembre à novembre.

► **Ouest (Pakistan, Cachemire indien) :** les hautes montagnes pakistanaïses et du nord de l'Inde (Cachemire / Ladakh) sont partiellement protégées de la mousson qui sévit à l'Est. L'été dure de juin à septembre. Il règne à cette époque un climat tempéré : chaud sans excès la journée, frais la nuit. Dès le mois d'octobre, les températures baissent. En novembre, la neige bloque les hauts cols jusqu'au printemps qui arrive assez tardivement dans les montagnes, aux alentours de début mai. Juillet, août, septembre sont les mois privilégiés pour le trek et les expéditions.

Mousson dans le massif de l'Annapurna — Népal





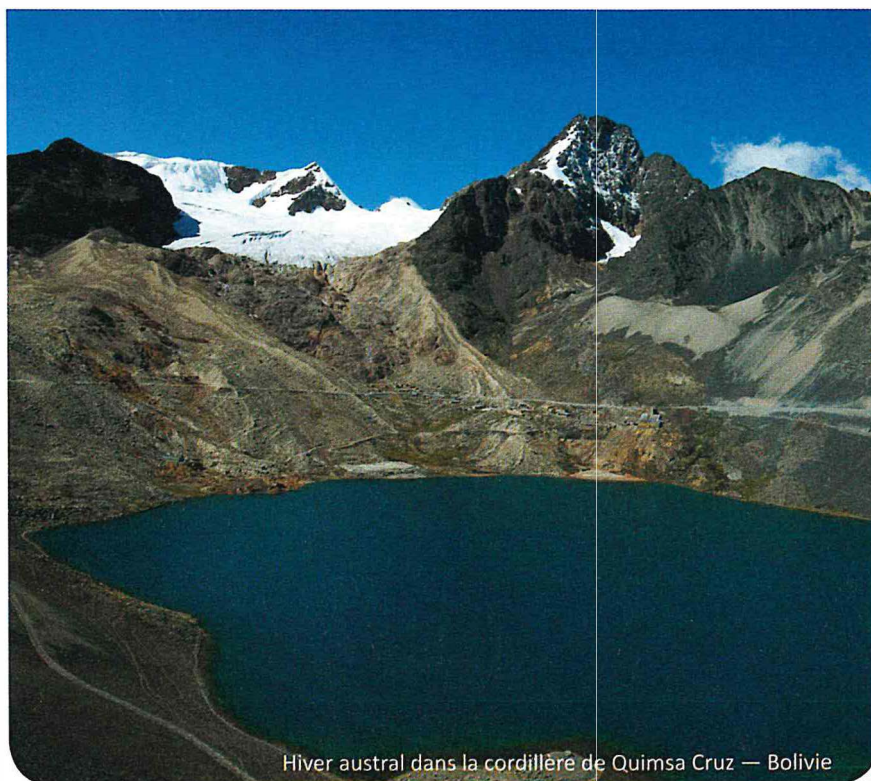
## Quels sont les grands régimes météorologiques des principaux massifs montagneux de la planète ?

### L'Himalaya (suite)

► **Nord (Tibet) :** l'hiver s'étend d'octobre à mars. Il est caractérisé par des températures nocturnes glaciales et des journées fraîches en raison du vent qui souffle avec constance. D'avril à juin, le temps est ensoleillé et pas trop chaud. Juillet et août sont ensoleillés et chauds. La mousson bloquée par la barrière himalayenne ne déborde pas sur les hauts plateaux. Elle affecte toutefois les sommets frontaliers avec le Népal. La saison des expéditions va de mars à juin et de septembre à octobre.

### Les Andes

Situées en grande partie dans l'hémisphère sud, les Andes connaissent des saisons inversées par rapport à l'Europe ou l'Asie. Les différences climatiques sont notables d'un bout à l'autre de la chaîne : humide au nord, sec au centre, frais et humide au Sud.



Hiver austral dans la cordillère de Quimsa Cruz — Bolivie

► **Nord (Vénézuéla, Colombie, Équateur) :**

le climat en montagne est plus humide que dans le reste de la cordillère. On distingue une saison sèche de décembre à avril (décembre-janvier en Équateur). C'est la bonne saison pour partir. De fin avril à novembre, c'est la saison des pluies qui sévissent avec plus ou moins de fréquence selon le pays.

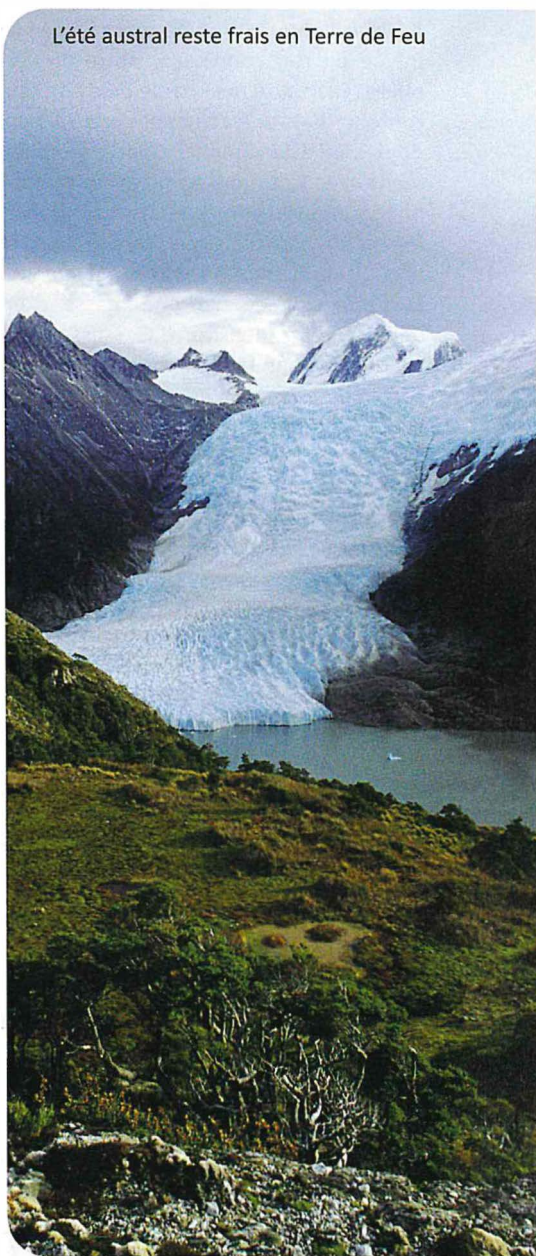
► **Centre (Pérou, Bolivie, Argentine, Chili) :** l'hiver austral s'étend de mai à octobre. Le temps est sec, frais et stable. C'est la meilleure saison pour la randonnée ou l'alpinisme. L'été dure d'octobre à avril. C'est une période humide et instable en montagne.

► **Sud (Sud Chili, Sud Argentine) :** l'été austral dure de décembre à mars en Patagonie et Terre de Feu. C'est une période de temps doux en Patagonie et frais en Terre de Feu. Le vent, toujours présent, accentue toutefois l'impression de froid. L'hiver, de juin à septembre, est très froid et venté. L'été austral est la saison des expéditions et du trek.

**L'Alaska**

L'hiver très rigoureux (jusqu'à -50°) s'étend de mi-octobre à la fin avril. Le printemps est bref et ne dure guère que le mois de mai. Début juin marque le début de la période estivale qui s'étend jusqu'à fin août. L'automne est bref comme le printemps : septembre à début octobre. Les expéditions ont lieu autour du mois de mai. Marcher est agréable en juin et juillet.

L'été austral reste frais en Terre de Feu





## Qu'est-ce que la pression atmosphérique ?

La pression atmosphérique est un élément essentiel dans l'établissement du temps qu'il fait.

► Elle est due à la force exercée par la masse de l'air composant notre atmosphère. Elle est définie par le poids de l'air contenu dans une colonne d'une section de  $1 \text{ cm}^2$ . Elle diminue donc naturellement avec l'altitude. La pression atmosphérique est exprimée en hectopascals.

► À la surface du globe, la pression, à une altitude donnée, varie également. La force exercée par une masse d'air dépend de sa densité. Une masse d'air chaud avec une faible densité génère de basses pressions. À l'inverse, de l'air froid avec une densité élevée établit de hautes pressions.

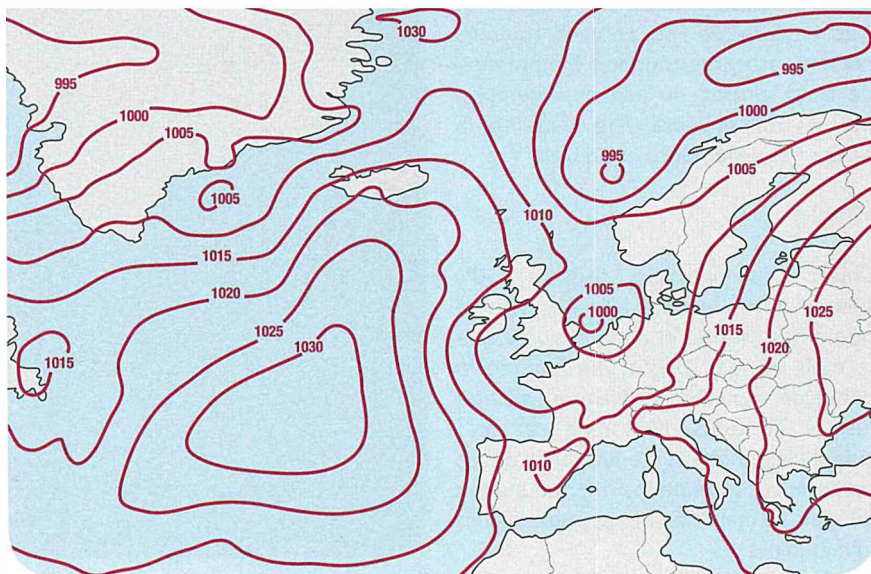
Ces variations sont mises en évidence sur des cartes spécifiques où sont tracées des courbes isobares (courbes qui rejoignent les points où la pression est identique). Ces cartes à grandes échelles permettent de positionner les zones de hautes pres-

sions et les zones de basses pressions.

On peut lire le niveau de la pression sur le baromètre. Sur terre, la pression moyenne au niveau de la mer est de 1015 hectopascals. Au-delà, on entre dans une zone de haute pression. En deçà, on est dans une zone de basse pression ou dépression souvent synonyme de perturbations et donc de mauvais temps :

— Si la pression baisse rapidement, on dit souvent que le mauvais temps sera de courte durée. En réalité, une baisse rapide de la pression est souvent associée à une dépression petite, mais intense, comme une tempête d'hiver.

— Si la baisse est lente et constante, la dépression sera probablement plus vaste, mais moins marquée. Le mauvais temps, dans ce cas, risque de s'installer pour plusieurs jours.

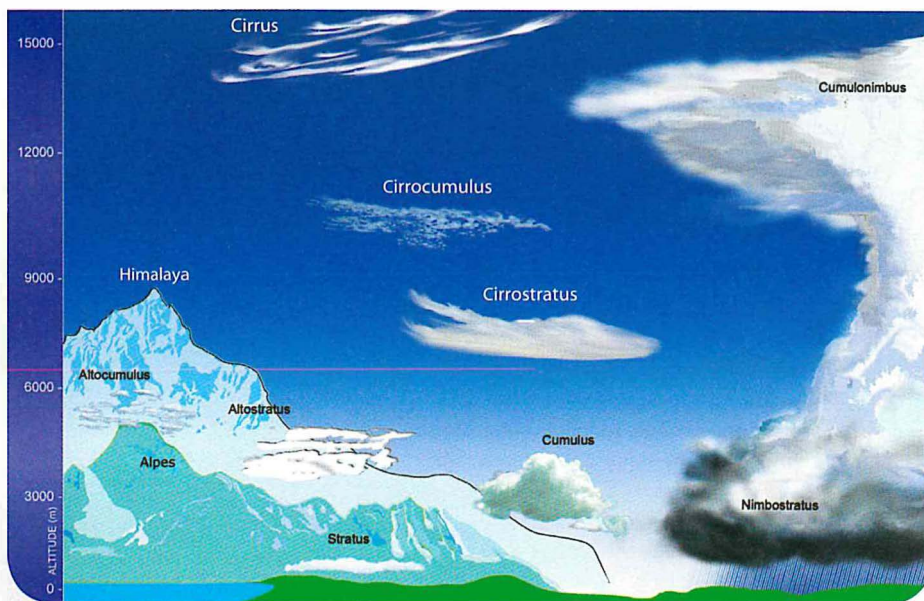


## Quels sont les différents types de nuages ?

Savoir lire les nuages est l'une des clés de la prévision météorologique. Il existe principalement deux grandes familles : les cumulus, nuages à développements verticaux, et les stratus, nuages à développements horizontaux. Au-dessus de 2 000 / 3 000 m, ils prennent le préfixe « alto ». Au-delà de 6 000 m, ils prennent le préfixe « cirro ».

### Quelques nuages à bien identifier

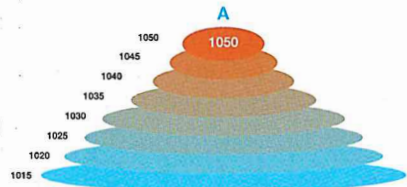
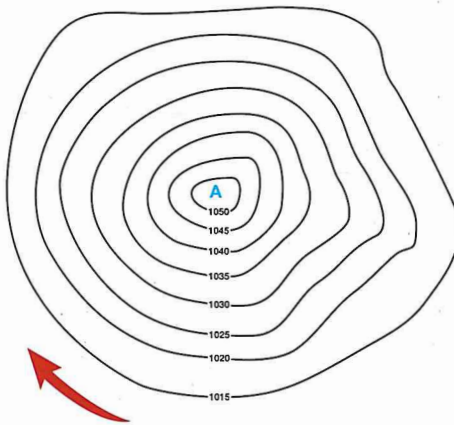
- 1— Cumulus
- 2— Altocumulus
- 3— Cirrocumulus
- 4— Stratus
- 5— Altostratus
- 6— Cirrostratus
- 7— Cirrus
- 8— Cumulonimbus
- 9— Nimbostratus



## Qu'est-ce qu'un anticyclone ?

Les anticyclones sont des zones de circulation atmosphérique centrées autour d'un axe de haute pression. Pour appartenir à cette catégorie, les pressions de cette zone doivent être supérieures à 1 015 hPa. Les anticyclones sont composés de couches d'air stable et froid. Ils sont caractérisés par :

- ▶ Un mouvement général de rotation dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère nord et dans le sens inverse des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère sud.
- ▶ Un mouvement descendant qui produit des vents convergents en altitude et divergents à leurs bases.
- ▶ Une faible humidité puisqu'ils sont composés d'air froid.
- ▶ Des surfaces occupées (supérieures à 1 000 km de diamètre) généralement plus vastes que les dépressions.
- ▶ Des déplacements moins rapides que les dépressions, influençant donc plus longuement la région concernée.



On peut visualiser la répartition des pressions dans un anticyclone comme une montagne. Son sommet représenterait les plus hautes pressions.



## Quels sont les effets d'un anticyclone ?

Sous les latitudes tempérées, l'anticyclone est porteur de beau temps. Il n'exclut pas cependant le risque d'un orage localisé. Ses effets les plus visibles en montagne sont :

- ▮ Une relative protection contre le mauvais temps lorsqu'il est positionné sur la zone où l'on se situe.
- ▮ Un faible développement de nuages (cumulus) dans les basses couches et un ciel limpide en haute altitude.
- ▮ Des vents généralement faibles laissant plus facilement ressentir les activités thermiques locales telles que les brises de pentes.

### L'été, en journée

- ▮ En l'absence de nuages, les rayons du soleil réchauffent pleinement le sol donnant en fonction de l'altitude des températures élevées.
- ▮ La présence de cumulus tempère localement cet effet.

### L'été, la nuit

- ▮ L'absence de nuages favorise un bon regel en altitude.

### L'hiver, la nuit

- ▮ Températures glaciales en altitude, réclamant un équipement adapté.

### L'hiver, en journée

- ▮ Les anticyclones proviennent souvent d'un écoulement d'air froid et sec de l'Arctique. C'est pourquoi les journées ensoleillées sont généralement très froides.
- ▮ Le très fort refroidissement du sol des vallées durant la nuit peut former une couche d'inversion de température (couche de blocage). Si un couvercle de stratus se forme au-dessus, en journée les températures de ces lieux seront plus basses qu'en altitude.

Mer de nuages liée à une inversion de température en hiver — Chartreuse — France



## Comment se forme un orage isolé ?

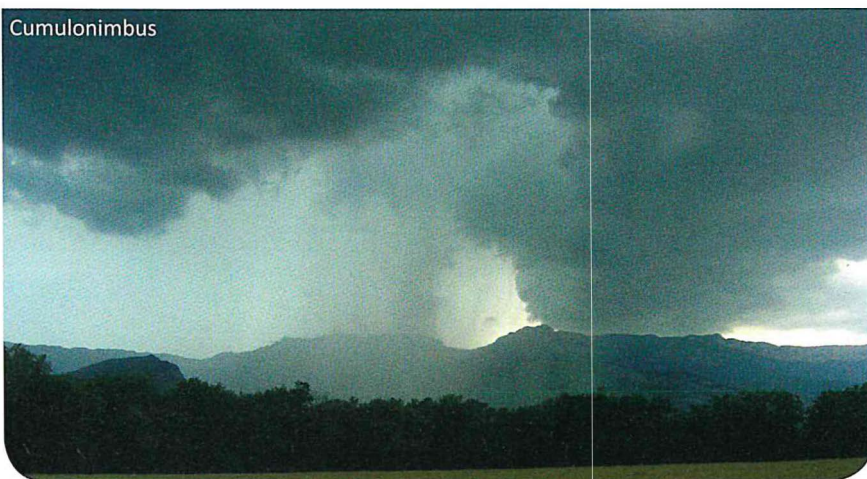
Les effets des orages en montagne peuvent être dévastateurs. Ils produisent des rafales, des chutes de pluie ou de grêle intenses, et souvent des impacts de foudre. L'unique responsable de tout cela est un nuage : le cumulonimbus. C'est le nuage qui a la plus forte extension verticale connue. Sa base se situe à quelques centaines de mètres du sol alors que son sommet culmine à 10 000 m dans les Alpes. Il peut contenir plusieurs milliers de tonnes d'eau et de glace et être parcouru par des flux d'air se déplaçant verticalement à plus de 100 km/h.

Les fronts froids des dépressions génèrent des cumulonimbus. Mais il existe des situations où ils peuvent se former de manière isolée, alors que le beau temps semble établi (on les appelle parfois orages de chaleur). La montagne de par sa topographie est un lieu qui favorise particulièrement la formation de ce type d'orages. Il est donc important de comprendre comment ils naissent et quels en sont les signes annonciateurs :

► Dans des conditions pourtant anticycloniques, des couches d'air fortement chauffées par les pentes et falaises exposées au soleil provoquent des ascendances marquées. Au sein de ces dernières, l'air chaud qui monte finit par se refroidir. La vapeur d'eau qu'elles contiennent se condense et donne

naissance à des nuages (cumulus). En se formant, ces nuages libèrent de la chaleur. Si la masse d'air est suffisamment humide, le réchauffement de l'air qu'elle provoque renforce l'ascendance qui peut ainsi capter de plus en plus d'air humide. Arrivée à un certain point, l'ascendance n'a plus besoin de chaleur pour continuer à grossir. Son carburant est devenu la vapeur d'eau qui fournit la chaleur. Avec cet apport d'énergie illimitée, elle peut maintenant à plus ou moins court terme se transformer en cumulonimbus.

► Par beau temps, pour qu'un cumulonimbus se forme, il faut que l'atmosphère soit chaude et humide. En Europe, cela se produit essentiellement durant la saison chaude qui va de fin avril à fin octobre.



Cumulonimbus

## Comment reconnaître la formation d'un orage isolé ?

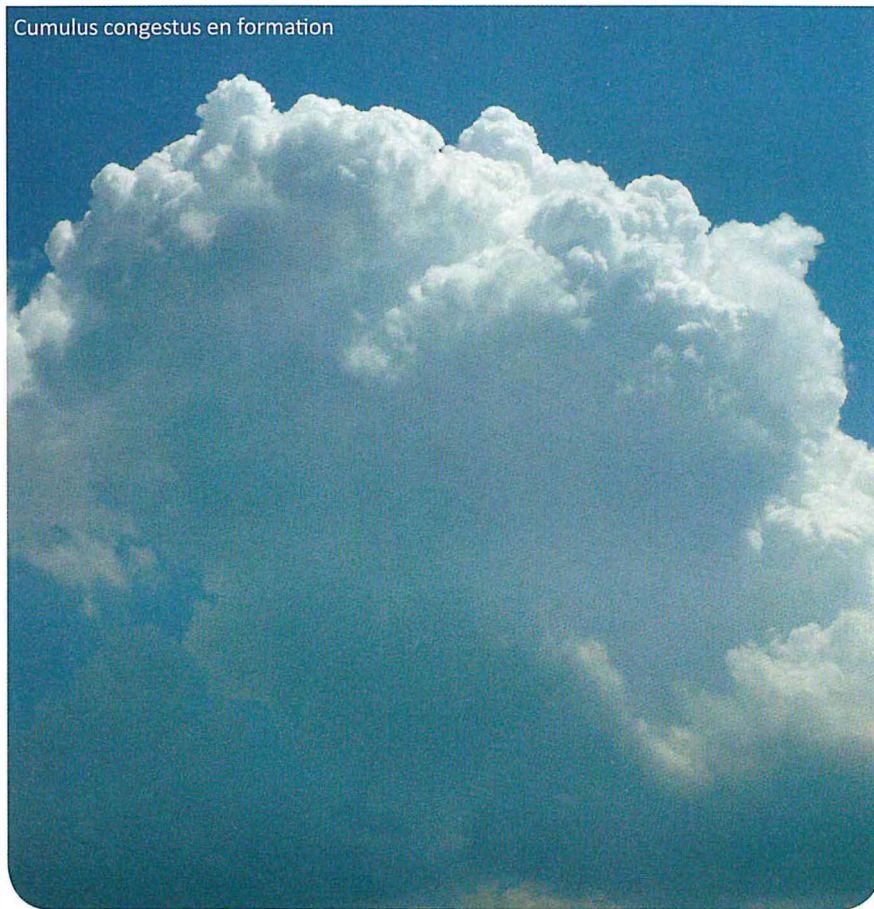
En été, la venue d'un orage isolé est assez facile à lire dans le ciel :

► Dès le milieu de la matinée (vers 10 h), de petits cumulus commencent à se former ; une observation régulière du ciel s'impose. Ces nuages ont tendance à s'agglomérer et à se développer verticalement, c'est le signe d'une forte instabilité favorable à la formation d'orages. Si, en début d'après-midi, ces ensembles nuageux forment des masses importantes très blanches, aux contours

pommelés et aux bases foncées, l'éventualité d'orages devient forte. Si maintenant ces nuages prennent l'aspect de forteresses entourées de tours s'élançant en altitude, il est temps d'envisager un repli.

► À l'inverse, si ces cumulus n'apparaissent qu'en début d'après-midi et si leur développement vertical n'est pas important le risque d'orage est limité.

Cumulus congestus en formation



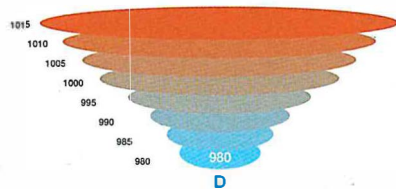
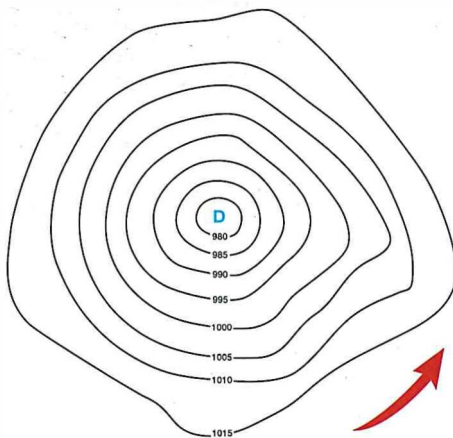


## Qu'est-ce qu'une dépression ?

Les dépressions sont des zones de circulation atmosphérique organisées autour d'un noyau de basse pression. Elles acquièrent cette dénomination lorsque leurs pressions sont inférieures à 1 015 hPa. Prenant plus facilement naissance sur les zones humides et chaudes de notre planète, elles sont formées d'air instable.

Elles sont caractérisées par :

- ▶ Un mouvement général de rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère nord et dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère sud.
- ▶ Un mouvement montant (ascendant) qui produit des vents convergents à leurs bases et divergents en altitude.
- ▶ Des vents plus forts que dans les anticyclones et parfois en rafales.
- ▶ Une forte humidité puisque les dépressions sont composées d'air chaud.
- ▶ Une forte nébulosité (ciel couvert de nuages) et si elles sont actives, des précipitations.



On peut visualiser la répartition des pressions dans une dépression comme une montagne renversée. Sa pointe représenterait les plus basses pressions.

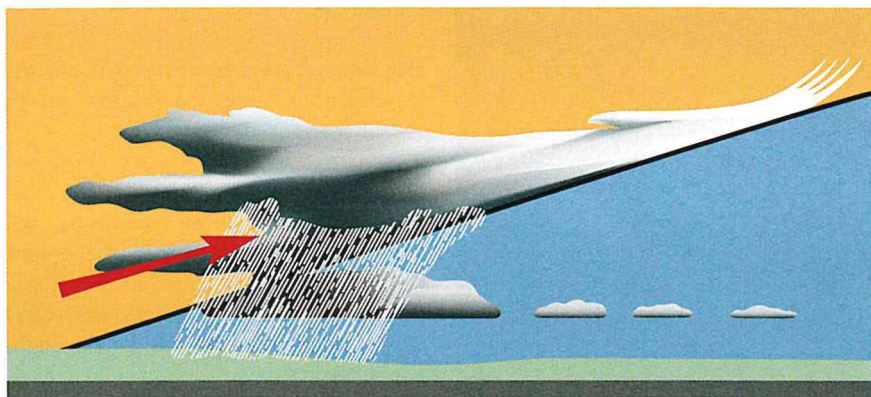
## Que se passe-t-il au cœur d'une dépression ?

Au cœur de la formation des dépressions, il existe principalement deux situations :

### Le front chaud

Dans le cas le plus fréquent, c'est la masse d'air chaud qui pousse la masse d'air froid (mais plus lentement que dans le cas suivant). La pente de la masse d'air chaud est beaucoup plus douce. L'air chaud se soulève lorsqu'il rencontre l'air

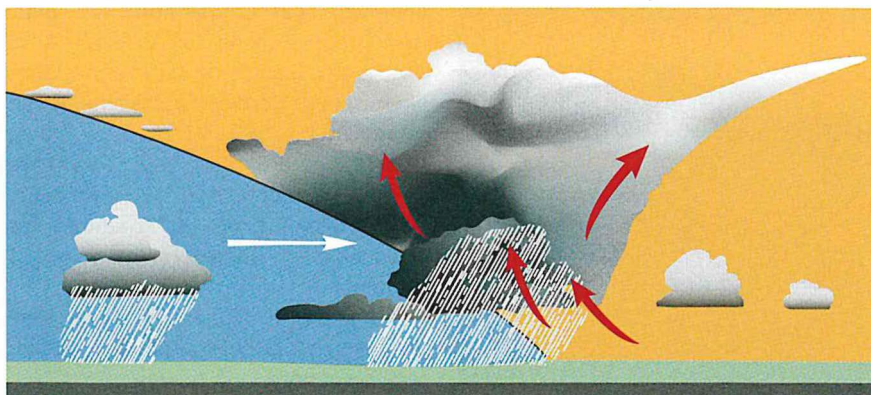
plus frais en avant de la dépression. Ce mouvement vertical lent provoque la création de nuages stratiformes et entraîne des précipitations plus faibles mais plus régulières que les fronts froids.



### Le front froid

La masse d'air froid pousse la ligne de front. Dans ce cas, les précipitations peuvent être fortes puisque l'air chaud et humide se trouve soulevé par l'air froid. Ce mouvement vertical de l'air est

souvent la source d'une ligne d'orages. Ce soulèvement de l'air se fait brusquement puisque la pente avec laquelle la masse d'air froid avance est forte.



## Que se passe-t-il à l'arrivée d'un front chaud ?

La venue d'une dépression est synonyme de mauvais temps. Si elle est très active, elle peut provoquer sur des massifs entiers, des baisses brutales de température, du vent parfois violent, et bien sûr des précipitations de pluie ou de neige... L'arrivée d'une dépression est annoncée dans le ciel par une succession de différents nuages.

Altostratus annonciateurs  
d'un front chaud.



Voici la description de l'arrivée d'un front chaud :

► Les cirrus (nuages à l'apparence filandreuse) sont les premiers signes visibles dans le ciel.

Si la venue d'une dépression se confirme, les différents types de nuages qui se succèdent sont :

► Les cirrostratus (voile blanc masquant légèrement le soleil) et les cirrocumulus (en forme de moutons) qui commencent à diminuer partiellement l'ensoleillement.

► Les altostratus qui forment des voiles denses donnant au ciel une ambiance de « jour blanc ».

► Les stratus et les nimbostratus (nuages gris et étendus) finissent par assombrir le ciel et annoncent l'imminence de la pluie.

Le passage d'une dépression a une action sensible sur la force et la direction des vents :

► L'arrivée d'une perturbation est annoncée par l'apparition de vents. Dans les régions de climat tempéré, ils sont généralement de secteur sud dans l'hémisphère Nord et plutôt en rafales en montagne.

► La force de ces vents augmente lorsque la dépression se rapproche. Cette augmentation est d'autant plus marquée que la dépression est intense et profonde.

► L'éloignement d'une dépression s'accompagne d'un vent soutenu qui s'établit au secteur nord.



## Que se passe-t-il à l'arrivée d'un front froid ?

L'arrivée d'un front froid, pour être détectée, demande de l'attention. Il est cependant important de le comprendre, car il peut présenter plus de danger qu'un orage isolé. Un front froid est capable, en soulevant l'air chaud qui se trouve devant lui, de former une chaîne de cumulonimbus. Contrairement aux orages isolés, l'énergie qui met en œuvre ces cumulonimbus n'est pas fournie par la chaleur du soleil, mais par la confrontation de deux masses d'air de nature différente. Les orages qui en sont issus peuvent donc avoir une force et une durée bien plus importantes.

En été, des pluies torrentielles peuvent rendre précaires les plus simples déplacements en montagne. Tandis qu'en hiver, les hauteurs de neige récoltée et le travail du vent peuvent rendre le manteau particulièrement instable. La chute de température durant ce type d'épisode peut être très importante (jusqu'à  $-20^{\circ}\text{C}$ ). Après son passage, la perturbation laisse place à un ciel de traîne animé par un vent du nord qui apporte normalement du beau temps.

### Les signes annonciateurs de l'arrivée d'un front froid :

De l'air ambiant qui donne une sensation d'humidité (air moite l'été), et des températures relativement élevées.

► Une mauvaise visibilité dans les lointains (effet de brume), bien que le ciel soit dégagé.

► En direction de l'ouest et en altitude, une ligne de nuages élevés cumuli-formes, surmontée de nuages d'aspect fibreux. Elle se déplace vers l'est avec plus ou moins de vitesse (rapide si la perturbation est très active).

► Un vent du sud chaud qui commence à forcir.

Si chacun de ces signaux est présent, la probabilité de l'arrivée d'un front froid dans les prochaines 12 heures est forte. Cette tendance se confirme quelques heures après, avec la formation de cumulus dans un ciel où le soleil apparaît maintenant voilé.

Altostratus et cumulus annonciateurs d'un front froid.



## Comment interpréter le bulletin météo ?

En Europe ainsi qu'en Amérique du Nord, les pratiquants disposent de bulletins météo assez fiables sur une période d'environ trois jours. Au-delà, l'instabilité des masses d'air peut compromettre le succès des prévisions.

Avant une sortie en montagne, il faut connaître les prévisions météorologiques si elles sont disponibles. L'arrivée du mauvais temps ou une situation instable doit conduire à renoncer ou changer d'objectif. Voici comment interpréter un bulletin météo :

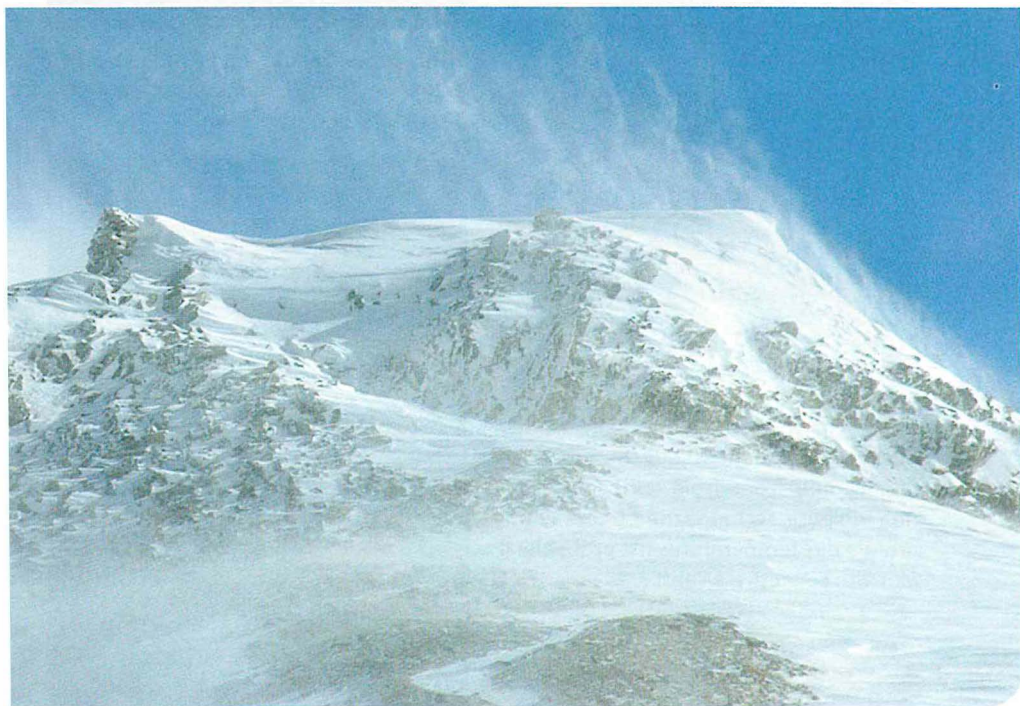
► Noter dans un premier temps toutes les informations sur la visibilité (ciel ensoleillé, partiellement nuageux, très nuageux) et les précipitations (faibles, intermittentes, abondantes).

► L'altitude de l'isotherme 0° fournit des renseignements précieux :

- Si, en été, l'iso 0° se situe entre 4 000 et 4 500 mètres dans les Alpes, c'est le signe de beau temps en montagne. Si l'atmosphère est sèche et stable, le rayonnement nocturne encourage de bonnes conditions de regel pour la pratique de l'alpinisme. Par ciel dégagé, la neige mouillée gèle environ 1 300 mètres sous l'altitude de l'iso 0°.
- Si, en été, l'iso 0° passe sous les 3 000 mètres c'est vraisemblablement l'annonce d'un temps instable.
- La neige tombe et tient environ 300 mètres sous l'iso 0°.

► La force et la direction du vent doivent retenir l'attention. Un vent fort après une période de beau temps indique souvent l'arrivée d'une perturbation. Dès 30 km/h, le vent en montagne retarde la progression et augmente le risque de chute de pierres ou de corniches. Il est aussi à l'origine de déplacements de neige qui peuvent former des plaques (risque d'avalanche accru).

► Noter enfin l'évolution du temps prévu sur trois jours (stabilité, amélioration, dégradation).





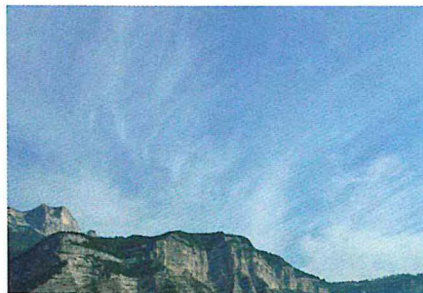
## Comment évaluer les changements de temps sur le terrain ?

L'arrivée du mauvais temps modifie toujours l'aspect du ciel. Apprendre à reconnaître les signes précurseurs d'un changement de temps permet souvent de se mettre à l'abri avant l'arrivée d'une perturbation ou d'un orage.

▮ Les cirrus, nuages en forme de filaments indiquent une augmentation de l'humidité en altitude. Une perturbation est peut-être en train d'arriver.



▮ Si les cirrus se multiplient et forment un voile sur le soleil ou la lune, la perturbation se confirme.



▮ Des cirrus suivis d'une barrière de nuages indiquent souvent l'arrivée rapide d'un front froid. Une perturbation violente accompagnée d'une chute brutale des températures est probable. Il faut vite se mettre à l'abri.

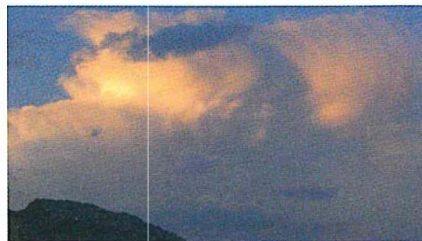
▮ Un nuage en forme de soucoupe chapeaute les plus hauts sommets. Il s'agit d'altocumulus lenticulaires indiquant des vents forts en altitude. Si ces nuages s'étendent à d'autres sommets, une aggravation est probable dans les heures à venir.



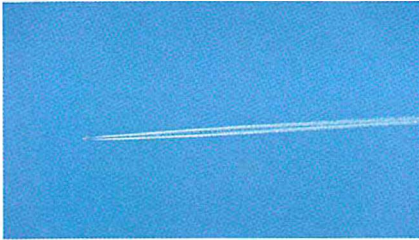
▮ Des petits cumulus dans un ciel bleu en début de journée annoncent peut-être des orages pour l'après-midi.



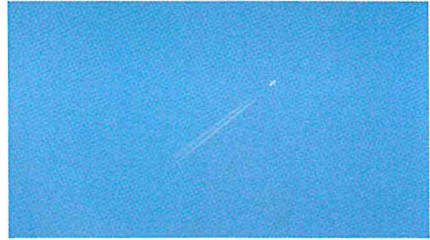
▮ Des cumulonimbus indiquent l'arrivée imminente d'un orage.



► Les traînées des avions s'allongent et s'étendent : l'humidité s'accroît en altitude. Une détérioration est possible.



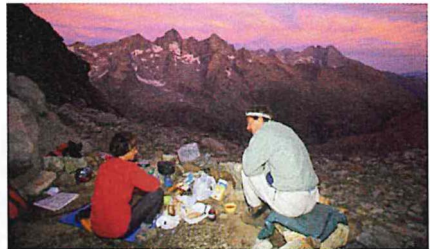
► Les traînées des avions se dissipent en ne laissant aucune trace : l'air est sec. Le beau temps va se maintenir.



► Lever de soleil rouge : le mauvais temps arrive de l'ouest. Dégradation possible.



► Coucher de soleil rouge : le mauvais temps s'en va vers l'est. Amélioration probable.



► La visibilité se réduit : l'air devient humide. Une détérioration du temps est possible.



► La visibilité s'améliore en montagne : l'air est sec. Le temps est stable.



► L'altimètre monte, bien que l'on ne change pas d'altitude. Cela signifie que la pression baisse : le temps risque de se détériorer.

► L'altimètre descend, bien que l'on ne change pas d'altitude. Cela signifie que la pression augmente : le temps va s'améliorer.

