

Tanz mit den Wellen

von Jean-Marie Clément (topfly.free.fr)

Vorbereitung und Durchführung langer Streckenflüge unter Ausnützung dynamischer Phänomene, Hangwind, Zusammenfließen von Luftmassen, Wellen und Anderem

23. März 2003

Vorwort

Diese Publikation ist eine Sammlung von Vorschlägen und persönlichen Ideen des Autors- Früchte von mehr als vierzig Jahren Erfahrung und angewandter Forschung - deren Ziel es ist, integrierender Bestandteil der theoretische Kenntnisse zu sein, die sich jeder Pilot notwendigerweise aneignen muss, um fähig zu sein, große komplexe Flüge unter Starkwindbedingungen durchzuführen.

Wünschenswert wäre es, im Voraus folgende Werke gelesen zu haben:

Manuel du Pilote de Vol à Voile (Handbuch des Segelfluggpiloten)
Meteorologia per i piloti di Vola a Vela, Plinio Rovesti (Meteorologie für Segelflieger)
Streckenflug, Helmut Reichmann
En planeur au-dessus les Alpes, SEIDEC, Chambourcy (Segeln über den Alpen)

Zusätzlich empfehlenswert:

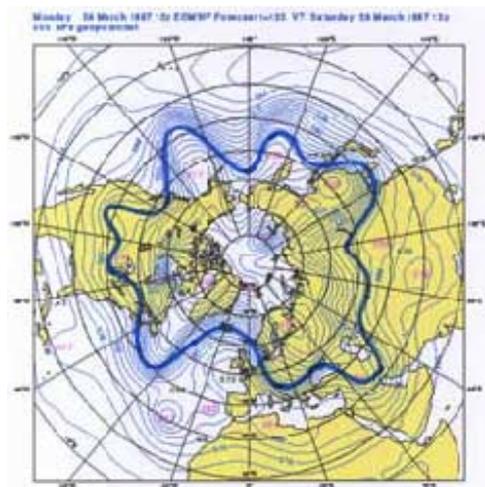
Il Monti dal Cielo, Cesari Balbis
Segel über den Alpen, Jochen Kalckreuth
Che tempo fara,Edmondo Bernacca
Il Vento e il Tempo, Mario Giulacci
Sport Estremi dell'aria, Vincencino Siani
Prevedere il Tempo con Internet, Mario Giulacci

Kapitel 1

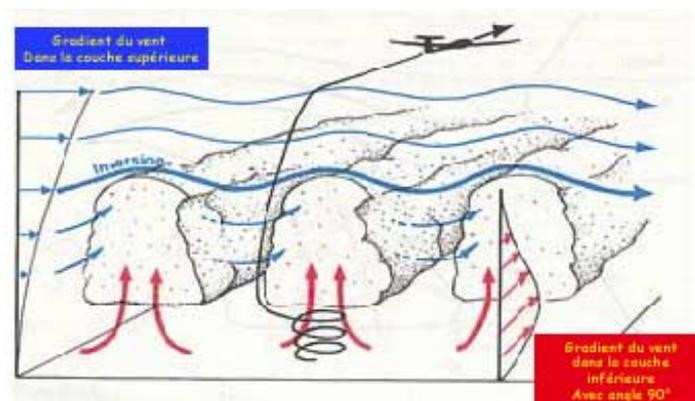
Dynamik = Wind + Hindernis(Sichtbar oder nicht)

- Synoptischer Gradientwind: Druckdifferenz zwischen zwei Zonen
 - Nutzung im kontinentalen Maßstab: Hoch und Tief
 - Warum Wind: Vorhersage- Internet- Identifizierung- Wiederholbarkeit
 - Nutzung des Windes im lokalen Maßstab
 - Thermischer Wind, Konfluenz, Thermo- Onda, Konvergenzen, Reibung von Luftmassen. Interaktionen Windgradient, Wind und Sonne. Blockaden. Dynamische lokale Bewegungen am Rand eines Hanges.
 - Der Wind, ein zweiter Wind und die Sonne: Thermo-Onda oder Konvektionswelle

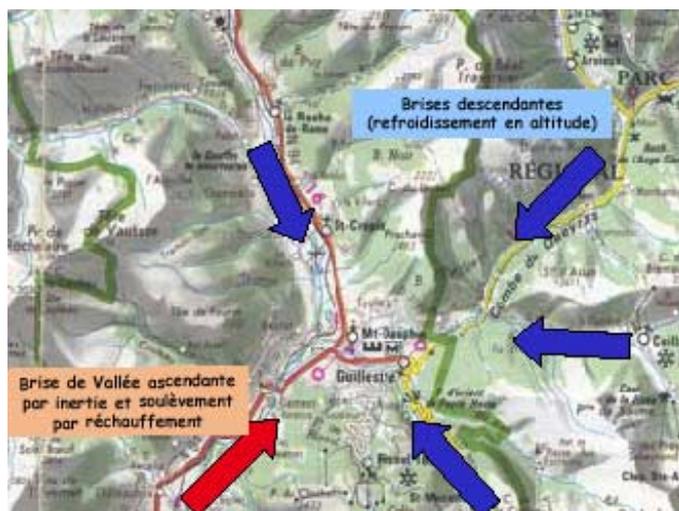
- Das Hindernis kann fix sein(Relief) oder „flüssig“(Winde, Luftmassen)
 - Zusammentreffen zweier Winde zusammenlaufender Täler
 - Zusammenfließen zweier Winde von zwei verschiedenen Abhängen eines Kammes, wenn die Luftmassen unterschiedlich feucht sind
 - Kollision zweier Luftmassen in Bewegung



5 Tage Vorhersage 500mb Ebene, 28.3.97, Polarsicht



Mit dem Wetter Segelfliegen!!



Zusammentreffen absteigender Talwinde und eines durch Aufheizung aufsteigenden Talwindes

Kapitel 2

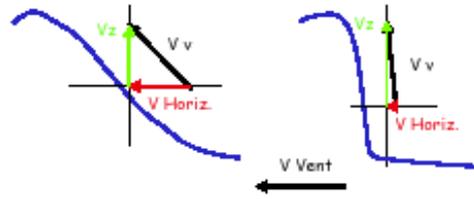
Hangflug im Streckenflug

- Typen ausnützbarer Zonen:

- Bedeutung der Steilheit einer Wand:

- Je steiler die Wand, desto schwächer die(gefährliche) horizontale Windkomponente
- Je steiler die Wand, desto stärker und regelmäßiger ist das Steigen, desto geringer das Risiko, die Geröllhalden zu touchieren
- Wellige und leicht geneigte Abhänge bergen Gefahren und bieten keine regulären Aufstiege.

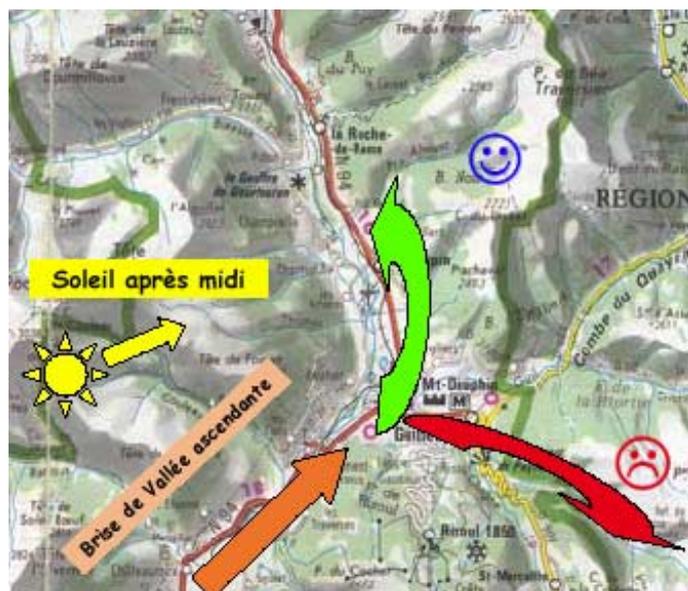
- Hochplateaus und Flachstücke meiden



- Drehrichtung des Hanges(in der nördlichen Halbkugel):

- Das Coriolis –Gesetz wird in Übereinstimmung der Windrotation am Hang angewendet:

- Hang mit Drehung gegen den Uhrzeigersinn>>>erleichtert aufsteigende Bewegung
- Phänomen durch entsprechende Sonneneinstrahlung verstärkt



Bedingungen nach Aufteilung des Tales nach links besser als nach rechts

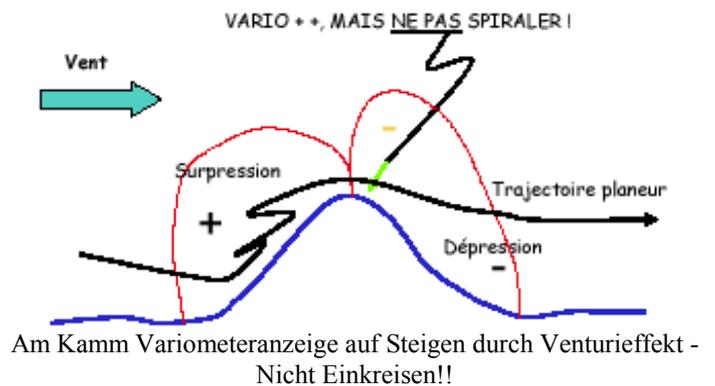
- Prioritäten:

- Die Regel: Hang zur Rechten hat Vorrang ist nichts wert, wenn man nicht gesehen wird!!
- Problem der Sicht stark reduziert, auf eine Seite beschränkt
- Dem Piloten mit der Sonne im Gesicht Vorrang geben!!
- Um einen Felsvorsprung fliegen Vorsicht!!



- Geschwindigkeit:

- Über vertikaler Wand
- Über Steilhängen
- Über Haängen, um weiter zu kommen, nicht um zu steigen
- Höhen



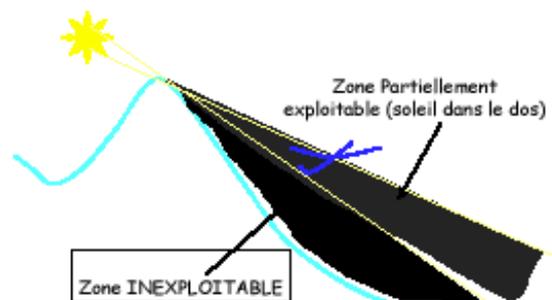
- Gefahren

- Kabel
- Flackerndes Licht
- Bäume und unebenes Gelände
- Überquerung der Kammlinie >>> Lee
- Überfliegen eines Passes gegen den Wind



- Negative Effekte:

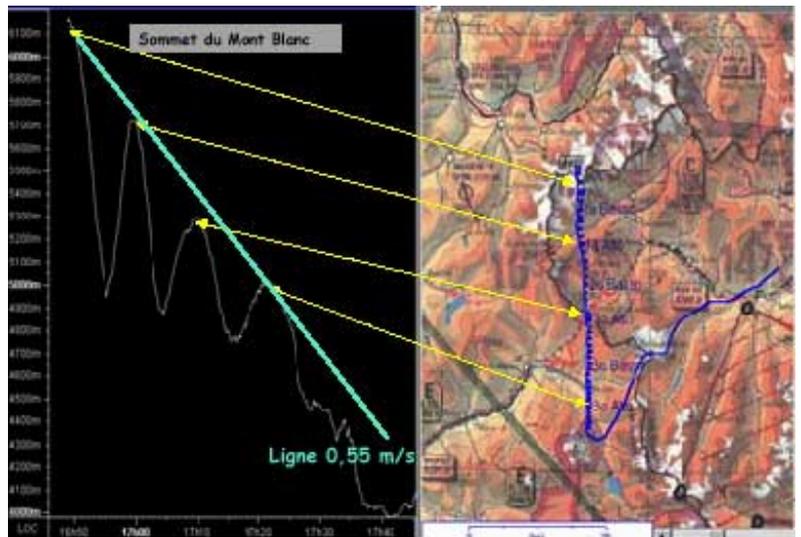
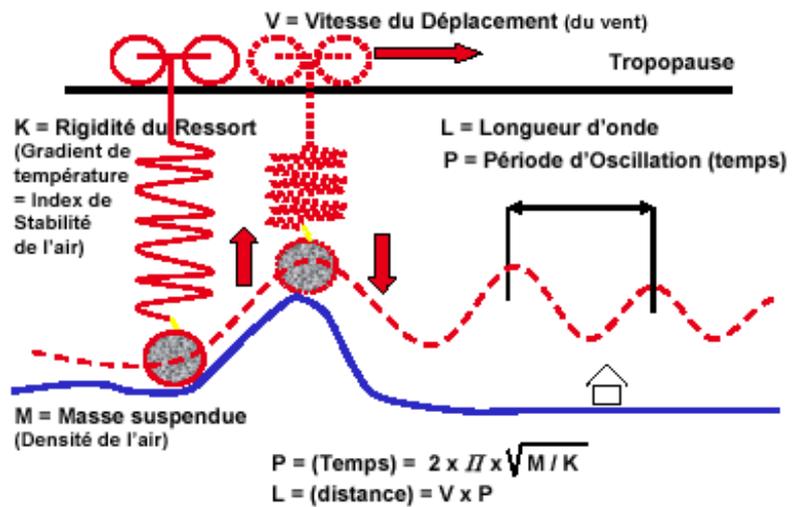
- Sinken im Hangflug, bedingt durch Gegenphase der Welle
- Starke Thermik
- „Hutwolke“
- Negativer Windgradient oder Drehung
- Winddrehung in der Höhe
- Vorhandensein einer Pseudoflaute in Hangmitte
- Konvexer, alleinstehender Hang
- Hang nicht normal zur Windrichtung



Kapitel 3

Physikalische Mechanismen auf der Basis der Bildung eines stabilen Wellensystems

- Wie sich eine Welle bildet
 - Physikalische Gesetze: Newton, Scorer
 - Die Leewelle bildet sich aufgrund einfacher physikalischer Phänomene basierend auf die Gesetze von
 - Newton $F=m \cdot g$
 - Foucault $T=2\pi\sqrt{L/g}$
 - Lyra- und Queney-Gleichungen
 - Und Scorer, dessen Wert L^2 mit der Höhe abnehmen muss.
 - Das Auslöseelement kann positiv und negativ sein
 - Turbulenzbildung in großer Höhe
 - Bestätigung der Wellentheorie im Fluge
- Notwendige meteorologische Bedingungen:
 - Keine natürliche Instabilität der Luftmasse
 - Ausrichtung der Hangkante
 - Positiver Windgradient
 - Schwache Winddrehung mit zunehmender Höhe



Versuchsflug unter dem Mont Blanc mit Abbildung des GPS-Tracks und Profils



- Faktoren die die Wellenbildung begünstigen:
 - Kalte Luft, stabil, schwerer, in der kalten Jahreszeit günstiger
 - Hauptwindrichtung mit zyklonischer Ablenkung
 - Orographie phasengleich mit dem auslösenden Hindernis
 - Tiefes Tal mit kanalisiertem Wind rechtwinkelig zur Hauptwindrichtung
 - Jet Stream(Pferdeschwanzcirrus)
 - Konkave Hangkante „Trichter“ „Löffel“

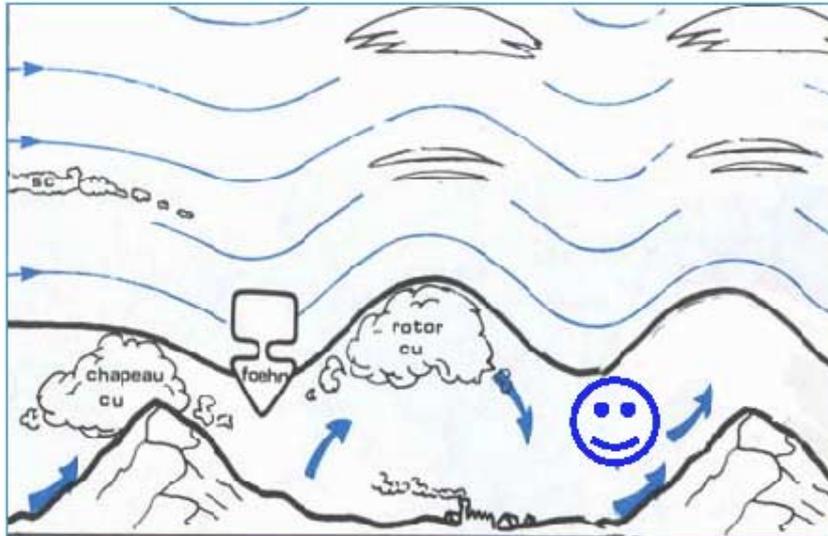


Abbildung: Welle verstärkt durch ein phasengleiches Hindernis

- Negative Faktoren der Wellenbildung
 - Warme Luft, selbst wenn nur in der Höhe(Auftauchen von Cirren)
 - Feuchte, leichtere Luft
 - Instabile Luft in den höheren Schichten. Gewitterbildung!
 - Wind mit anticyklonaler Ablenkung: Die Divergenz ist vorteilhaft für absteigende Bewegungen. katabatische Winde, Fallwinde(Sektor Ost-Nordost)
 - Orographie gegenläufig zur Wellenphase
 - Isoliertes Hindernis, konvexe Hangkante
 - Winddrehung mit zunehmender Höhe
 - Unzureichend positiver Windgradient
 - Ausgedehnte Wolkendecken, Ankunft einer Front
 - Starke Feuchtigkeit in niedriger Höhe, auch ohne Wolken!
 - Regen, selbst wenn nur lokal, Nebel

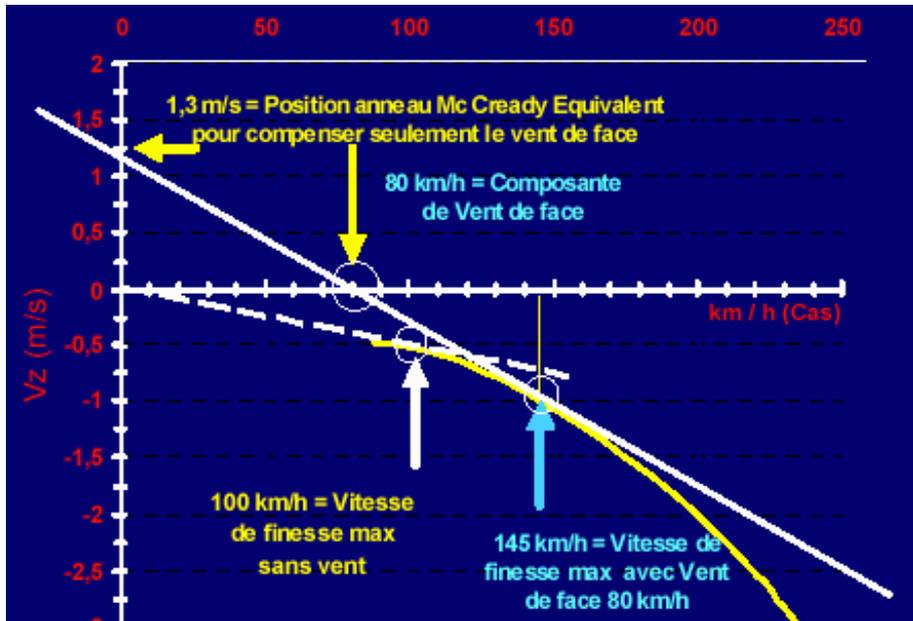


Pferdeschwanzcirrus, von oben gesehen, einige Lenti, Photo:NASA

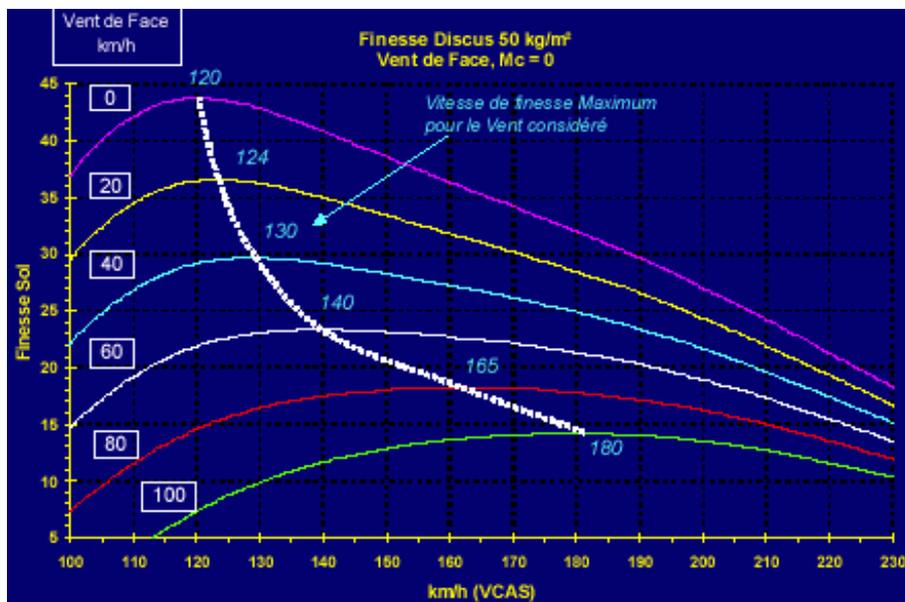
Kapitel 4

Flugtechnik, Geschwindigkeitsstrategie

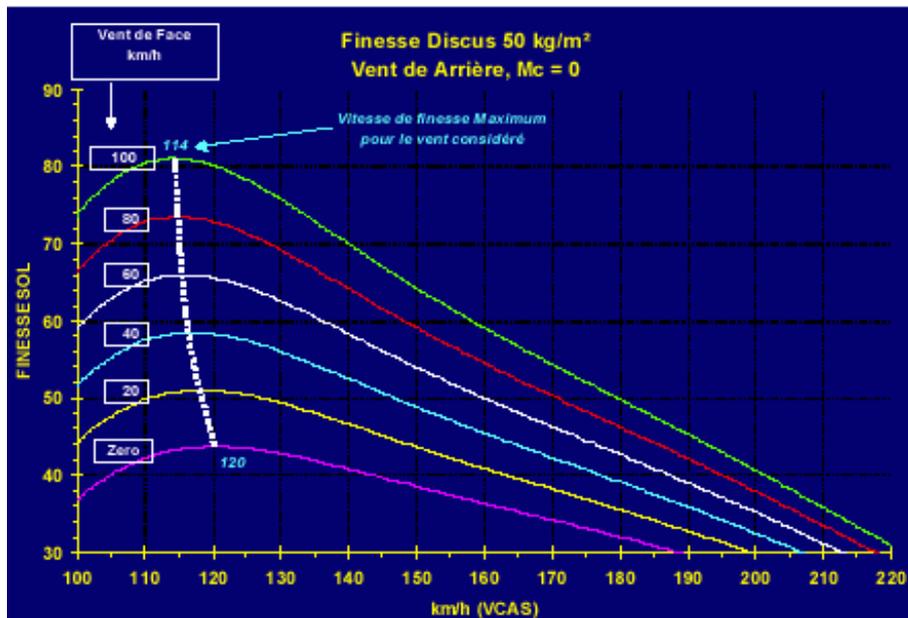
- Die MacCready Theorie ist nicht anwendbar
- Mit welcher Geschwindigkeit in der Welle fliegen?
- Beste Gleitzahl für Gegenwindkomponente
- Beste Gleitzahl maximale Windgeschwindigkeit



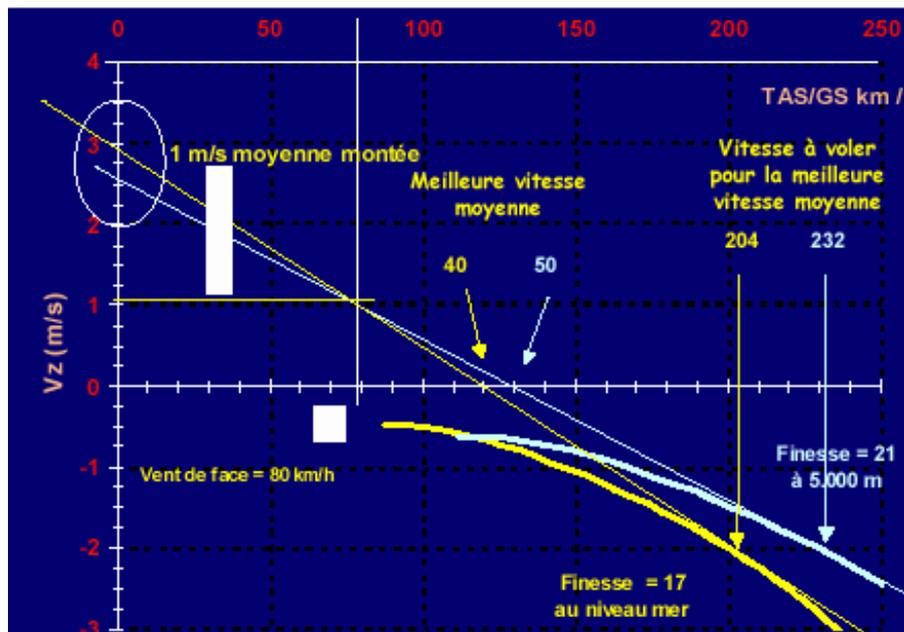
Polare der ASH 25 mit 41kg/m^2 , 80 km/h Gegenwind, beste Gleitzahl



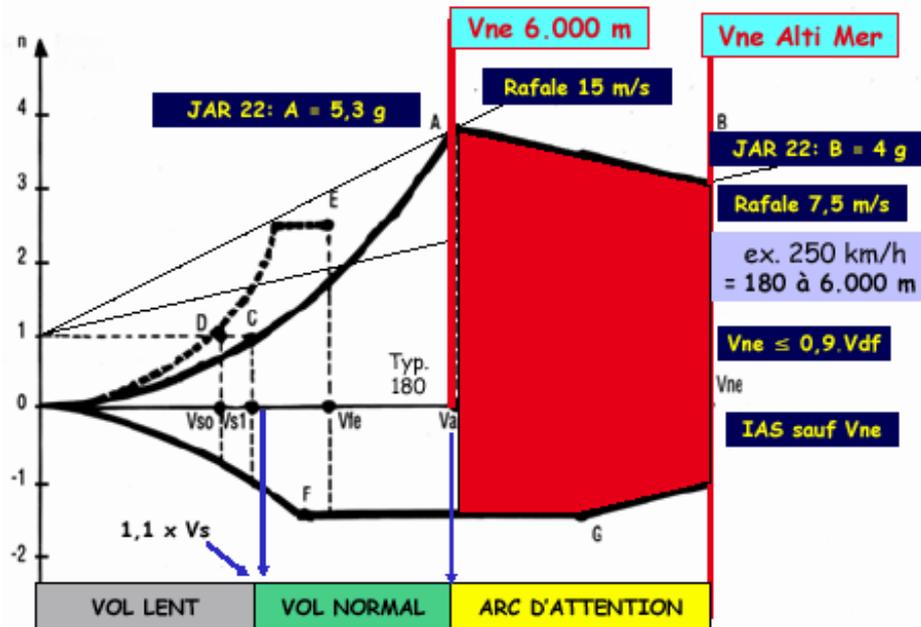
Einfluss des gegenwindes auf die beste Gleitzahl, McCready 0 um so hoch wie möglich anzukommen



Einfluss des Rückenwindes unter gleichen Bedingungen

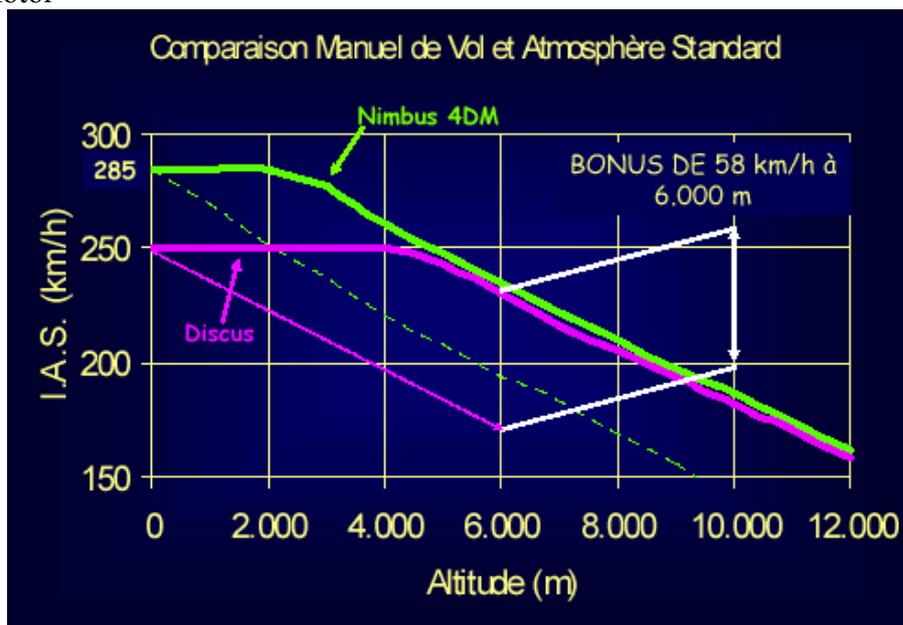


- Maximale Reisegeschwindigkeit
- Einfluss der Höhe auf die Gleitzahl bei Gegenwind
- Strukturelle Limits
- Kinetische Energie, Trägheit
- Man kann seine Maschine zerstören, wenn man "legal" mit Rückenwind fliegt und bei Turbulenz einen Halbkreis in den Wind macht
- Flächenbelastung: Bedeutung der Manoeuvring speed, Turbulenzempfindlichkeit: $n_1 = n_2 \sqrt{P_2/P_1}$



Schlussfolgerungen:

- Im Gegensatz zum thermischen Segelflug im Flachland ist es die Gleitdistanz zum nächsten Steigen, die die McCready-Einstellung bestimmt
- Wenn man den Höheneffekt berücksichtigt, ist es unmöglich mit vom Sollfahrtrechner vorgeschlagenen Geschwindigkeiten zu fliegen, wenn er auf das mittlere Steigen eingestellt ist.
- Es ist leichter, eine Wolke oben zu durchfliegen als unten, das Steige ist besser und der Flug angenehmer.
- Man sollte vorzugsweise in einer laminaren (sicheren) Strömung bleiben als in einem (unsicheren) gewalttätigen Rotor



Das Flughandbuch Discus und Nimbus 4 hat bezüglich Vne in der Höhe angenehme Überraschungen parat

- Die Sollfahrteinstellung ist ein Kompromiss zwischen den Windkräften und dem Risiko, unter die laminare Strömung zu geraten
- Kräfte und Frische für ein Duzend Stunden bewahren
- Sich immer daran erinnern, dass man nach zehn Stunden in der Höhe 30%-50% seiner Leistungsfähigkeit verliert, Bruchlandungen sind am Ende des Tages vorausprogrammiert, die letzte Stunde ist häufig schwierig(Kälte, Blendung, Dunkelheit am Boden)
- Gerade bei einem Langstreckenflug sollte man die Fortsetzung des Fluges vor die reine Geschwindigkeit setzen.

m/s	km/h	0	20	40	60	80	100
0	V	120	124	130	141	163	180
	Mc	0	0,2	0,4	0,7	1,3	2
	L/D	43	37	30	23	18	14
1	V	153	166	176	183	192	200
	Mc	1	1,3	1,7	2,2	3	x
	L/D	38	31	25	21	17	12
2	V	180	186	191	198	203	210
	Mc	2	2,4	3	x	x	x
	L/D	32	27	23	19	16	13

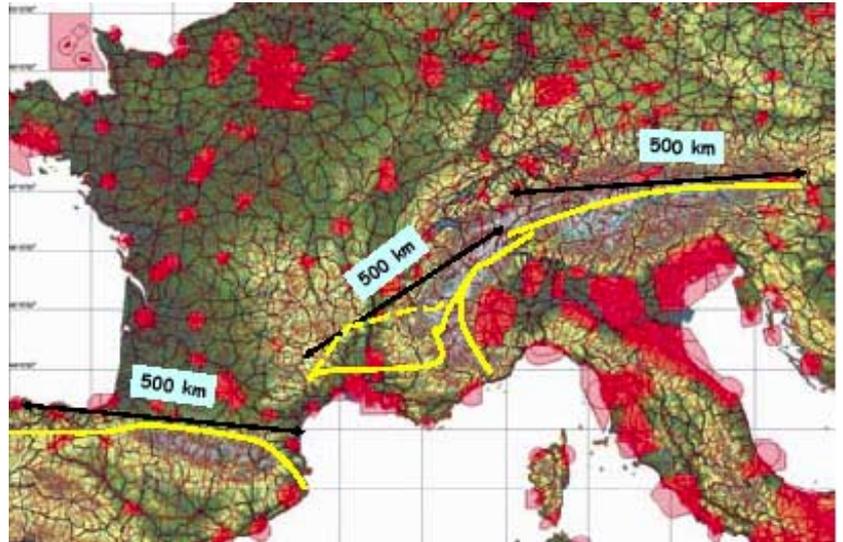
Gegenwind/

MyCready Equivalent/ Gleitzahl bei Discus 50 kg/m², Meereshöhe

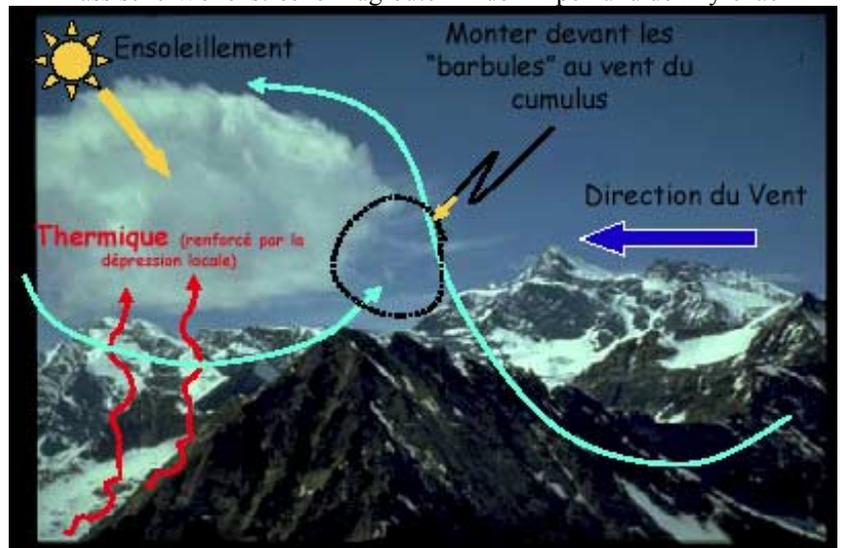
Kapitel 5

Strategie der Routenwahl am Boden und im Flug

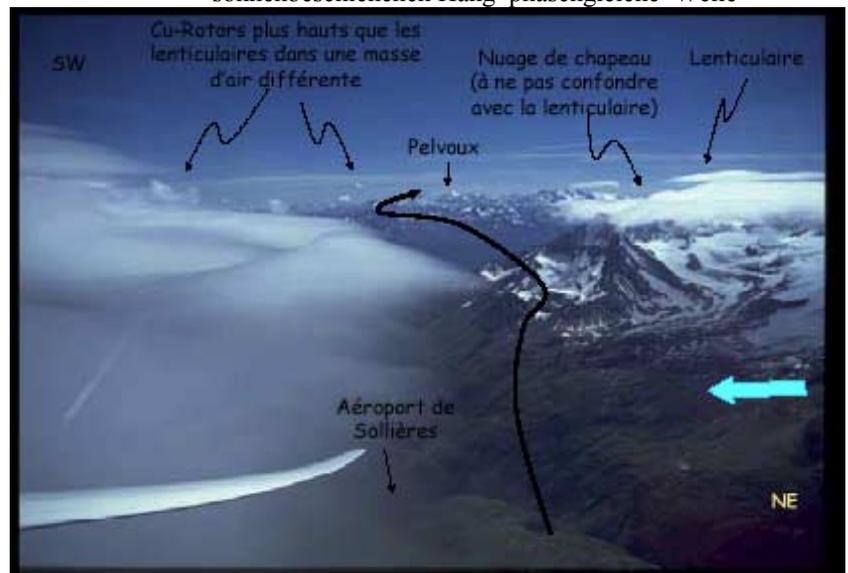
- Vor dem Flug: Abflugzeitpunkt, Schleppmaschine?, Wind, Relief, Fronten, Satellitenbilder
- Streckenwahl: Maximum an Hangkanten normal zur Windrichtung
- Ausweichstrecken(wegen Nebel, Regen, Seitenwinde, Wolkendurchstoss und Passieren von Pässen nicht möglich, Frequenzen!
- Der Anfangsaufstieg, von der Hölle in den Himmel, von der Thermik in die Welle
- Der Wechsel von einem thermisch oder im Hangflug begonnenen Fluges in die Welle
- Weiterflug im Hangwind eines in der Welle begonnenen Fluges
- Einmal in der Laminarströmung, dort bleiben und so schnell wie möglich weiterfliegen ohne anzuhalten



Klassische Wellenstreckenflugrouten in den Alpen und den Pyrenäen

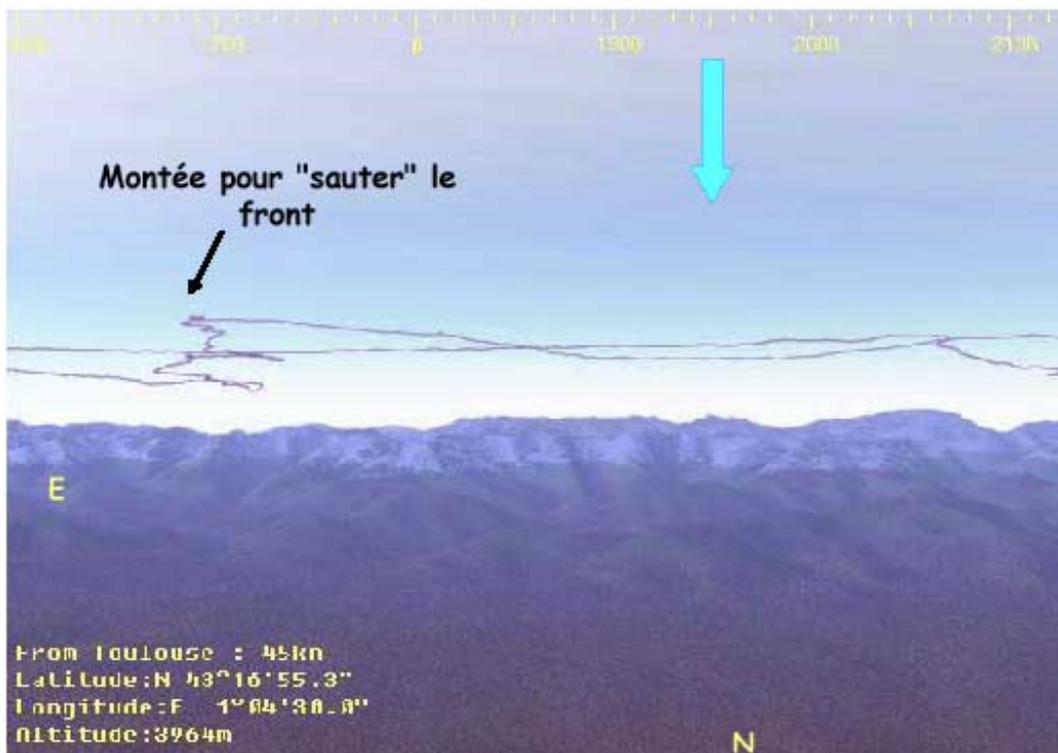


Von der Thermik unter dem Wind über den Rotor in die mit dem sonnenbeschienenen Hang phasengleiche Welle

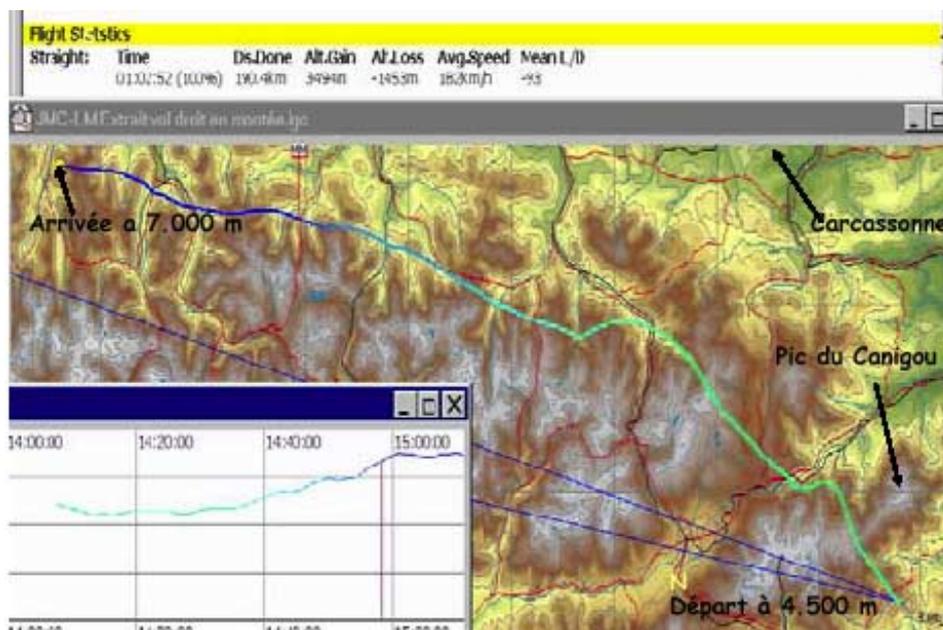


Beispiel von drei verschiedenen Luftmassen, die drei verschiedenen Kondensationsniveaus und -Formen bilden.

- Reiseflug entlang „enregiereicher Routen“



Völliges Fehlen von Wolken, Flug entlang der Gipfel und dem Nettovario gehorchend.



Beispiel eines 190 km Parcours in einer Stunde nach dieser Methode, bei gleichzeitigem Höhengewinn

Kapitel 6

Die spezifischen Gefahren am Boden und in der Luft

- Eine partielle Wolkenschicht überspringen, eine Zone hoher Gipfel
- Geschlossenen Wolkendecke wenn on top



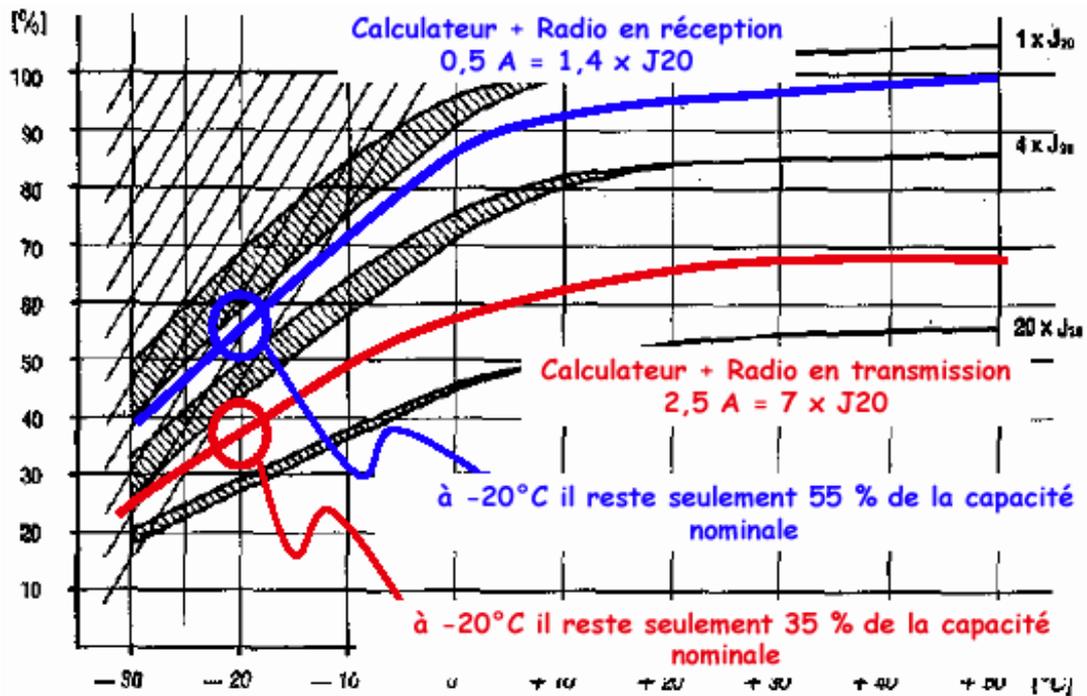
Um eine geschlossene Wolkendecke über dem Tal von Rhemes zu überspringen, muss man 1000 m über die Wolken steigen, die keine Spur von Wellen zeigen



Lenticis in allen Höhen, die unter dem Wind verschmelzen: Wenn die Tops ansteigen und man droht, eingesperrt zu werden, ist es besser langsamer zu werden, um zu steigen und Richtung Licht zu fliehen. Wind 230°, 87 km/h, 4200m, netto +3, IAS 130 km/h, Gyros on



- Spezifische Gefahren:
 - Verlust der räumlichen Orientierung
 - Kondensation am Boden an den Flächen und der Haube
 - Klar und Raueis
 - Die Uhr und das Licht
 - Batterien und tiefe Temperaturen
 - Die andern Benutzer des Luftraumes(oberer Luftraum)
 - Kontrollierte Lufträume



Dryfit Gelbatterien mit 7 Ah, Änderung der Funktion in Abhängigkeit der Temperatur. Für lange Höhenflüge braucht man immer drei Sätze von parallel geschalteten Batterien



Genuss des Sonnenaufganges über dem Campo die Fiori, Hangflug aber wegen Sichteinschränkung durch Gegenlicht unmöglich

Kapitel 7

Psycho-physische Aspekte / Schutz der Gesundheit / Spezifische technische Aspekte

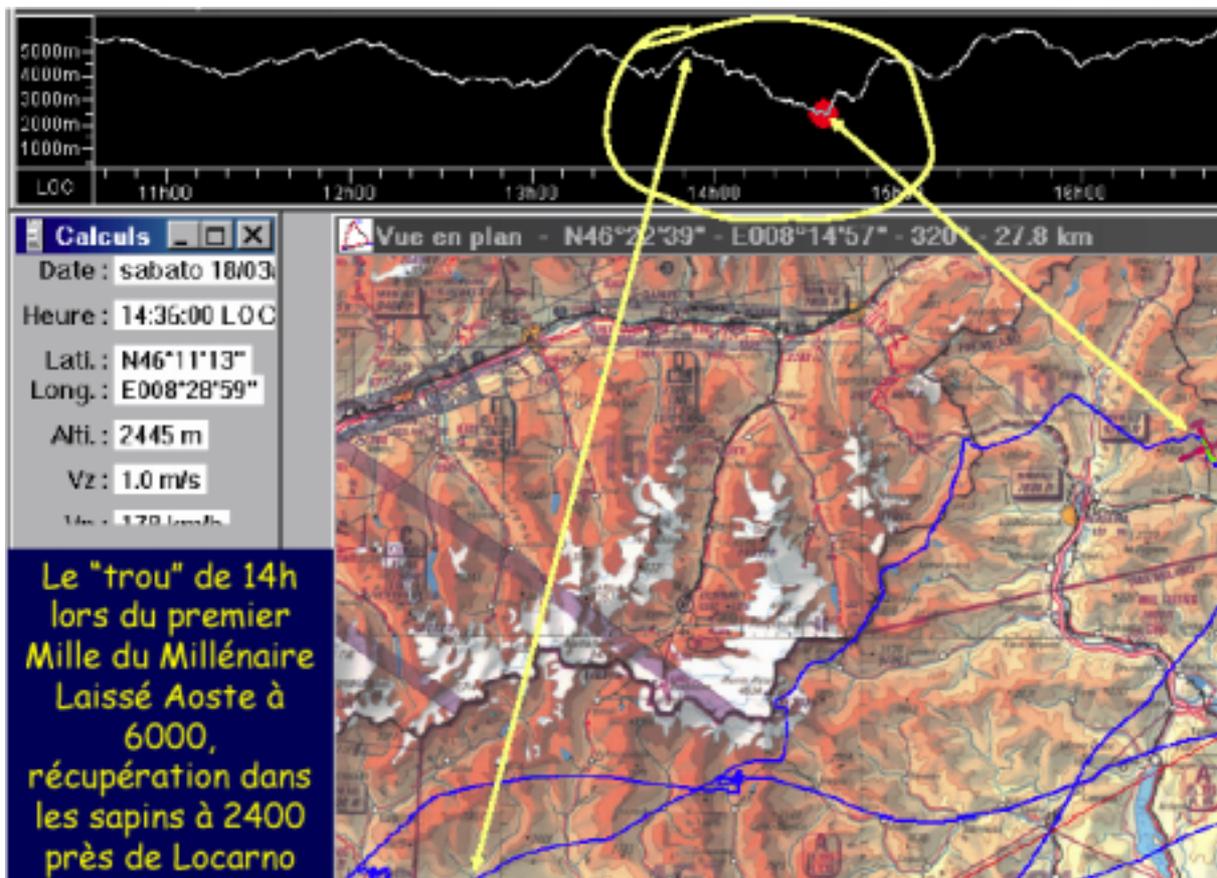
- Einfache atmosphärische Aspekte
 - Die Kälte
 - Die UV-Strahlung
 - Der Sauerstoffmangel(Hypoxie)
- Komplexe atmosphärische Aspekte
 - Der Druckabfall(Dysbarismus)
 - Dekompressionssyndrom
 - Verbot eines Höhenfluges innerhalb 24 Stunden nach einem Tauchgang
 - Economy -Class-Syndrom
 - Zahnhygiene(Wurzelbehandlungen, hohler Zahn)
 - HNO-Problematik, Barotrauma bei Schnupfen und Nebenhöhlenentzündungen
 - Miktion(Segelflieger-WC, besonders schwierig für Pilotinnen)
 - Stoffwechsel, Biorhythmus, „Durchhänger“ um 2 Uhr Nachmittag



Keine Körperpartie darf in großer Höhe der Sonne ausgesetzt werden!



System Mountain High bietet 2 Piloten 12 Stunden Sauerstoff mit 4 l Vorrat, Batterien nicht vergessen!, Anschluss ans Bordnetz wäre besser.



- Spezifische technische Aspekte:
 - Am Boden
 - Alle am Vorabend vorbereiten
 - Nicht „hudeln“ und laufen um nicht zu schwitzen
 - Sauerstoff, Barograph, Plotter, Batterien 2x kontrollieren
 - Alles sicher im Cockpit verstauen und verzurren, um bei einem eventuellen „Upside down“ z.B. im Rotor nicht umher zu fliegen.
 - Alles vor dem Einsteigen überprüfen und dann eingeschaltet lassen
 - Das Segelflugzeug mit größter Flächenbelastung fliegen-Frostschutz! Volltanken!, kopflastig trimmen.
 - Der Start
 - Der Start kann schwierig werden, sich auf das Schlimmste vorbereiten: Seitenwind, Abscheren des Fahrwerks, Ringelpiez, Rotoren kurz nach dem Abheben
 - Hoher Flügel in den Wind bei starkem Seitenwind
 - Brutale Kondensation in der Cockpithaube beim Anrollen
 - Wenn Sie allein sind, muss jemand über Ihr Flugvorhaben unterrichtet sein
 - Das Segelflugzeug
 - Spezifische Kontrollen am Boden, Seilzüge, Lagerfett!?
 - Periodische Kontrollen während des Fluges: Steuerung, Batterien, Zustand des Piloten
 - Temperatureffekt/ Feuchtigkeit auf der Wachsschicht. Nicht mit Wasser reinigen! Zwei Mal pro Jahr wachsen
 - Sauerstoffdruck und Vorrat
 - Antibeschlag für die Plexiglashaube
 - Antieisbehandlung der Flügelvorderkante