

# DU CUMULUS AU CUNIMB

IL Y A 15 ANS, CHRISTOPHE VAILLANT AVAIT ÉCRIT UN ARTICLE CULTE SUR LES CUMULO-NIMBUS. REVOICI CE MORCEAU CHOISI, SUIVI D'UN COMMENTAIRE DE GUY SENNEQUIER. NOUS AVONS ÉVOLUÉ... PAS LES NUAGES !

## NAISSANCE D'UN THERMIQUE.

Le cumulus est le symbole même du nuage et sa représentation peut être sommaire : il faut partir dans l'idée de dessiner un mouton bien laineux, en se sentant dispensé et soulagé par avance d'avoir à reproduire les morceaux de bravoure que sont la tête et les pattes. Facile ! En quelques volutes plus ou moins rebondies, le ciel reçoit ainsi un caractère affirmé et vivant.

Le cumulus, comme la partie visible de l'iceberg, est le sommet matérialisé d'un mécanisme qui prend sa source sur ce sol même où nous nous agitons. Quand l'atmosphère est limpide, les rayons du soleil échauffent le sol avec ardeur et la vitesse d'échauffement du sol est fonction de sa nature, de sa couleur. Une terre sombre va vite absorber beaucoup de chaleur alors qu'une surface claire va réfléchir une bonne partie du rayonnement solaire. L'air, lui, s'échauffe au contact du sol.

Depuis les frères Montgolfier, tout le monde sait que l'air chaud est léger et monte (aussi bizarre que cela paraisse, il est évident pour beaucoup moins de monde que l'air froid est lourd et descend). L'air chaud ne quitte pas le sol n'importe comment et n'importe quand. D'abord il s'accumule (relativement à la conformation de ce sol). Il faut que son volume induise une légèreté plus forte que les milliards de petits bras d'air qui enlacent les tout aussi nombreux cailloux d'un pierrier. Il faut que cette couche chaude soit suffisamment épaisse pour que la force de sa légèreté l'arrache du champ de blé qui le retient comme du velcro s'agrippe aux boucles d'un lainage. Quand la quantité QSP est

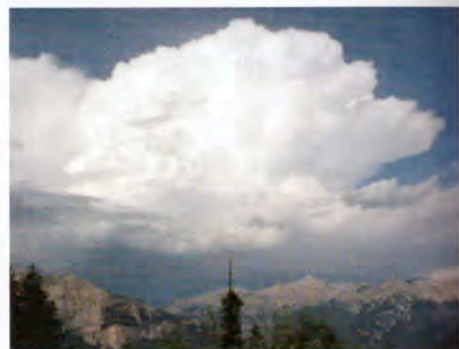
atteinte, la couche d'air se libère et s'élève puissamment en prenant la forme d'une grosse méduse, d'une bulle d'air se dirigeant vers la surface de l'eau, escortée de chapelets de bulles plus petites. Vous venez d'assister à la naissance d'un thermique.

## CAPRICE AMÉRICAIN

Ce départ soudain d'air chaud vers le haut ne laisse pas le vide derrière lui : le vide est une notion qui n'existe pas à l'état naturel. Immédiatement la dépression créée est comblée par un afflux d'air froid qui à son tour va s'échauffer, et ainsi de suite. Ce phénomène est tout à fait cyclique et il est possible d'en mesurer la régularité chronométrique. À quelques secondes près, l'intervalle est toujours le même entre deux de ces courants d'air thermiques. Cependant, un déclenchement d'ascendance peut être provoqué avant terme par un facteur perturbateur, le passage d'une voiture par exemple.

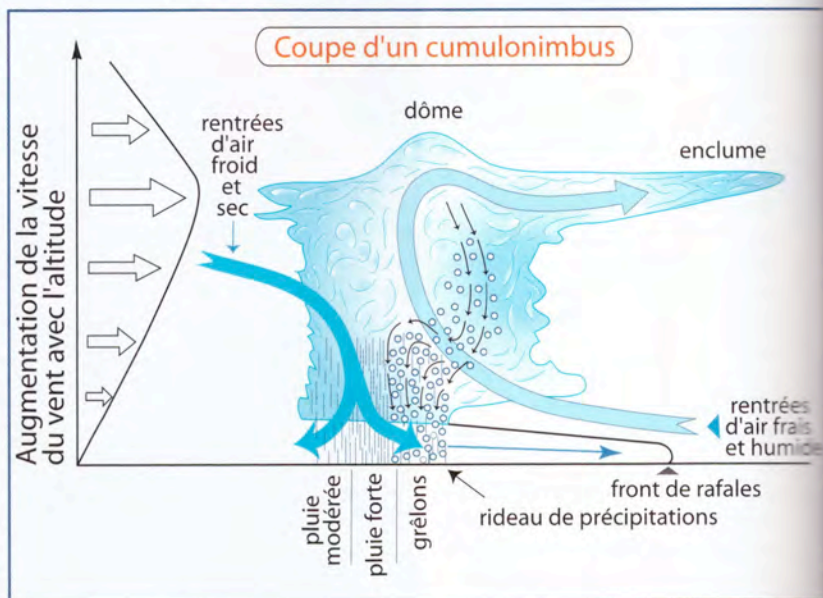
Je garde précieusement le souvenir d'une histoire lue où il était question des vacances d'un couple américain particulier : un pilote de planeur et son épouse suffisamment dévouée pour accepter de rouler à une vitesse strictement égale sur les dizaines de kilomètres de routes parfaitement rectilignes d'une plaine à blé. Après avoir fait décoller son mari en tractant son planeur derrière l'auto, elle le larguait à quelques dizaines de mètres du sol, puis

elle ramassait le câble tracteur et, vite, entamait son overdose de paysage uniforme. Le simple déplacement de l'auto au milieu des champs de blé sans fin, ouvrait comme le chariot d'une fermeture éclair, le manteau d'air chaud agrippé à la céréale écrasée par la canicule. Au ras de la ligne télégraphique qui suivait le même itinéraire, le mari faisait le guignol dans son aéronef, en retrait de la voiture, et à la même vitesse, surfant



## Photos

Ces deux photos ont été prises le 9 juin 2003 depuis Puy Saint Vincent (près de Briançon), à 28 minutes d'intervalle. Sur la première, prise à 16 h 21, au centre de la photo il ne s'agit encore que d'un gros Cumulus Congestus, mais le nuage en forme d'enclume que l'on voit sur la gauche de la photo montre que l'évolution en cunimb est déjà en cours dans le même massif. La seconde photo, prise à 16 h 49, montre que le Congestus de la précédente photo a évolué en Cunimb, bien reconnaissable avec son enclume composée de cristaux de glace (d'où l'apparence fibreuse). Cette fois, il est assez gros pour donner lieu à une averse, donc à un fort courant descendant... et probablement à un bon coup de vent dans la vallée de Briançon (front de rafale).



pendant des heures sur ce sillage d'air chaud qui, dérangé, prenait régulièrement son envol.

Air chaud, oui, mais à partir de quelle température l'air est-il chaud ? Il n'y a pas de température de référence ! L'air est considéré comme chaud quand il est

plus chaud que l'air environnant, ce n'est qu'une question de relativité. De l'air à  $-15^{\circ}$  est beaucoup plus chaud que de l'air à  $-25^{\circ}$ .

Ascendance thermique, oui, mais à quelle vitesse ? Relativité encore ! Plus il y a de proximité entre des couches d'air superposées



à des températures différentes, plus les échanges verticaux seront rapides et violents. 25° à 1 000 m et 10° à 2000 m. (soit plus de 1° d'écart pour 100 m. de dénivélé) et vous verrez le sourire des parapentistes.

Monter, oui, mais jusqu'où? La bulle d'air chaud monte tant que l'air environnant est plus froid qu'elle. Durant son ascension, sa température va diminuer pour tendre à s'équilibrer avec l'environnement direct. La vitesse d'ascension va donc diminuer jusqu'à l'arrêt complet.

### ET LE CUMULUS DANS TOUT ÇA ?

L'air est plein d'eau sous différents états. À l'état gazeux, la vapeur d'eau est invisible dans l'air, mais il faut savoir que l'air chaud peut contenir davantage de vapeur d'eau que l'air froid. Le thermique parti du sol souvent humide, monte et se refroidit progressivement jusqu'au "point de condensation", température à laquelle la vapeur d'eau gazeuse et invisible se condense par saturation, et devient visible sous forme de brouillard. De loin et de profil, les cumulus semblent être de grands navires blancs à fond plat et un peu

peu différente. Bien avant de rentrer dans la matière opaque du nuage, tels des génies qui sortent de leur bouteille pour ceux qui ont eu l'occasion d'en voir, de longs filaments fins, presque un peu gras, apparaissent et s'épaississent : les barbules. C'est un spectacle d'un autre monde que de naviguer entre ces barbules se déformant en silence et avec indolence, accrochées à ce qu'il est difficile de ne pas ressentir comme un plafond.

### L'ENFER EST DANS LE CIEL

Un cumulonimbus est un cumulus qui a mal tourné. Prenons une belle fin de matinée d'été : chaleur massive, ciel bleu et bronzage généralisé ; au-dessus des pentes exposées au levant, quelques cumulus humilis fleurissent et disparaissent nerveusement ; quelques initiés chronométrent les intervalles entre chaque courant d'air ; malgré la canicule de fond de vallée, le bulletin météo a signalé une forte instabilité et en particulier une isotherme 0° à une altitude assez basse ; les premiers parapentes bouchonnent près du couloir où ils traquent les thermiques ; le vent de vallée se lève ; le ventre des cumulus est de

des briques ! Par dessus les chaînes de montagnes, on aperçoit les cumulus issus des vallées avoisinantes qui se développent très verticalement, hautaines citadelles de vapeur très blanche sur le bleu franc du ciel qui devient de plus en plus morcelé...

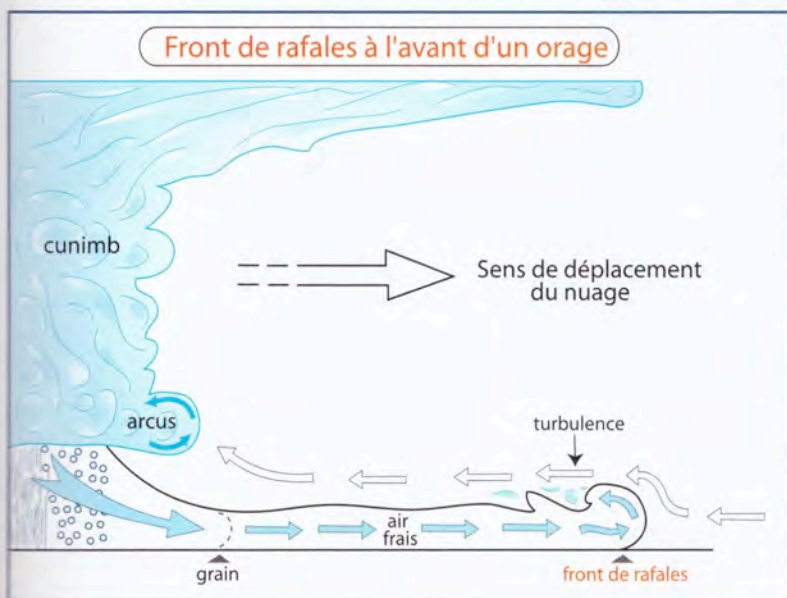
### ÇA POMPE DES BRIQUES

Les événements peuvent très bien se stabiliser là, les nuages peuvent encore se dégonfler, se dissoudre, se diluer lentement et dévoiler en fin de journée un ciel limpide de soleil couchant... Mais voilà, ces cumulus ont tellement poursuivi leur congestion galopante vers le haut (10 000, parfois 15 000 mètres !) que la vapeur de leur sommet se cristallise en paillettes de glace et que le bleu des derniers coins de ciel visible se ternit, se voile... C'est le signe indien : le cumimb est là. En cet instant, tout ce qui vole doit retrouver de toute urgence la condition de rampant. Oui, je sais, c'est dommage, ça monte fort et de partout sans rien faire, la proximité de l'enfer est souvent enthousiasmante, mais gare ! Quand il est trop tard, il n'y a plus de rémission.

scoop, une première : la visite en direct de l'intérieur du cumimb, de l'enfer systématique, pendu aux suspentes d'un parapente, parce que c'est le système volant qui semble le plus vulnérable à ce genre de nuage, parce que le moins rapide à pouvoir s'en éloigner à temps...

*"C'est parti tout seul, vent fort de face au décollage, départ en un pas et immédiatement ça monte ferme vers le plafond plombé... c'est même pas turbulent, ouah le pied ! Je vois le décollage tout petit en dessous. Je croise un delta dont le pilote me fait des signes : il doit être fumasse de me voir monter plus haut que lui... Punaise, ça commence à cailler par ici, fait humide ! Bon, je vais m'écarter du nuage pour aller au soleil, de l'autre côté de la vallée, j'ai assez de gaz pour la traverser, les copains vont être malades... Mais ça n'avance pas vite... brrr !*

*Froid sous ce plafond ! Ça fait un moment que je traverse des morceaux de nuages... Mais je suis vachement haut : quand j'aperçois le sol dans une trouée, je ne reconnais rien, j'ai dû dévier. Ça y est, je suis dans le nuage : ambiance glauque et humide, perdu le Nord, le silence n'est pas le même... hep, mais ça se met à tabasser maintenant... Ma voile vient de fermer deux fois de suite, chutes... mouvements brutaux de balancier... ouh, mais c'est pas souple ! J'ai le vertige, l'impression d'avoir parfois la tête en bas, d'être une boule du loto dans une sphère opaque et réfrigérée. J'ai l'onglée... c'est où la sortie ? Les sangles de la sellette me font mal à force d'être secoué. Oh non ! Voilà que ça givre maintenant : il y a des drappeaux de givre sur toutes mes suspentes. Bon, j'en ai marre, vraiment marre, je décroche, n'importe quoi pour descendre, c'est intenable. Quelle altitude ? Je me fais passer à tabac, impression d'être dans une essoreuse. Je n'y vois plus rien. Sais plus où je suis, sens plus mes mains, mes pieds, envie de me rouler en boule. Je vais vomir, m'évanouir, ça brasse trop fort, pitié ! "*



sombre, ce fond situant l'altitude du point de condensation. De près, en spirant pour se maintenir dans la colonne ascendante selon une technique directement copiée par-dessus l'épaule de l'oiseau moyen, tout ce qui vole sans moteur voit apparaître le cumulus d'une manière un

plus en plus foncé ; ils se congestionnent à l'œil nu, bourgeonnent vers le haut, se rejoignent et s'allient par le bas pour plonger toute une partie de la vallée dans l'ombre ; certains parapentes semblent rapetisser... mais oui, ils prennent de l'altitude eux aussi. Ça pompe

de loin et de haut, un cumimb ressemble tout à fait au champignon mortel d'une explosion atomique qui se serait cognée à haute altitude à un plafond invisible contre lequel il s'étalerait en prenant cette forme caractéristique d'enclume.

Un cumulonimbus peut être "calvus" ou "capillatus", simple différence de costume entre le tigre et le léopard... le danger objectif est le même. Les avions de ligne contournent et évitent comme la peste les cumimbs qu'ils ont

localisés de loin sur leur radar, et ceci pas seulement parce que cela pourrait perturber la dégustation du champagne à bord.

### DANS UNE ESSOREUSE

Au sol, sous le cumimb, il y a de l'orage dans l'air. Un envoyé spécial cinglé va vous offrir un

Arrêtons ici la fiction dramatique car la réalité est sûrement encore plus rude. À l'intérieur du cumimb, des courants contra-



dictoires allant à plus de 150 km/h s'affrontent, se heurtent, de quoi cisailier un Boeing. L'obscurité est quasi totale. La température descend à  $-30^{\circ}$ , parfois pire. Un univers glacé, sans référence visuelle, dont l'axe de pesanteur bascule radicalement à chaque seconde... Les quelques parachutistes ayant sauté d'avions en perte dans ces conditions ont été retrouvés congelés, œdèmes pulmonaires foudroyants, leur mouchard d'altimètre témoignant d'altitudes inhumaines (+ de 10000 m)... et ce traitement a pu durer au-delà d'une heure!

La prochaine fois qu'il grêle, ramassez un grêlon et coupez-le en deux avec un couteau pour voir apparaître la superposition de couches concentriques de glace opaque. Cela signifie que ce petit grêlon a subi, dans les courants internes du cunimb, autant d'allers-retours verticaux entre 5000 et 12000 mètres d'altitude et autant de givrages successifs et superposés. Vous imaginez un homme dans ces conditions? L'enfer, je vous dis. D'autant que je garde pour la fin la manifestation la plus infernale que porte en lui un cunimb: la foudre!

## LE PIRE, LA FOUDRE

Tous ces frottements d'air à l'intérieur du cunimb engendrent des différences de potentiel au-delà de l'entendement. Entre la base du nuage, chargée négativement, et le sol positif, la différence de potentiel atteint 300 millions de volts. Ce sont ces écarts dingues qui dressent tout droit tout ce que vous avez de poils sur le corps, font vibrer ces milliards d'abeilles autour de vous, apparaître des étincelles sur tout ce qui est conducteur: la décharge cherche son passage. À la moindre amorce, le phénomène se déclenche par bonds

successifs de quelques microsecondes, ce qui donne cette allure de ligne brisée à l'éclair... Le tonnerre, lui, naît de l'éclair qui chauffe à  $30000^{\circ}$  le canal d'air qu'il emprunte, qui le fait se dilater violemment (pression:  $100 \text{ kg/cm}^2$ ) et crée ainsi une formidable onde de choc qui va s'amortir et se transformer en onde acoustique. Le tonnerre se manifeste souvent en roulement parce qu'un éclair peut mesurer jusqu'à 20 km de long et l'onde acoustique dans l'air ne nous parvient qu'à 330 m par seconde, d'où l'étalement sonore d'un phénomène quasi instantané. ■

## COMMENTAIRES DE GUY SENNEQUIER

16 ans après, ce texte est toujours aussi parfait. Et le cunimb représente toujours un grand danger pour les pilotes malgré les progrès effectués dans les techniques de descente rapide. En général, le courant ascendant à l'avant de l'orage est puissant mais assez calme... Par contre, la zone de cisaillement avec le courant descendant est terriblement turbulente. Et il y a également une forte turbulence au niveau de ce que l'on appelle le "front de rafales".

Le texte ci-dessus ne fait pas mention du front de rafales, mais après le risque d'aspiration, c'est peut-être le phénomène le plus dangereux pour nous. Il s'agit de l'étalement au sol de la véritable cascade d'air froid de la descente, renforcée par l'averse de pluie ou de grêle. Cet air froid s'échappe dans toutes les directions, mais principalement dans celle où le vent météo le pousse. Il entre ainsi en conflit avec l'air réchauffé au contact du sol et favorise le déclenchement d'une vaste zone ascendante, qui régénère le cunimb. Cette zone de conflit entre air chaud/air froid (l'air chaud est aspiré par le cunimb, l'air froid s'en échappe) est le siège de fortes turbulences et de rafales (d'où le nom de "front de rafales"). Pour un parapentiste qui se sentirait aspiré par un cunimb, la descente d'urgence qui s'impose pourrait le condui-

re à traverser cette zone de forte turbulence puis à tenter de se poser avec un vent très fort et rafaleux provenant de la partie la plus noire du cunimb, donc généralement de direction contraire à celle observée quelques centaines de mètres au-dessus! Dans certaines vallées encaissées (la Haute Durance par exemple), ce front de rafales peut se trouver canalisé et accéléré, arrivant ainsi pratiquement en même temps que les premiers Cirrus de l'enclos du cunimb. Cela se traduit par un renforcement du vent remontant la vallée (brise montante + front de rafales) et ça peut être gênant si vous êtes encore en vol de pente, surtout si vous vous attendiez au "calme avant la tempête" souvent décrit dans les ouvrages de vol libre... et que l'on constate effectivement souvent en plaine ou sur les pré-massifs.

**La formation de la grêle**, décrite dans l'article de Christophe Vaillant, est à présent expliquée différemment. Plutôt qu'une succession d'allers-retours entre le haut et le bas du nuage, un coup dans l'ascendance puis dans la descente, l'hypothèse actuelle est celle d'un séjour prolongé des grêlons en formation dans un courant ascendant unique mais incliné vers l'arrière du nuage. Ainsi, les grêlons qui se forment dans le courant ascendant à l'avant du nuage commencent d'abord à prendre de l'altitude, du poids... ils perdent un peu d'altitude lorsque leur vitesse de

chute dépasse la vitesse d'ascendance... mais ils tombent alors vers le cœur du courant ascendant, là où la vitesse verticale est maximale (jusqu'à 30 m/s, parfois 50 m/s d'après certaines mesures par avion et radar... de quoi faire exploser le vario!). Ainsi, les grêlons peuvent rester plus longtemps en sustentation dans le nuage, en changeant plus ou moins d'altitude au gré de la force de l'ascendance et de leur vitesse de chute, d'où les couches concentriques de glace observées. Pour un parapentiste, cette subtile évolution de la théorie est sans grand intérêt... mais cela laisse imaginer ce qu'il adviendrait d'un parapentiste en plein cunimb et en cours de "glaciation"! S'il tentait une échappatoire par le bas dans une ascendance inclinée, il serait confronté à une ascendance de plus en plus forte... et il finirait en énorme grêlon! En théorie, il vaudrait donc mieux fuir par les côtés.

Face à un tel danger, la seule attitude raisonnable est de ne pas traîner en vol lorsque l'on reconnaît un cunimb en formation à moins de quelques kilomètres (et dans le Briançonnais, c'est plutôt dès une dizaine de kilomètres à la ronde!). Cette reconnaissance visuelle est capitale, car ces nuages sont, encore actuellement, imprévisibles par la météo. En effet, ils sont au-dessous de la maille (la précision) de nos simulations numériques... mais il y a de l'espoir car la prévision progresse.

Depuis quelques années, nous disposons de nouvelles informations donnant la position d'anomalies à haute altitude, au niveau de ce que l'on appelle la "tropopause dynamique". En gros, la connaissance des zones de fort abaissement de la tropopause permet de mieux comprendre et prévoir l'activité des perturbations ainsi que certaines évolutions orageuses. Il est également possible de prévoir l'apparition de certains fronts orageux de plusieurs dizaines de kilomètres (notamment en région méditerranéenne). Mais la grande avancée est prévue pour 2008, avec la mise en service d'un nouveau modèle de simulation du temps (baptisé "Arôme") dont la maille sera très fine (5 km) et qui prendra mieux en compte les phénomènes qui se produisent dans les nuages. Il deviendra alors possible de prévoir, quelques heures à l'avance, l'apparition des plus grosses cellules orageuses... En attendant soyez prudents, ouvrez bien les deux yeux et méfiez vous des grands méchants cunimbs!

**N.B.:** Pour vous aider à mieux connaître et reconnaître ces nuages orageux, Guy va prochainement mettre un diaporama sur le site de Denis Flamand (<http://meteo.deltafox.net/>), sur lequel on trouve déjà un cours complet d'aérogologie et d'utilisation des émaigrammes (chercher tout en bas de la longue page d'accueil, au chapitre "liens", ligne "support de cours météo et vol à voile"). ■