

# RASSEGNA TECNICA

La "Rassegna tecnica,, vuole essere una libera tribuna di idee e, se del caso, saranno graditi chiarimenti in contradditorio; pertanto le opinioni ed i giudizi espressi negli articoli e nelle rubriche fisso non impegnano in alcun modo la Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino

DA PAG. 373 a PAG. 418 SONO RACCOLTE MEMORIE ATTINENTI ALLE **CORRENTI ONDULATORIE** PRESENTATE NEL «CONGRESSO SCIENTIFICO INTERNAZ. SULLE CORRENTI A GETTO E ONDULATORIE» (Torino 1959)

Altri argomenti delle correnti ondulatorie compariranno nel gennaio 1960. Le correnti a getto nell'ottobre 1959.

## Etudes et mesures des mouvements ondulatoires dans les Basses Alpes françaises

### Correnti ondulatorie nelle basse Alpi francesi

Maurice Bérenger, dell'Istituto di Meteorologia Nazionale francese, riferisce sugli studi sperimentali effettuati in questi ultimi quattro anni a St. Auban-sur-Durance, sulle correnti ondulatorie dovute al rilievo montuoso. Esposti i diversi mezzi messi in opera, analizza i tre fattori determinanti l'innesto e l'evoluzione delle onde, e cioè: forma del rilievo, direzione e velocità del vento, massa d'aria, e presenta quindi esempi particolari della loro influenza. Infine attira l'attenzione sul fatto che i moti ondulatori possono avere una non trascurabile importanza aeronautica non soltanto negli strati inferiori, ma anche a grande altezza.

Quatre campagnes d'études et de mesures des mouvements ondulatoires ont pu être effectuées grâce à la collaboration de la Météorologie Nationale, du Service de la Formation Aéronautique et des Sports Aériens et du Comité d'Action Scientifique de la Défense Nationale, afin de mieux préciser les conditions déterminantes dans le déclenchement et l'évolution des mouvements ondulatoires.

#### Situation de St. Auban-sur-Durance.

Ces campagnes eurent lieu à partir du Centre National de vol à voile de St. Auban-sur-Durance, au confluent de la Durance et de la Bleone à 445 m d'altitude, particulièrement bien situé pour ces recherches. En effet, s'il était déjà bien connu que par vent de Nord-Ouest modéré à assez fort (Mistral) la Montagne de Lure permet le déclenchement de mouvements ondulatoires intéressants, les différentes barrières monta-

gneuses, au voisinage du terrain permettent l'étude et l'exploitation des ondes par différents types de situation.

Citons, en particulier: (voir figure 1)

— la chaîne Montagne de Lure-Ventoux, orientée Ouest-Est à 12 km dans le NW du terrain, points culminants 1.827 m (Lure) et 1.912 m (Le Ventoux). Au Nord se situent, avec une orientation similaire, d'autres chaînes d'une altitude de 1.200 à 1.300 m: Montagne de Pellegrine, Crête de Sail-lans, Montagne de Chabre. Ces dernières présentant une pente plus abrupte sur leur versant Nord sont plus favorables au déclenchement de mouvements ondulatoires par situation de Secteur Nord, que de secteur Sud.

— Les monts du Cheval Blanc, avec les Monts de Coupe, les Trois Evêchés, la Montagne de la Blanche, orientés Nord-Sud situés entre 30 km et 40 km dans l'Est de Saint Auban. Ils ont une alti-

RÉSUMÉ. Les mouvements ondulatoires dus au relief ont été étudiés expérimentalement au cours de ces quatre dernières années à St. Auban-sur-Durance. Après un exposé des différents moyens mis en oeuvre, les trois facteurs déterminants dans le déclenchement et l'évolution des ondes sont analysés. Ce sont: le relief, le vent (direction et vitesse) et la masse d'air. Des exemples particuliers de leur influence sont donnés. Enfin l'attention est attirée sur le fait que les mouvements ondulatoires peuvent avoir une importance aéronautique non négligeable non seulement dans les basses couches, mais aussi à haute altitude.

tude généralement comprise entre 2.000 et 2.500 m. Ces chaînes sont favorables à la formation de mouvements ondulatoires par régime de secteur Ouest et Est.

— Les chaînes situées au voisinage du Col de Lus la Croix Haute, à une altitude de 1.800 à 2.000 mètres. Elles sont situées à 70 km environ dans le Nord de Saint Auban et ont été utilisées par situation de Sud-Ouest.

#### Moyens mis en oeuvre.

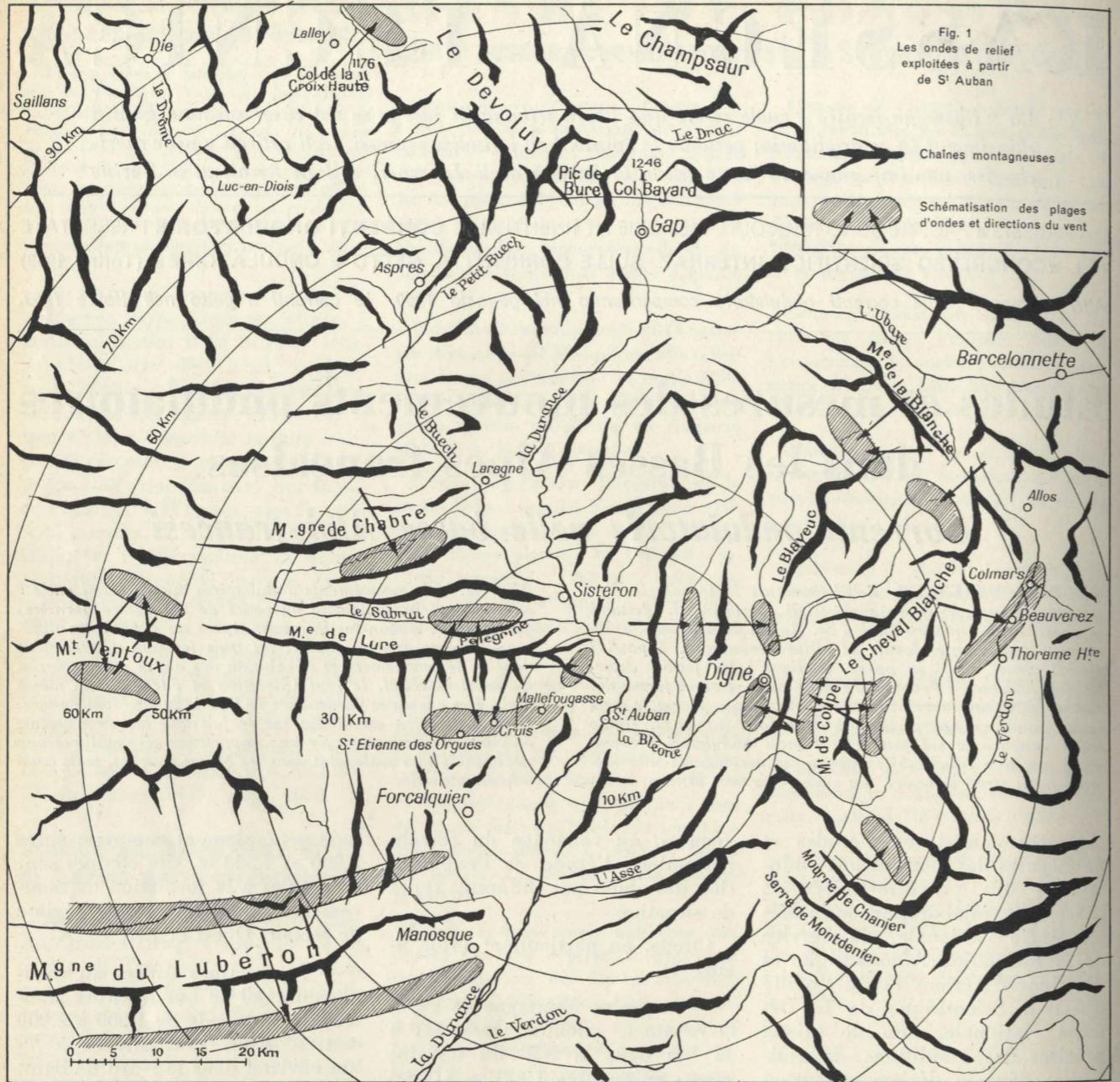
##### 1) PLANEURS.

Suivant les années, nous avons pu disposer de 2 ou 3 planeurs expérimentaux:

1 ou 2 BREGUET-901 - monoplace;

1 BREGUET-904 - biplace qui ont permis la prospection et l'utilisation des phénomènes ondulatoires sur le plus grand espace possible.

En plus de l'équipement classique nécessaire au P.S.V. et au



vol à haute altitude ils étaient équipés de radio V.H.F. et munis, soit d'un météorographe, soit d'enregistreurs A.20.

Le *Météorographe* est un enregistreur dont les différents styles inscrivent sur un cylindre noir au noir de fumée, se déroulant d'un mouvement continu, les valeurs de la pression, de la température et de l'humidité. Il est ainsi possible, après étalonnage préalable de reconstituer ensuite les conditions météorologiques de vol.

L'A.20 est un enregistreur électrique qui permet l'enregistrement

de 4 paramètres continus. L'inscription des différentes mesures, sur une bande de papier photographique, se fait par l'image du filament de la lampe de l'enregistreur donnée par les miroirs des instruments de mesure.

Les différents paramètres enregistrés sont :

- La vitesses relative du planeur
- L'altitude pression
- La température extérieure
- L'accélération.

220 vols furent effectués au cours de ces campagnes.

## 2) AVION MORANE-502.

Suivant les campagnes 1 ou 2 MORANE-502 servant également au remorquage furent équipés de façon à effectuer des sondages par avion et des mesures dans les basses couches.

Chaque matin était effectué un sondage par avion destiné à explorer d'une façon pure les 4.000 premiers mètres de l'atmosphère.

De plus, les MORANE étaient équipés d'enregistreurs A.13 prêtés par le Centre d'Essais en Vol d'Istres. L'A.13 est un enregistreur du même type que l'A.20 mais qui permet de mesurer un

nombre plus important de paramètres.

## 3) AVIONS A REACTION.

Ces avions munis eux aussi d'A.13 effectuaient des prospections et mesures à haute altitude sur des axes déterminés suivant la situation météorologique.

## 4) STATION DE RADIOSONDAGE.

Installée au pied de la Montagne de Lure, cette Station effectuait 1 radiosondage journalier, 2 les journées d'onde. De plus, elle suivait les ballons équilibrés (150 radiosondages furent effectués ainsi).

## 5) RADAR.

Un radar « Cotal » à poursuite automatique fut installé sur le terrain de St. Auban pour déterminer avec précision le vent en altitude, suivre les planeurs et avions à réaction et les ballons équilibrés.

En 1959, nous avons pu disposer d'un 2ème radar « Cotal » habituellement utilisé par MN/R et modifié pour les besoins météorologiques.

## 6) BALLONS EQUILIBRES.

Afin de mieux visualiser dans l'espace, la représentation des ondes, nous avons utilisé des ballons équilibrés « volant à une altitude barométrique constante en atmosphère calme ». En présence de mouvements ondulatoires, leur trajectoire épouse alors très sensiblement la forme des ondes, 37 ballons furent lancés : 12 à 700 mb, 17 à 500 mb, 15 à 300 mb, 3 à 250 mb. De plus, des ballons ralentis furent aussi utilisés de façon à étudier d'une façon fine une couche de la haute troposphère ou de la basse stratosphère.

## 7) LIAISONS RADIO.

Toutes ces opérations étaient coordonnées par radio, les différents moyens de prospection étant munis de postes récepteurs-émetteurs et les conversations intéressantes étaient enregistrées sur magnétophone.

## 8) PHOTOGRAPHIES ET FILMS.

De nombreuses photographies furent prises tant du sol que d'avion ou de planeur. Des bobines

de film Kodachrome 16 m/m furent aussi tournées. Certaines prises à 1 image par seconde montrent d'une façon saisissante la vie du nuage.

## Schematisation des ondes.

Tous ces moyens nous ont per-

la formation de l'évolution des ondes de relief sont :

Le relief, facteur invariant  
Le vent et  
la stabilité de l'air

ces deux derniers facteurs étant variables suivant les situations météorologiques.

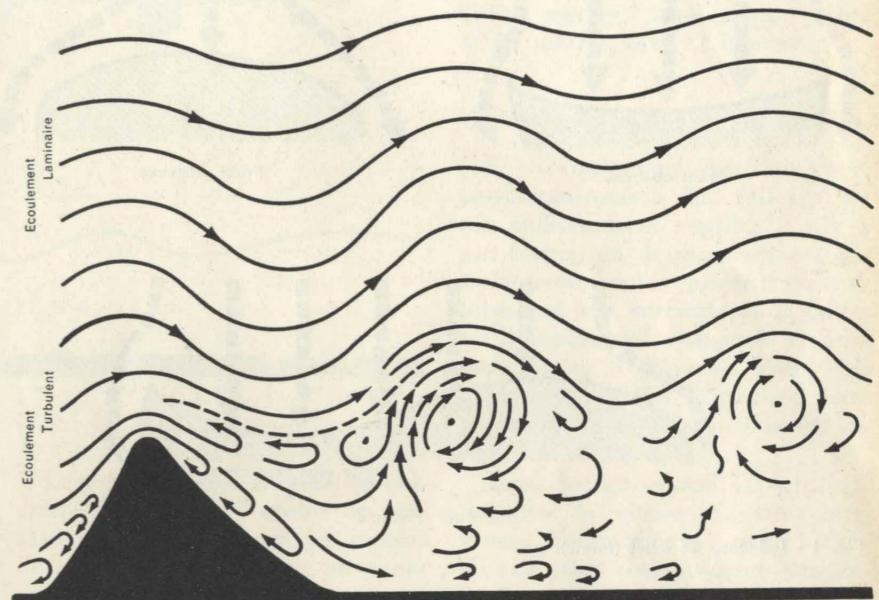


Fig. 2 - Ecoulement théorique de l'air sous le vent d'une montagne.

## Influence du relief.

Pour des conditions de vent et de masse d'air identiques, les mouvements ondulatoires déclenchés ne seront pas obligatoirement les mêmes pour deux montagnes différentes. D'autre part, dans le cas de massifs successifs, il y a modification des ondes.

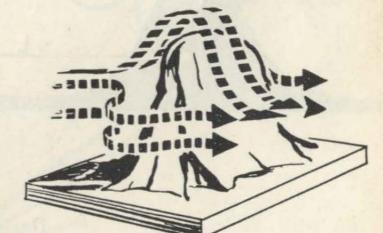
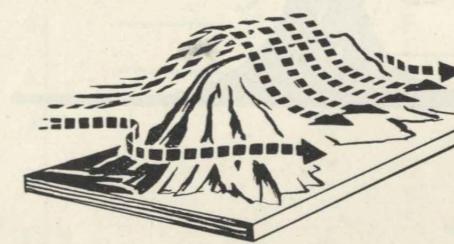


Fig. 3 - Influence du relief (étendue).

## A) MONTAGNE ISOLÉE.

Les mouvements ondulatoires seront d'autant plus importants qu'un plus grand nombre de filets d'air sera obligé de surmonter la montagne. Elle intervient donc par l'étendue de son déve-

loppelement horizontal et par sa forme.

Un pic isolé aura moins d'influence qu'une chaîne montagneuse étendue présentant le même profil. La majeure partie de l'air s'écoule alors latéralement (figure 3), tandis que pour une barrière

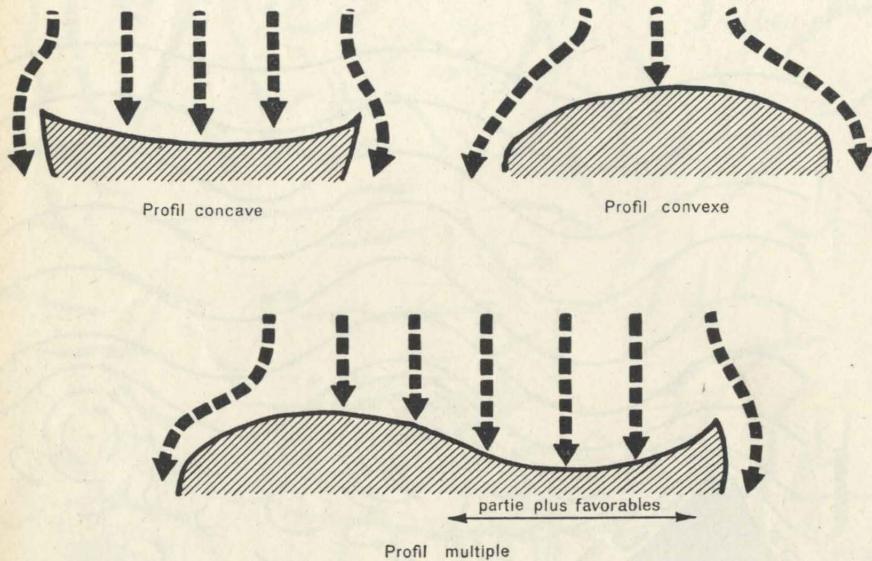
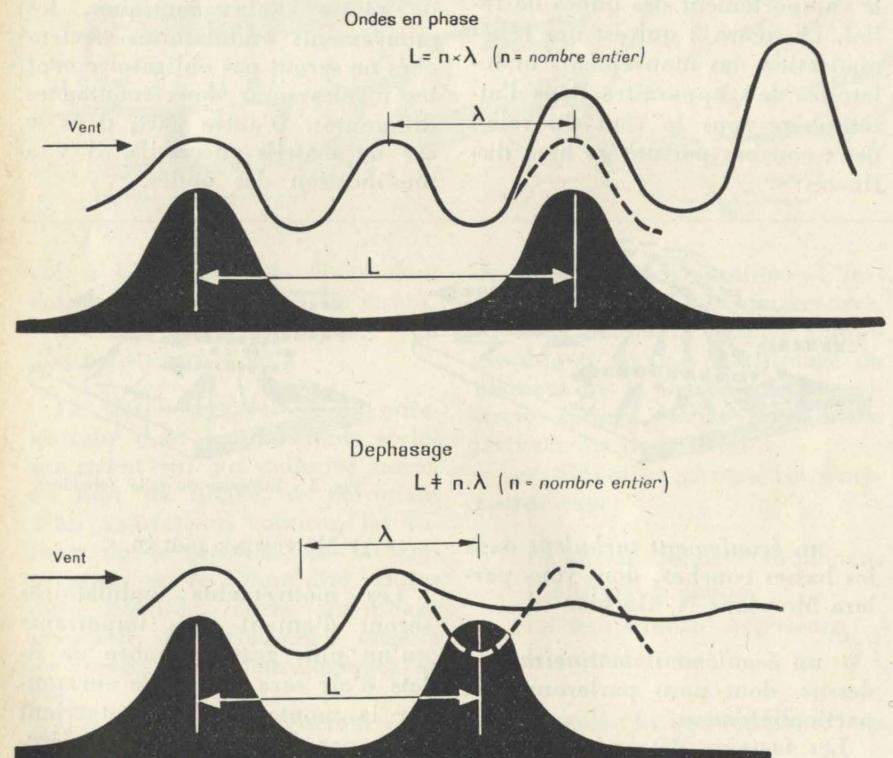


Fig. 4 - Influence du relief (forme).

étendue, très peu de filets d'air sont déviés latéralement, la majorité étant obligée de surmonter la crête. Les différents vols effec-

tant « au vent » une forme concave, la grande majorité des filets d'air est obligée de surmonter la crête tandis que, au contraire,

Fig. 5 - Modification des ondes de ressaut par reliefs successifs.



tués au-dessus des « pics » alpins élevés ont donné des résultats en général moins satisfaisants qu'une chaîne montagneuse, toutes conditions égales par ailleurs.

La forme de la montagne joue, pour les mêmes raisons, un rôle important. Pour une montagne

pour une forme convexe (fig. 4) presque tous les filets d'air sont déviés latéralement. Ainsi, dans le cas d'un profil multiple (cas le plus général) la partie la plus favorable au déclenchement des mouvements ondulatoires sera la partie concave.

Le relief intervient aussi par sa hauteur. Il semble évident que plus la montagne sera haute, plus les filets d'air seront obligés de s'élever donc plus l'amplitude de l'onde sera grande, toutes conditions égales par ailleurs. De même, pour des questions de résonance, la profondeur de l'obstacle intervient dans l'importance de l'amplitude de l'onde. L'amplitude tend à décroître lorsque la largeur de la montagne est importante.

#### B) RELIEF SUCCESSIFS.

Nous n'avons considéré jusqu'à présent que le cas de montagnes isolées. Dans le cas de plusieurs barrières montagneuses rencontrées successivement, toutes conditions égales par ailleurs, le système ondulatoire déclenché par la première barrière montagneuse se trouve alors modifié par les chaînes suivantes; chaque massif ayant une influence propre.

Prenons, par exemple le cas de deux montagnes successives. Si la distance  $L$ , séparant les lignes de crête est un multiple de la longueur d'onde  $\lambda$  des ondes engendrées par la première montagne, les mouvements ondulatoires se trouvent amplifiés. Dans le cas contraire, ils sont amoindris et peuvent même disparaître (fig. 5).

Un exemple: le 25 Janvier 1956, par vent de NW, un ballon équilibré pour 700 mb fait nettement apparaître, avant la montagne de Lure, des mouvements ondulatoires déclenchés par les chaînes situées en amont, amplitude de l'onde 400 m. Au passage de Lure, les ondes sont fortement amplifiées: amplitude 750 m immédiatement après la crête dans la branche descendante puis 1.350 m pour l'ascendance suivante, se stabilisant ensuite vers 800-900 m. La longueur d'onde du premier système était sensiblement égale à la distance séparant la crête de Lure de la crête précédente (figure 6).

#### Influence du vent.

Il n'y a évidemment pas d'ondes de ressaut par vent calme au niveau des crêtes. Lors de la dernière campagne nous avons eu

l'arrière de ce front, s'établissait un flux de Nord de 25 noeuds au niveau de la crête de Lure. Par contre, on notait des vents d'Est à partir de 3.000 mètres.

Au cours de l'après-midi, la couche de vent de N à NNE s'éteint en calme (+2 m/s) jusqu'à 2.900 mètres.

A ce niveau, se situait une zone de turbulence périodique avec oscillation du variomètre (+1 paix) jusqu'à 4.500 mètres, les planeurs qui n'avaient pu dépasser, à 13 heures, l'altitude de 2.900 mètres, atteignirent alors 4.500 mètres vers 17 heures.

#### B) INFLUENCE DE LA VITESSE.

Si l'écoulement de l'air perpendiculairement au relief n'est pas suffisamment rapide, il n'y a pas formation de mouvements ondulatoires; seul se produit un soulèvement à la verticale de la crête, soulèvement qui disparaît rapidement avec l'altitude. Pour des mouvements bien organisés, cette composante doit être égale ou supérieure à 10 m/sec.

Dans les situations les plus favorables la vitesse du vent augmente normalement avec l'altitude (ou reste sensiblement constante) jusqu'à la tropopause. La longueur d'onde est alors approximativement constante ainsi que nous le verrons ultérieurement. Si, à un niveau déterminé, la vitesse du vent diminue fortement, la longueur d'onde diminue, puis le

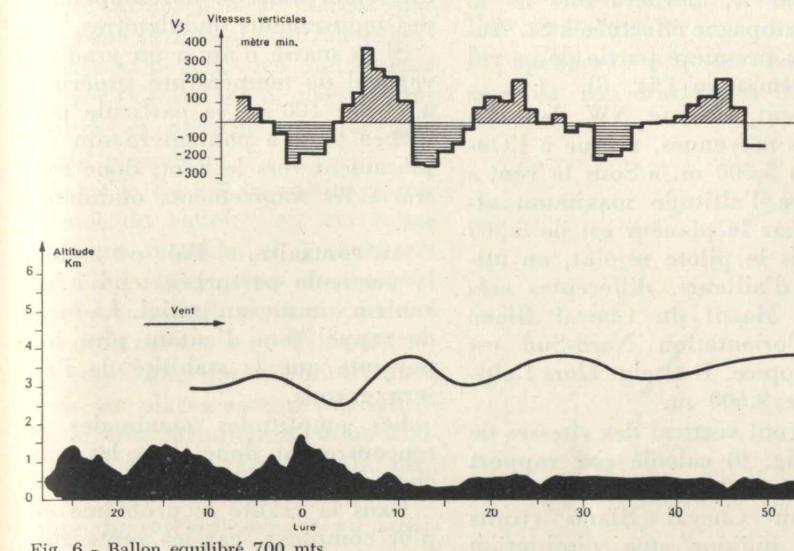


Fig. 6 - Ballon équilibré 700 mts.

une période d'environ 10 jours de vents très faibles. Tous les sommets montagneux entre 1.500 et 3.500 m ont été prospectés sans résultats appréciables.

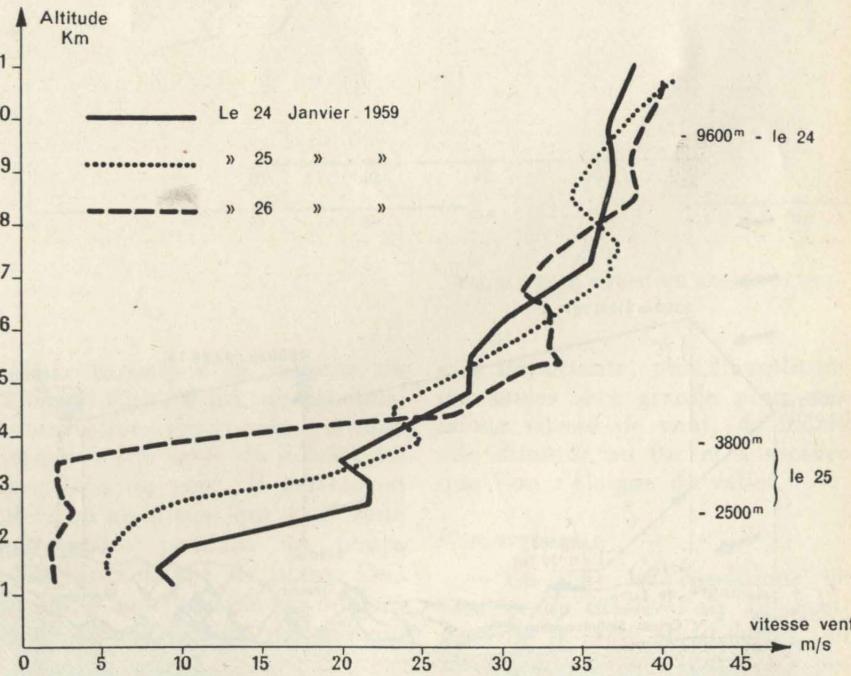
Le vent intervient par sa direction et par sa force.

#### A) INFLUENCE DE LA DIRECTION.

D'après ce que nous avons vu lorsque le flux est parallèle à la chaîne de montagne, il n'y a pas d'onde de ressaut. Pour le développement optimum des ondes le flux doit être perpendiculaire (à ± 30° près) à la ligne de crêtes. Toutes choses égales par ailleurs, les mouvements ondulatoires intéressent toute la partie de l'atmosphère dans laquelle les conditions ci-dessus sont remplies. Si à partir d'un niveau donné le vent devient parallèle à la ligne de crête, il se produit une couche de discontinuité entre l'écoulement inférieur et l'écoulement supérieur donnant lieu le plus souvent, à la formation de tourbillon limitant les ondes à ce niveau. De même, si dans le temps une rotation de vent se produit à un certain niveau, il y a alors une modification des mouvements ondulatoires déjà établis.

Ainsi, le 12 Mars 1959, un front froid intéressant en début de matinée la région de St. Auban. A

Fig. 7 - Influence de la vitesse du vent.



phénomène disparaît, ce qui constitue, à ce niveau, une zone de limitation des ondes. Cette couche limite se manifeste par des ondes instables à courte période ( $\lambda < 3$  km).

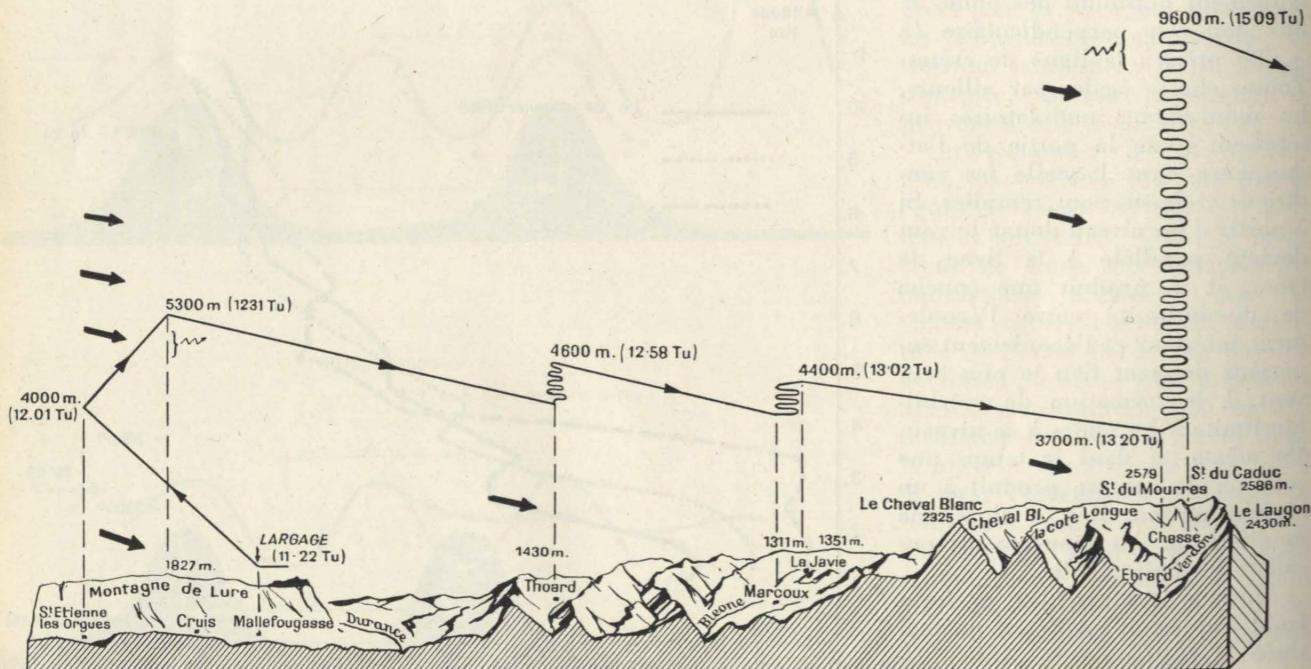
Un exemple nous en est donné par la situation des 24, 25 et 26 Janvier 1959 (fig. 7).

Le 24 Janvier, les planeurs sont montés au maximum à 5.500 mètres sous le vent de Lure (rotation du vent avec l'altitude), à 7.000 mètres au Cheval-Blanc et à 9.600 mètres dans la région de Fayence. Le lendemain le vent, tout en conservant une orientation NW, faiblit au cours de la journée dans les 3.000 premiers mètres. L'altitude maximale atteinte par les planeurs de 3.800 mètres le matin, s'abaisse rapidement à 2.500 mètres, sous le vent de Lure.

Le 26 Janvier, le vent est très faible dans les 3.500 premiers mètres (inférieur à 4 m/s). Les prospections par avion et planeurs, tant sous le vent de Lure que du massif du Cheval Blanc et du Pelvoux n'ont donné aucun résultat, le vent au niveau des crêtes était trop faible pour qu'il y ait des ondes de ressaut.

Ces faits ont d'ailleurs été confirmés par des ballons équilibrés lancés les 24 et 25 Janvier.

Fig. 8 - Influence de la direction du vent par rapport à la chaîne montagneuse.



### C) EXEMPLE DE L'INFLUENCE DU VENT.

Un exemple remarquable de cette influence est donné par un vol en planeur effectué le 6 Février 1958 par D. Barbera lors de la 3ème campagne effectuée à St. Auban. La première partie de ce vol est schématisée (fig. 8).

Le vent, orienté NW dans les couches moyennes, tourne à l'Ouest vers 5.500 m. « Sous le vent » de Lure l'altitude maximum atteinte par le planeur est de 5.300 m. Mais le pilote réjoint, en utilisant, d'ailleurs, différentes crêtes, le Massif du Cheval Blanc dont l'orientation Nord-Sud est plus propice. Il atteint alors l'altitude de 9.600 m.

Le profil vertical des vitesses de vent (fig. 9) calculé par rapport à Lure (courbe tiretée) et par rapport au Cheval Blanc (traits pleins) indique une diminution très nette de la vitesse avec l'altitude sous le vent de Lure. Cette vitesse devient inférieure à 10 m/s à partir de 5.500 m alors que la plus basse vitesse par rapport au Cheval Blanc est de 12 m/s.

#### Influence de la masse d'air.

Les diverses théories, l'analogie hydraulique et les diverses études expérimentales montrent que

le gradient de température de la masse d'air joue un rôle important dans le développement des ondes.

La stabilité de la masse d'air, donc son gradient de température intervient dans le développement des mouvements ondulatoires.

Si la masse d'air a un gradient vertical de température supérieur à  $1^{\circ}$  par 100 m, la particule perturbée tend à poursuivre son déplacement vers le haut, donc contrarie les mouvements ondulatoires.

Au contraire, si l'air est stable, la particule perturbée tend à revenir à son niveau initial. La force de rappel sera d'autant plus importante que la stabilité de l'air sera grande.

Les amplitudes maximales se rencontreront donc dans les couches isothermes ou les inversions.

Dans la réalité le problème est plus complexe, car les vents augmentent souvent de vitesse au niveau de ces inversions ou isothermes, ce qui tend à modifier peu la longueur d'onde. Par contre, par suite d'un changement de masses d'air (inversion ou isothermie frontale) accompagné d'une augmentation de vitesse, il se produit des ondes progressives qui sont en phase ou en déphasage avec les ondes de ressaut, ce qui entraîne des modifications impor-

tantes des amplitudes verticales dans le temps.

Une tranche d'air adiabatique ou suradiabatique modifiera complètement la structure des ondes et se traduira pour le planeur par une zone turbulente qui, dans certains cas, pourra être une couche d'arrêt (alternance de variomètres positifs et négatifs sur une très faible période).

Dans le cas où au voisinage immédiat du relief, l'air est sélectivement instable, si le vent est fort, il y aura certes des mouvements ondulatoires, mais ceux-ci se combineront à de l'instabilité; les amplitudes seront importantes, mais les plages ascendantes étroites et très turbulentées, donc difficiles à utiliser. Le soir, la nuit et de bonne heure le matin, par suite du refroidissement au voisinage de la croûte terrestre, l'air se stabilise, les ascendances deviennent calmes et plus larges, la longueur d'onde augmente, l'amplitude diminue, les ondes de ressaut sont alors à l'état pur et facilement utilisables.

Au cours de la journée, les nuages auront l'aspect de cumulus, mais à la différence de la convection, les pilotes devront utiliser les courants ascendants en avant du bord d'attaque de ces nuages, alors qu'en thermique ils montent sous le nuage et dans le nuage.

*Remarque:* les altitudes les plus élevées atteintes en planeur en France par mouvements ondulatoires liés au relief ont toutes été réalisées soit à l'avant d'un front chaud, soit dans le secteur chaud d'une perturbation, c'est-à-dire en atmosphère stable.

#### Importance des mouvements ondulatoires.

Les résultats obtenus sont, en général, en bon accord avec les études théoriques et en particulier avec celles de R. S. Scorer et du professeur Queney. Ils font en effet, bien apparaître l'influence de ces différents facteurs sur la longueur d'onde et l'amplitude du mouvement ondulatoire.

### 1) LA LONGUEUR D'ONDE.

croît lorsque la composante du vent perpendiculaire à la crête augmente

décroît lorsque la stabilité de l'air augmente.

Cependant, elle est beaucoup sensible aux variations de vent

### 2) L'AMPLITUDE.

diminue lorsque, toutes choses égales par ailleurs, la composante du vent croît avec l'altitude,

augmente lorsque la stabilité de l'air croît et

dépend aussi du relief considéré: plus la chaîne de montagne

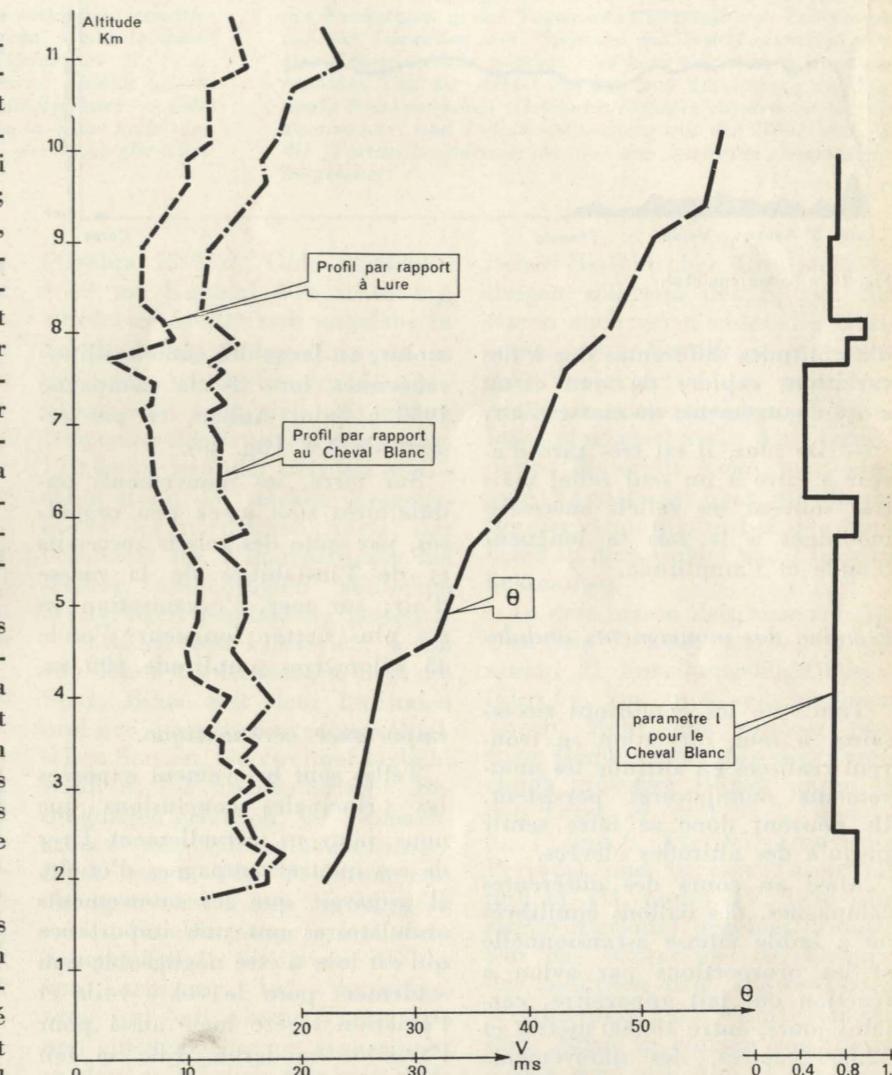


Fig. 9 - Profil vertical des vitesses du vent.

qu'aux variations de stabilité de la masse d'air. Ainsi, quelquefois, l'observation des nuages d'onde permet à elle seule de déceler les variations du vent. Il arrive, en effet, qu'un nuage qui était resté stationnaire pendant un temps assez long change de place. Ceci est dû à un changement de longueur d'onde produit par une variation du vent.

#### Remarques.

Ce sont les conditions de vent et de masse d'air au voisinage de la crête et au-dessus qui interviennent. Le vent dans les

basses couches et en particulier en surface est souvent une conséquence des mouvements tourbillonnaires.

En général il existe souvent dans la réalité plusieurs « train d'ondes » de longueurs et/ou

souvent être modifiées par d'autres massifs montagneux. Ainsi on a pu mettre en évidence à l'aide d'un ballon équilibré pour une altitude de 6.500 mètres des mouvements ondulatoires bien marqués jusqu'à 125 kilomètres au

couche sous ondulatoire où elle est la plus fréquente et la plus importante, mais aussi à haute altitude, au sommet des ondes ou entre deux « trains d'ondes » de longueur d'ondes différentes.

## 2) LA VARIATION DU VENT.

La vitesse du vent horizontal subit des variations nettes entre le sommet et le creux de l'onde ainsi qu'il l'apparaît sur les mesures faites à l'aide des ballons équilibrés et en onde ce vent peut être sensiblement différent du vent prévu ou réel dans l'atmosphère libre d'où les erreurs possibles de navigation.

## 3) LE GIVRAGE.

Les particules d'air soumises aux mouvements verticaux subissent un refroidissement sensiblement adiabatique et les nuages d'onde ont une plus grande concentration d'eau liquide que ceux formés en atmosphère libre d'où risque de givrage plus important.

## 4) LES ERREURS ALTIMETRIQUES.

Telles sont brièvement exposées les principales conclusions que nous pouvons actuellement tirer de ces quatre campagnes d'étude. Il apparaît que les mouvements ondulatoires ont une importance qui est loin d'être négligeable non seulement pour le vol à voile et l'aviation légère mais aussi pour l'aviation moderne. Elle se fait sentir de différentes manières que nous allons résumer brièvement.

moins, au large des côtes méditerranéennes lors de la campagne 1957 à Saint Auban, ce par régime de NW (fig. 10).

Sur terre, les mouvements ondulatoires sont assez peu organisés, par suite des reliefs successifs et de l'instabilité de la masse d'air; sur mer, l'organisation en est plus nette: longueur d'onde 45 kilomètres amplitude 600 m.

### *Etendue des mouvements ondulatoires.*

Tant que les conditions nécessaires à leur formation se trouvent réalisées en altitude les mouvements ondulatoires persistent. Ils peuvent donc se faire sentir jusqu'à des altitudes élevées.

Ainsi au cours des différentes campagnes, des ballons équilibrés ou à faible vitesse ascensionnelle et les prospections par avion à réaction ont fait apparaître, certains jours, entre 10.000 mètres et 12.000 mètres, des mouvements ondulatoires assez nets: amplitudes entre 300 et 400 mètres et longueur d'onde comprise entre 10 et 20 kilomètres. Ces ondes dues au relief sont aussi fréquemment signalées dans les rapports de vol. Ainsi un rapport de la S.N.C.A.S.E. (Juin 1954) signale que sur les Basses Alpes des mouvements ondulatoires ont été trouvés dans plus de la moitié des vols au-dessus de 11.000 mètres.

Mais, de plus, les ondes peuvent aussi se faire sentir assez loin « sous le vent » du relief qui les engendrées, pouvant d'ailleurs

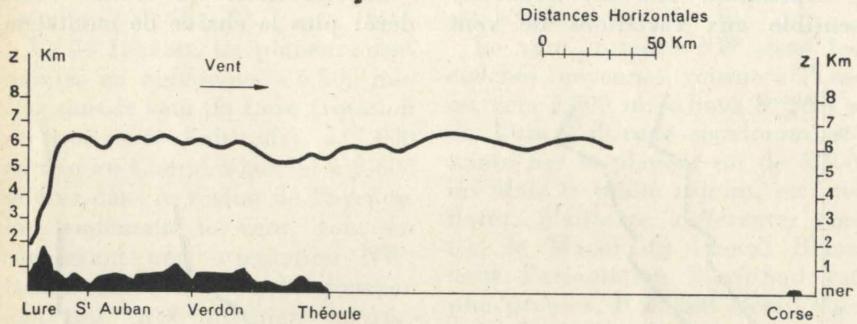


Fig. 10 - Ballon équilibré.

d'amplitudes différentes dus à des variations rapides de vent et/ou à des changements de masse d'air.

De plus, il est très rare d'avoir à faire à un seul relief mais très souvent les reliefs successifs modifient à la fois la longueur d'onde et l'amplitude.

### *Importance aéronautique.*

Telles sont brièvement exposées les principales conclusions que nous pouvons actuellement tirer de ces quatre campagnes d'étude. Des études faites à Saint Auban par comparaison des altitudes radar et des altitudes barométriques, il apparaît que « sous le vent » de la montagne 54 % des observations indiquent une surestimation de l'altitude, surestimation pouvant atteindre jusqu'à 170 m.

Ainsi, le vol dans les mouvements ondulatoires pose certains problèmes non seulement dans les basses couches, mais aussi en altitude. Des précautions supplémentaires doivent être prises dépendant essentiellement du type d'appareil et de l'altitude de croisière.

## 1) LA TURBULENCE.

que se caractérise par:

a) des mouvements verticaux à grande échelle qui peuvent faire subir à un avion des variations d'altitude parfois importantes et qu'un avion rapide peut ressentir comme une turbulence périodique;

b) la turbulence proprement dite non seulement dans la

couche sous ondulatoire où elle est la plus fréquente et la plus importante, mais aussi à haute altitude, au sommet des ondes ou entre deux « trains d'ondes » de longueur d'ondes différentes.

# Leewellen der nördlichen Seite von Plješevica

## Correnti ondulatorie sul versante nord di Plješevica

M. ČADEŽ, dell'Università di Belgrado, riferisce sui voli veleggiati organizzati, nei periodi dal 14/10. al 7/11. 1957 e dal 3/3. al 5/4. 1958, nella zona di Plješevica (montagne dinariche in Jugoslavia) da parte del « Vazduhoplovni savez Jugoslavije ». Descrive brevemente le condizioni meteorologiche nella zona sottovento di Plješevica e le condizioni atmosferiche nei giorni in cui si raggiunsero con aliante le quote più notevoli sulle onde sottovento di Plješevica. Nella parte teorica di questa relazione sono dedotte — col'applicazione dell'equazione di Bernoulli-Bjerknes — delle espressioni semplici per le variazioni con la quota della temperatura e della pressione atmosferico e per le accelerazioni verticali in aria agitata.

ZUSAMMENFASSUNG. Während 14. X. bis 7. XI. 1957 und 3. III. bis 5. IV. 1958 wurden von Seite des Vazduhoplovni savez Jugoslavije die Forschungssegelflüge im Gebiet von Plješevica (Dinarische Gebirge in Jugoslawien) organisiert. Die meteorologischen Bedingungen in der Leeseite von Plješevica und die Wetterlagen in den Tagen wann in erwähnten Zeiträumen auf den Leewellen von Plješevica mit Segelflugzeugen grösere Höhen erreicht wurden, sind kurz beschrieben. Im theoretischen Teil der Arbeit wurden, mit Anwendung der Bernoulli-Bjerknes-schen Gleichung einfache Ausdrücke für die Temperatur- und Luftdruckänderung mit der Höhe und für die Vertikalbeschleunigung in der gestörten Atmosphäre hergeleitet.

Vazduhoplovni savez Jugoslavije hat für Untersuchungszwecke der Wellenbewegung auf der nördlichen Seite von Plješevica bei Bihać eine besondere Gruppe von Segelfliegern, Piloten und Meteorologen formiert mit der Aufgabe, dass sie Messungen auf dem Terrain ausführen. Die Untersuchungen erfolgten in zwei Zeiträumen: von 14. Oktober bis 7. Dezember 1957 und von 3. Mai bis 5. April 1958 u. zw. an den Tagen, an denen es die atmosphärischen Bedingungen erlaubten.

Obwohl die atmosphärischen Bedingungen in der Hauptsache ungünstig waren, waren doch die gewonnenen Resultate in Hinsicht der Erreichung der grossen Höhen mit Segelflugzeuge auf den Wellen sehr bedeutend. Wenn wir in Betracht nehmen, dass solche Wetterlagen bei welchen die grössten Höhen erreicht wurden, häufig auftreten und dass es auch viele gibt, die günstiger sind, so können wir im ganzen Übereinstimmung mit der Meinung der Teilnehmer der Arbeitsgruppe sein, dass zur Erreichung der Höhenrekorde mit Segelflügen auf Wellen, das Gebiet von Plješevica eines von günstigsten der jetzt bekannten ist.

Plješevica befindet sich in nördlichem Teil des Dinarischen Gebirges auf der Balkanhalbinsel, d.i. in einer Bergkette, die sich in der Richtung Südost-Nordwest entlang des Adriatischen Meer erstreckt. Die mittlere Höhe von Plješevica ist 1500 m über dem Meer, mit drei grösseren Gipfeln

(Ozebin 1657 m, Gola Plješevica 1649 m, Kameni Vrh 1616 m). Plješevica breitet sich ungefähr in der Richtung Südost-Nordwest in der Länge von 40 km aus. Die Abhänge sind sehr steil mit einem Neigungswinkel von 45° un mehr. Plješevica befindet sich am südlichen Rand des starken Regengebiets der nördlichen Adria, das besonders im Winterhalbjahr bei starker ausgeprägten südlichen Wetterlagen regelmässig besteht.

Nördlich von Plješevica, 4 km von dem Fuss des Berges, liegt die Stadt Bihać mit dem Lufthafen und der synoptischen meteorologischen Station, wo zweimal täglich, wenn es die atmosphärische Bedingungen erlauben, die Beobachtungen mit Pilotballonen ausgeführt werden. Für Wellenuntersuchungen standen dem Segelfliegern zwei Segelflugzeuge und ein Sauerstoffgerät für grosse Höhen zur Verfügung. Jedes Segelflugzeug war mit einem Variograph und einem Barograph ausgerüstet, so dass es möglich war mit Hilfe der aerologischen Stationen Zagreb, Split und Beograd die erreichten Höhen auszuwerten. In günstigen Wetterlagen in dem ersten der erwähnten zwei Zeiträumen wurden täglich die Karten der absoluten Topographie der Isobarflächen von 850, 500 und 300 mb gezeichnet. Je nach Bedarf wurden auch ausserordentliche Beobachtungen mit Pilotballonen mittels eines Theodoliten ausgeführt.

Die Segelflieger machten nach einen jeden Flug einen schriftlichen Bericht über ihre Beobachtungen während des Fluges. Sie waren auch verpflichtet die Horizontal- und Vertikalprojektionen der Trajektorien des Segelflugzeuges in vorgeschriebene Formulare einzulegen. Auf Grund dieses Materials kann man eine gute Vorstellung über die Struktur der Atmosphäre bei den Südlagen in dem Gebiet von Plješevica bekommen.

In dem ersten Zeitraum von 14. Okt. bis 7. Dez. wurden insgesamt 21 Forschungsflüge ausgeführt, u. zw. an 9 verschiedenen Tagen. Mehr oder weniger günstige Bedingungen für die Erreichung grösserer Höhen waren in den Tagen 19. und 20. X. und 1., 6., 7. und 9. XI. 1957 (die erste Periode) und in den Tagen 11. und 13. III. und 4. IV. 1958 (die zweite Periode) gegeben. Immer war das Wetter aus der Gruppe der südlichen bzw. südwestlichen Wettertypen. Die Luftströmung über Bihać in einigen von dieser Tagen zeigt die Abb. 1. In allen erwähnten Tagen war dieses Gebiet in dem Bereich eines starken südwestlichen Stromes der gewöhnlich auch in der Höhe der 500 mb Fläche stark ausgeprägt war. In acht von diesen neun Tagen näherte sich diesem Gebiet vom Westen atlantische Polarluft. Fünfmal (20. X., 6. und 7. XI. 1957 und 11. III. und 4. IV. 1958) war die Kaltfront über den Alpen, dreimal (19. X., 1. XI. 1957 und 13. III. 1958) etwas westlicher. In allen diesen acht Fällen entstanden die Wellen in der tropischen

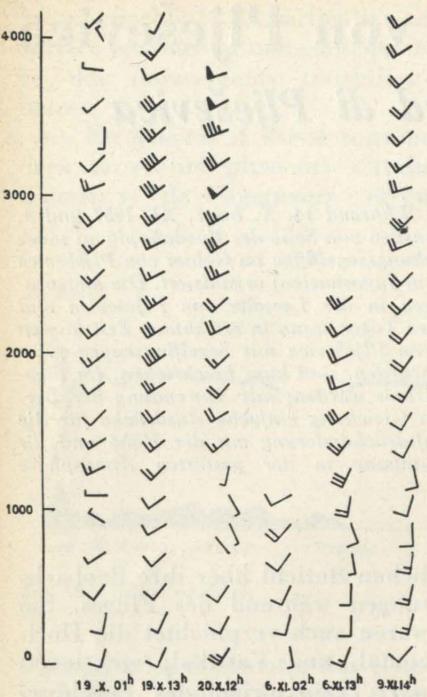


Abb. 1 - Die Luftsrmung über Bihać nach den Pilotballonbeobachtungen.

Luftmasse. In einem von erwähnten 9 Fällen (9. XI. 1957) passierte die Kaltfront Plješevica, uzw. in den Morgenstunden von SW.

Die Leewellen entstanden immer in der Nähe einer Kaltfront. Nicht nur die Nähe der Kaltfront, sondern auch der Stau der Südluft in nördlichem Teil des Adriatischen Meeres auf der Luvseite von Plješevica erzeugt wahrscheinlich ausserordentlich günstige Bedingungen für die Wellenströmungen bei Süd- und Südwestlagen in diesem Gebiet. Jedenfalls sind in solchen Wetterlagen die Bedingungen für Wellenbildung überall in der Leeseite der Dinarischen Gebirge sehr günstig.

Die Abb. 2 zeigt das Strömungsfeld vom 6. XI. 1957 auf der nördlichen Seite von Plješevica, d.i. auf der Leeseite bei einer Südlage. Diesen Tages hat B. Komac mit den Segelflugzeug die Höhe von 7800 m erreicht. Das Bild ist auf Grund von 4 Forschungsflügen und der theoretischen Untersuchungen von Lyra und Scorer konstruiert. In grösseren Höhen über dem Kamm wurden, wie bei Scorer /1/ und Lyra /2/ Abwärtsbewegungen vorausgesetzt. Diese Erscheinung ist für die Erklärung der Leewellen in grösseren Höhen wichtig. Wir haben versucht diese

Erscheinung zu erklären, u. zw. mit Anwendung der Bernoulli-Bjerknes-schen Gleichung.

Es wird ein zweidimensionales, stationäres, laminares und reibungsfreies Strömungsfeld, wo alle Grössen kontinuierliche Funktionen der Raumkoordinaten sind, vorausgesetzt.

Durch Differenzierung der Bernoulli-Bjerknes-schen Gleichung

$$c_p T + gz + \frac{v^2}{2} = c_p T_0 + gz_0 + \frac{v_0^2}{2} \quad (1)$$

( $c_p$  = spez. Wärme bei konstantem Druck für Luft,  $g$  = Erdbeschleunigung,  $T, z, v$  = Temperatur, Höhe bzw. Geschwindigkeit des Luftteilchen, Indeks « 0 » bezieht sich, jetzt wie später, auf die ungestörte Atmosphäre auf der Leeseite des Berges), die für jedes Luftpartikel gilt, nach der Höhe  $z$  und durch Anwendung der Adiabatengleichung

$$\frac{T}{T_0} = \left( \frac{p}{p_0} \right)^{\frac{R}{c_p}} \quad (2)$$

( $R$  = Gaskonstante der Luft,  $p$  = Luftdruck des Luftteilchen) bekommen wir leicht für den vertikalen Temperaturgradienten in einer gestörten Atmosphäre:

$$\gamma = \gamma_0 + \left( \frac{v}{c_p} \frac{\partial v}{\partial z} - \frac{v_0}{c_p} \frac{\partial v_0}{\partial z} \right) - \left( \gamma_a - \gamma_0 + \frac{v_0}{c_p} \frac{\partial v_0}{\partial z} \right) \frac{\varrho u}{\varrho_0 u_0} \quad (3)$$

( $\gamma_a$  = trockenadiabatischer Tem-

peraturgradient,  $\varrho, u$  = Dichte bzw. horizontale Komponente der Geschwindigkeit des Luftteilchens).

Unter Voraussetzung, dass in der ungestörten Atmosphäre die Strömungen nur horizontal sind und dass sich dort die Luftgeschwindigkeit mit der Höhe nicht ändert ( $\frac{\partial v_0}{\partial z} = 0$ ), bekommen wir, mit Anwendung der Näherungsformel

$$\frac{T}{T_0} = 1 - \frac{R}{c_p} \frac{p_0 - p}{p_0} = 1 - \frac{R}{c_p} \frac{g(z - z_0) \varrho_0}{p_0} \quad (4)$$

den Näherungswert für den vertikalen Luftdruckgradienten in der gestörten Atmosphäre

$$-\frac{\partial p}{\partial z} = \left[ g + v \frac{\partial v}{\partial z} - g(z - z_0) \frac{\gamma_a - \gamma_0}{T_0} \frac{\varrho u}{\varrho_0 u_0} \right] \left( \frac{\partial u_0}{\partial z} = 0 \right) \quad (5)$$

Wenn wir noch die Bewegungsgleichung in Betracht ziehen, so bekommen wir schliesslich noch die Vertikalbeschleunigung

$$\dot{w} = v \frac{\partial v}{\partial z} - g(z - z_0) \frac{\gamma_a - \gamma_0}{T_0} \frac{\varrho u}{\varrho_0 u_0} \quad (6)$$

Wie gross einzelne Glieder in der Gleichungen (3), (5) und (6) sein können, sehen wir aus dem

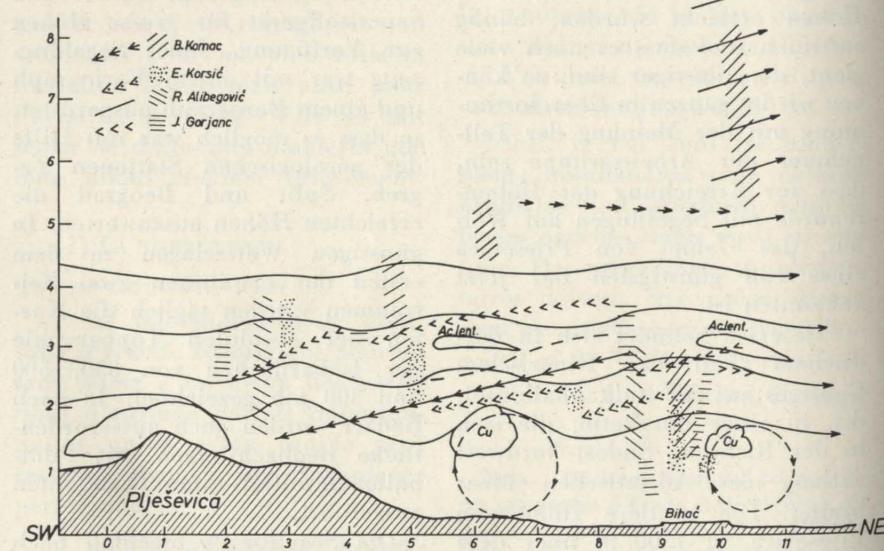


Abb. 2 - Das Strömungsfeld vom 6. November 1957 auf der nördlichen Seite von Plješevica.

folgenden Beispiel:

$$\begin{aligned} \text{Für } v = 20 \text{ m sec}^{-1}, \gamma_0 = \\ = 0,6^\circ\text{C}/100 \text{ m}, \frac{\partial v_0}{\partial z} = 0, \frac{\partial v}{\partial z} = \\ = \mp 0,1 \text{ sec}^{-1}, (\varrho u) : (\varrho_0 u_0) = \\ 2, \varrho_0 = 1 \text{ kg m}^{-3}, z - z_0 = 500 \text{ m und} \\ T_0 = 270^\circ\text{K ist:} \\ \gamma = 0,6 \mp 0,2 - 0,4^\circ\text{C}/100 \text{ m}, - \\ - \frac{\partial p}{\partial z} = 0,98 \mp 0,2 - 0,01 \text{ mb}/10 \text{ m}, \\ \dot{w} = \mp 2,0 - 0,1 \text{ m sec}^{-2} \end{aligned}$$

Die Werte sind in derselben Reihenfolge, wie in obiger Gleichungen geschrieben. Wir sehen u. a., dass das Glied, das von der Änderung der Luftgeschwindigkeit mit der Höhe herrührt, sehr gross sein kann. In Ausnahmefällen ist dieser

Einfluss auf die Vertikalbeschleunigung mit der Wirkung der Schwerkraft vergleichbar, was verschiedene Flugzeugunfälle in den Berggebieten klärt.

Im Bereich des Kamms verkleinert sich die Luftgeschwindigkeit mit der Höhe und das zweite Glied auf der rechten Seite der Gleichung (5) ist negativ. In einer unteradiabatischen Atmosphäre ist dort auch das dritte Glied auf der rechten Seite dieser Gleichung negativ. Das bedeutet, dass unter sonst gleichen Bedingungen im Bereich des Bergkamms der Luftdruck langsamer mit der Höhe abnimmt als in einer ruhigen Atmosphäre. Dort besteht eine « dynamische Depression », die in grösseren Höhen über dem Kamm die Biegung der Stromlinien nach un-

ten zur Folge hat. Im Bereich des Kamms kann der vertikale Temperaturgradient wesentlich verkleinert sein.

Die gewonnenen Resultate deuten auf einige allgemeine Eigenschaften des Strömungsfeldes in der Atmosphäre, die hier nicht weiter diskutiert werden können.

Die Beobachtungsdaten für vorliegende Untersuchung wurden von der Vazduhoplovni savez Jugoslavije zur Verfügung gestellt. Ihr sei auch an dieser Stelle besonderer Dank ausgesprochen.

M. Čadež

#### LITERATUR

- [1] SCORER, R. S., Quart. J. R. Met. Soc., 80 (1954), S. 417.  
[2] LYRA, G. Z. f. angew. Math. Mech. 23 (1943), S. 1.

## Risultati e considerazioni sull'applicazione della teoria di Scorer ad alcune situazioni d'onda su territorio italiano

VINCENZO DE FILIPPIS, del Centro di Volo a Vela del Politecnico di Torino, applica la teoria di Scorer ad alcune situazioni meteorologiche dimostratesi favorevoli alla formazione di correnti ondulatorie accertate per mezzo di alianti. Il calcolo del parametro  $l^2$ , effettuato per intervalli finiti e trascurando il secondo termine dell'espressione, è spedito, ma diviene incerto nelle vicinanze della corrente a getto. La diminuzione del parametro  $l^2$  con la quota è determinata più dalla decrescita della stabilità che dall'aumento della velocità del vento. Nella parte inferiore dell'atmosfera si nota l'esistenza di uno strato relativamente più stabile che in vicinanza del suolo diviene pressoché adiabatico.

SUMMARY. The Scorer's theory was applied to some meteorological situations that were demonstrated favourable for the occurrence of standing lee waves, as verified by gliders. The computation of the  $l^2$  parameter, made at various levels neglecting the second term in the expression, becomes uncertain at jet-stream levels.

The decrease of the  $l^2$  parameter with altitude is due more to a decrease of stability than to an increase of wind speed. In the lower troposphere, the existence of a layer relatively more stable, that in the proximity of the ground becomes adiabatic, is observed.

#### Introduzione.

La teoria di Scorer è stata applicata ad alcune situazioni meteorologiche dimostratesi favorevoli alla formazione sul territorio Italiano di correnti ondulatorie; la presenza di queste è stata accertata per mezzo di alianti e le quote raggiunte dimostrano l'imponenza del fenomeno.

Nell'espressione del parametro

$$l^2 = \frac{g\beta}{U^2} - \frac{1}{U} \frac{\delta^2 U}{\delta z^2}$$

è stato trascurato il secondo ter-

mine sia perchè nei casi considerati la variazione della velocità del vento con la quota è poco sensibile, sia perchè quando la variazione è notevole, il che accade negli strati alti vicino alla corrente a getto, occorrerebbe un maggior numero di rilevamenti al fine di tracciare una curva delle velocità sufficientemente attendibile; l'interpretazione soggettiva dell'andamento di questa può condurre a risultati molto lontani dalla realtà; tuttavia si possono trarre alcu-

ne valide conclusioni qualitative. Il calcolo del parametro  $l^2$  è stato effettuato per intervalli finiti di quota corrispondenti a variazioni di 50 mb del valore della pressione; per ciascun intervallo si sono assunti i valori medi della temperatura, dei gradienti adiabatico ed effettivo e della velocità del vento.

Poichè nei casi considerati la direzione del vento è pressoché normale alla direzione dei rilievi montani ed inoltre è poco varia-

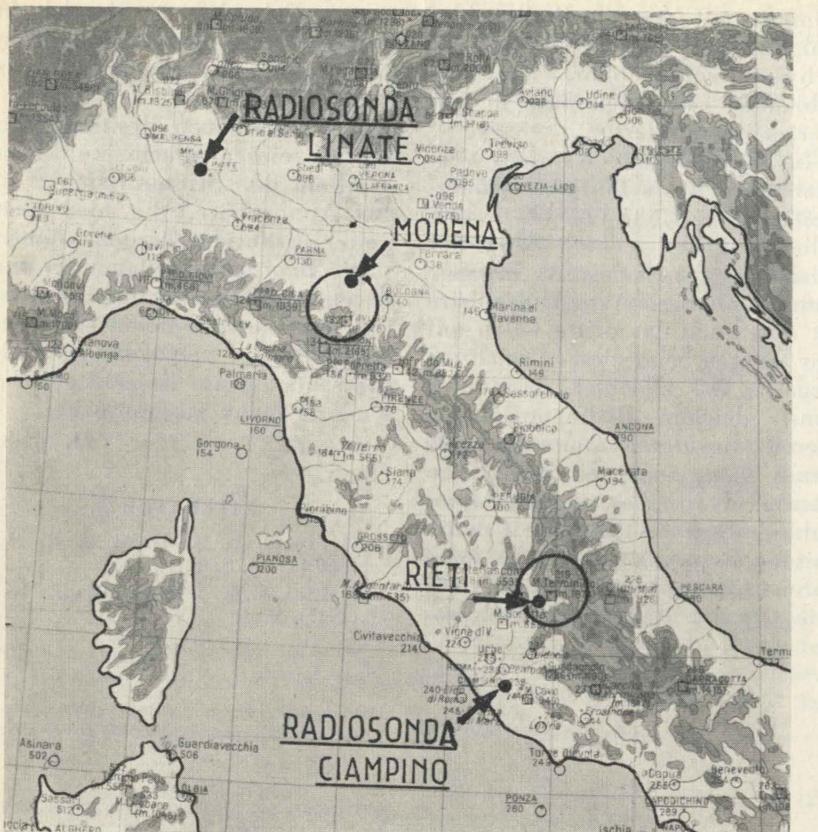


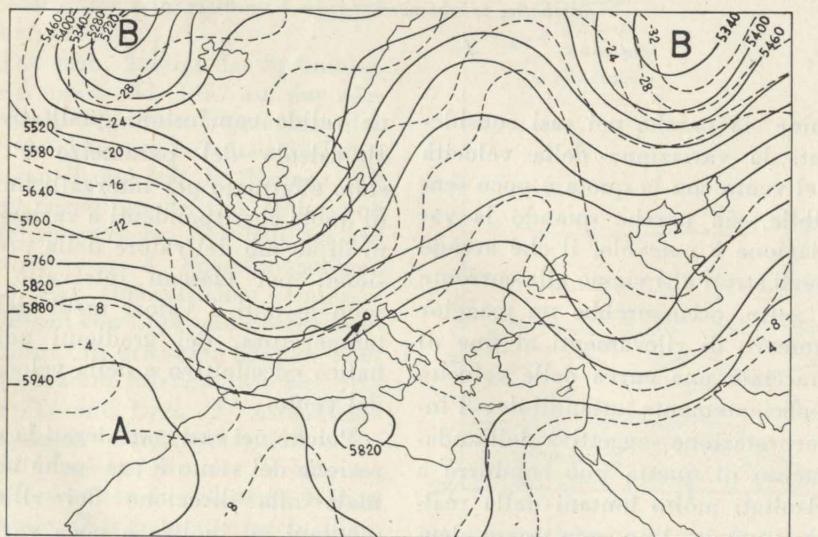
Fig. 1.

bile con la quota, si è assunto il valore effettivo della velocità anziché la sua componente.

I dati per i calcoli sono stati desunti dai radiosondaggi delle stazioni meteorologiche di Linate e di Ciampino (indicate con frec-

cia nella fig. 1), essendo queste, fra quelle disponibili, le più vicine alle zone ove sono stati studiati i movimenti ondulatori (indicate con cerchi nella fig. 1); essendo però tali stazioni, nei casi considerati, sottovento ai rilievi, ben-

Fig. 2 - Topografia assoluta ed isoterme relative alla superficie isobatica di 500 mb; ore 12/z del 22-9-1958.



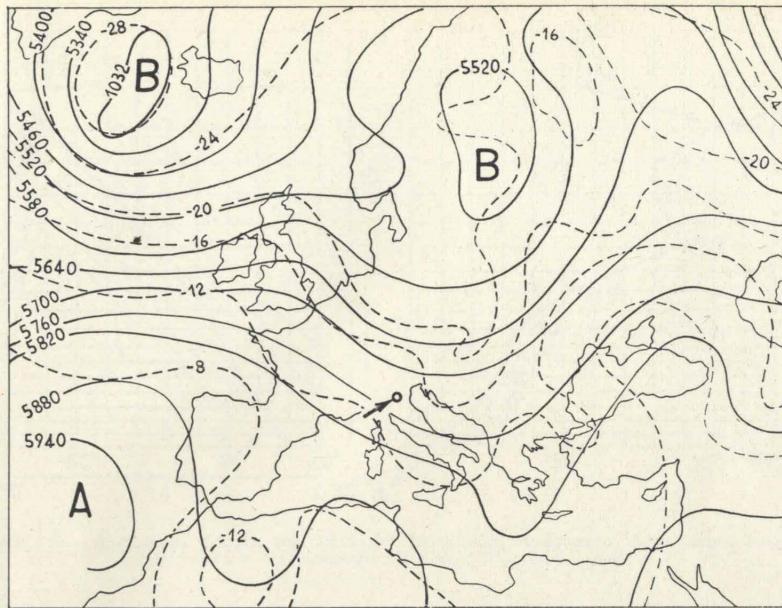


Fig. 5 - Topografia assoluta ed isoterme relative alla superficie isobara di 500 mb; ore 12/z del 23-9-1958.

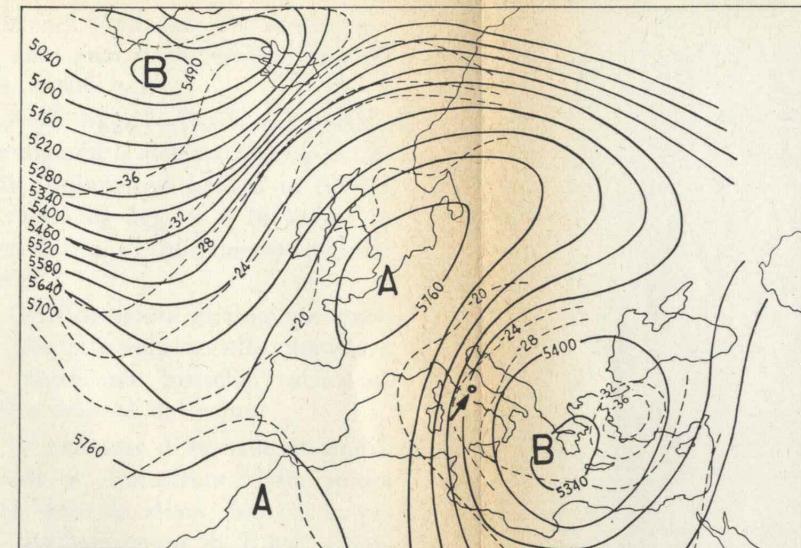


Fig. 8 - Topografia assoluta ed isoterme relative alla superficie isobara di 500 mb; ore 00/z del 28-1-1959.

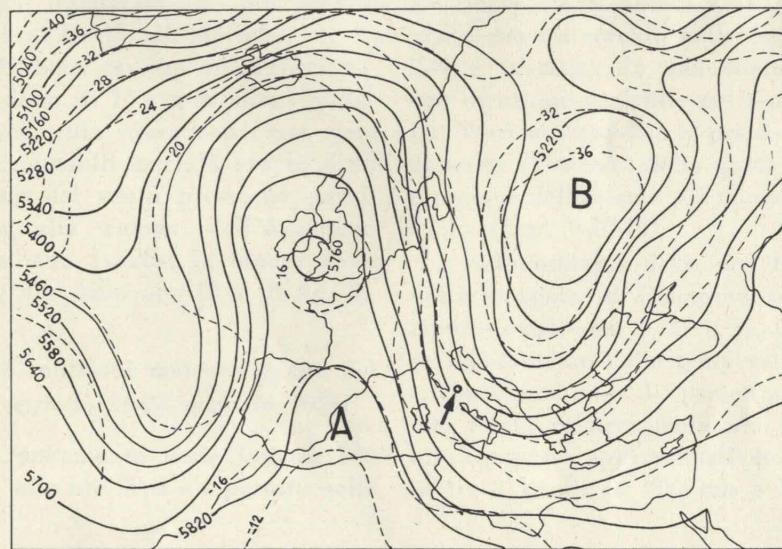


Fig. 6 - Topografia assoluta ed isoterme relative alla superficie isobara di 500 mb; ore 00/z del 26-1-1959.

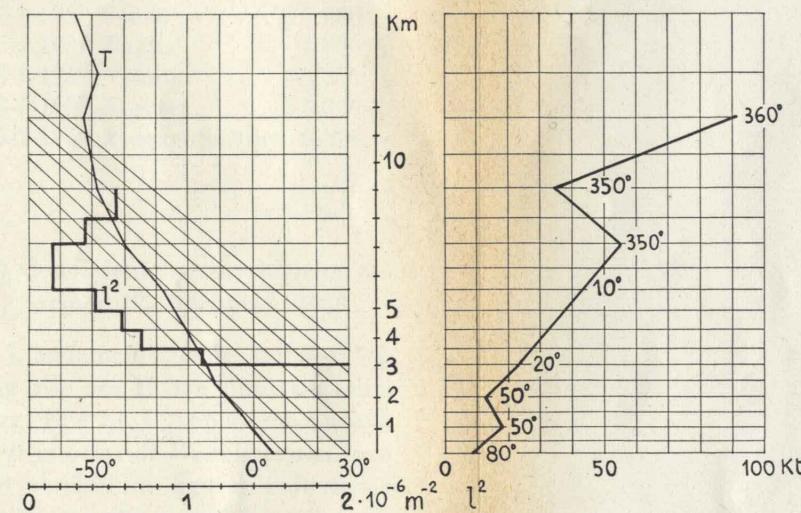


Fig. 9 - Radiosonda Ciampino, ore 12/z del 26-1-1959. Andamento della temperatura; del vento e del parametro di Scorer ( $l^2$ ) con la quota.

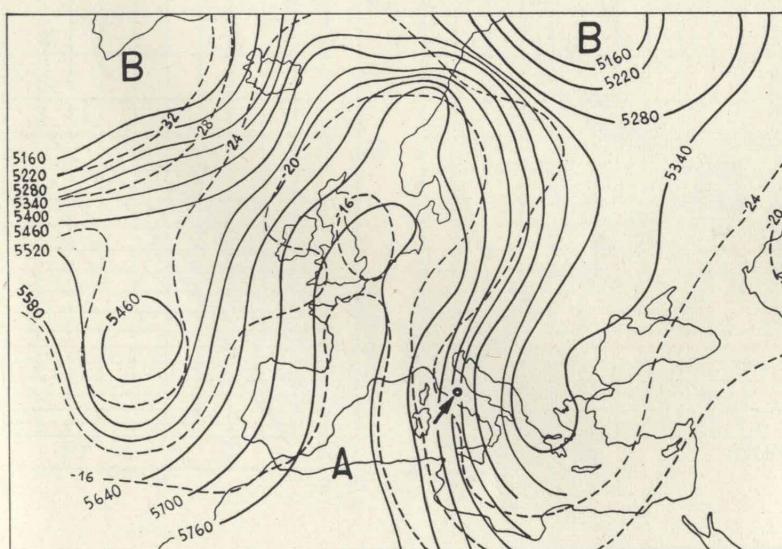


Fig. 7 - Topografia assoluta ed isoterme relative alla superficie isobara di 500 mb; ore 00/z del 27-1-1959.

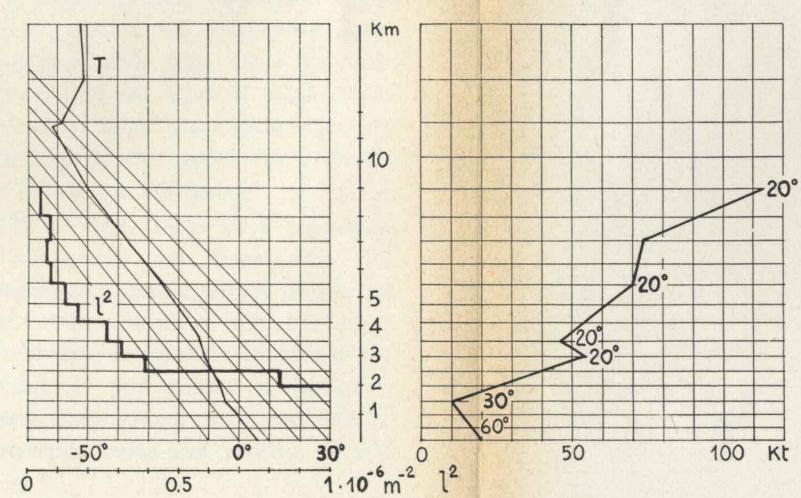


Fig. 10 - Radiosonda Ciampino, ore 12/z del 27-1-1959. Andamento della temperatura; del vento e del parametro di Scorer ( $l^2$ ) con la quota.

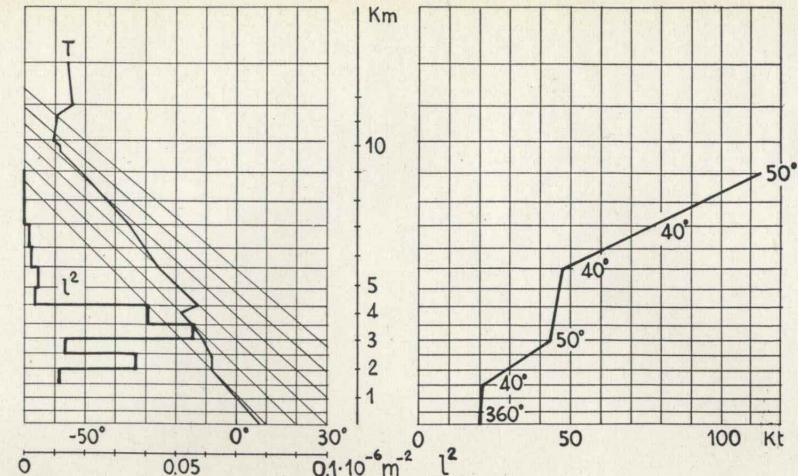


Fig. 11 - Radiosonda Ciampino, ore 12/z del 28-1-1959. Andamento della temperatura; del vento e del parametro di Scorer ( $l^2$ ) con la quota.

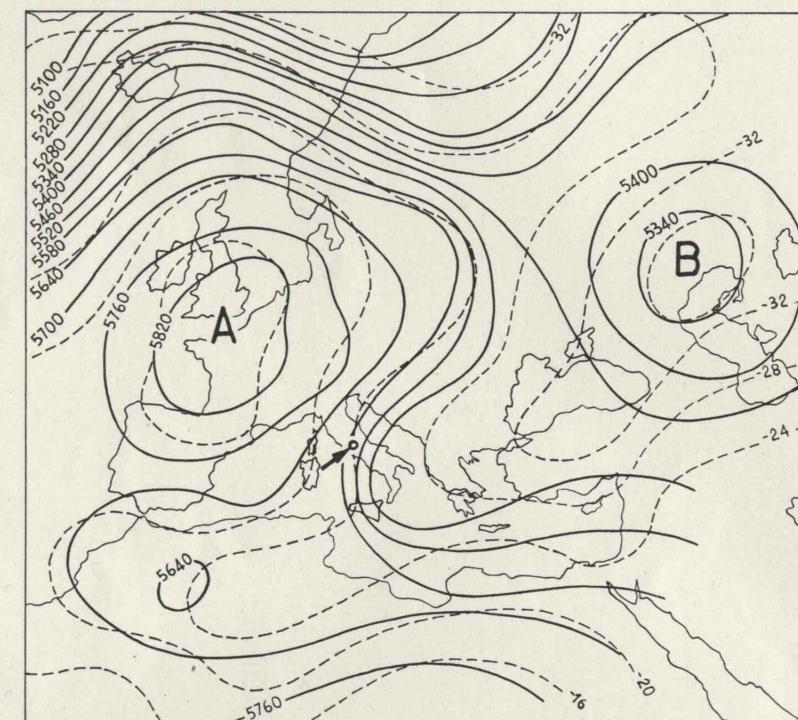


Fig. 12 - Topografia assoluta ed isoterme relative alla superficie isobara di 500 mb; ore 12/z del 17-2-1959.

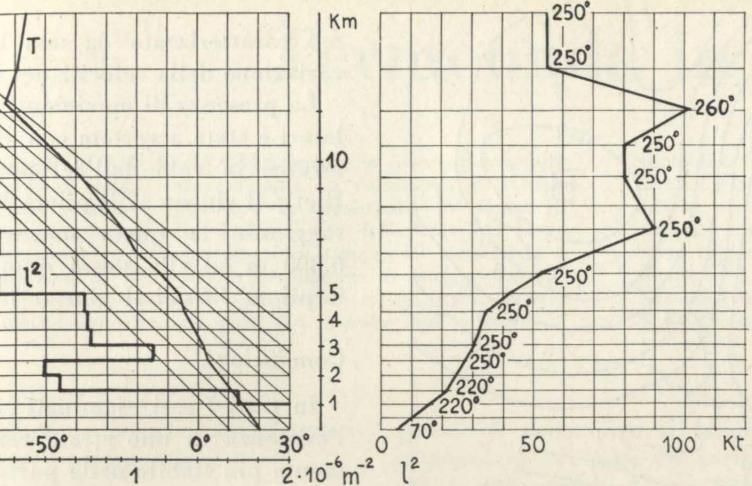


Fig. 3 - Radiosonda Linate, ore 12/z del 22-9-1958. Andamento della temperatura, del vento e del parametro di Scorer ( $l^2$ ) con la quota.

12/z nella fig. 4; si noti l'esistenza anche in questo caso di uno strato relativamente più stabile sino al livello di 450 mb.

Sebbene sussista una brusca variazione di  $l^2$  i movimenti ondulatori nella stessa zona non sono più possibili essendo ora la direzione del vento pressoché parallela alla catena dell'Appennino Emiliano (vedasi la topografia a 500 mb delle ore 12/z di fig. 5).

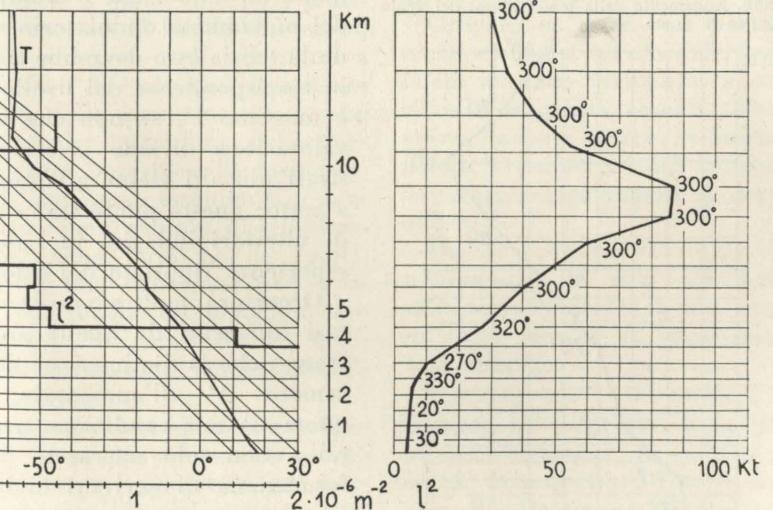
#### B) Condizioni meteorologiche del periodo 26-28 gennaio 1959.

L'andamento delle isobare 500 mb alle ore 00/z è riportato nelle

fig. 6-7-8. L'Appennino Laziale nell'intorno di Rieti, sede del Centro Nazionale di Volo a Vela, (segnato con un cerchio nelle fig. 6-7-8) è investito da una corrente con direzione variabile nel tempo da Nord a Nord-Est e pressoché costante al variare della quota ad eccezione dello strato più vicino al suolo (figg. 9-10-11).

I radiosondaggi delle ore 12/z della stazione di Ciampino sono riportati nelle fig. 9, 10 e 11. Circa l'andamento della temperatura anche ora si nota la presenza di uno strato relativamente più stabile compreso approssimativamente fra i livelli di 600 mb e 800

Fig. 4 - Radiosonda Linate, ore 12/z del 23-9-1958. Andamento della temperatura, del vento e del parametro di Scorer ( $l^2$ ) con la quota.



mb; nel sondaggio del 28 gennaio si nota anzi un'inversione fra 630 mb e 600 mb.

Nelle figg. 9, 10, 11 è riportato l'andamento del parametro  $l^2$  la cui diminuzione brusca in fig. 11 e meno in figg. 9 e 10 indica la possibilità di movimenti ondulatori.

Considerazioni analoghe a quelle già fatte valgono alle quote ove si verificano brusche variazioni della velocità del vento.

La presenza di movimenti ondulatori è dimostrata dalle quote raggiunte da alianti levatisi in volo dall'aeroporto di Rieti, riportate nella seguente tabella:

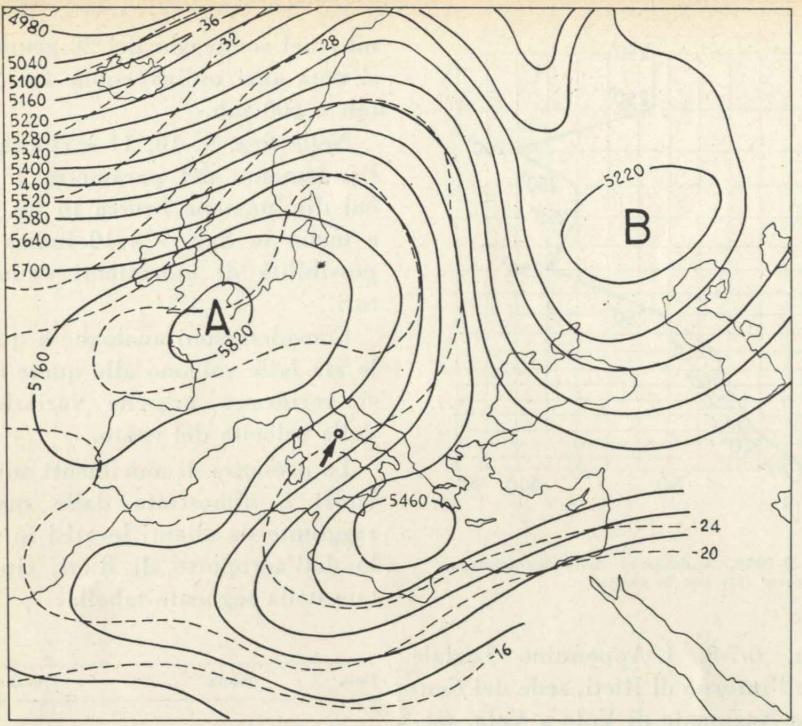
Data	Pilota	Quota max
26-1-1959	Vella	3.800 m
27-1-1959	Scano	7.600 »
27-1-1959	Paglia	4.600 »
28-1-1959	Vitelli	3.200 »
28-1-1959	Ferrari	5.300 »
28-1-1959	Ferrari-Sartori	6.890 »

#### C) Condizioni meteorologiche del periodo 17-18 febbraio 1959.

L'andamento delle isobare 500 mb alle ore 12/z è riportato nelle figg. 12 e 13. L'Appennino Laziale nell'intorno di Rieti (segnato con un cerchio in figura) è investito da una corrente con direzione variabile nel tempo da Nord-Est a Est-Nord-Est e pressoché costante al variare della quota (figg. 14-15).

I radiosondaggi delle ore 12/z della stazione di Ciampino sono riportati nelle figg. 14 e 15. Anche in questi casi si nota l'esistenza di uno strato relativamente più stabile compreso fra i livelli di 700 mb e 850 mb.

Nelle figg. 14 e 15 è riportato l'andamento del parametro  $l^2$ ; una brusca diminuzione di esso si può notare solo in fig. 15; poco sensibili sono invece le variazioni in fig. 14 per quanto è da attendersi una notevole diminuzione in corrispondenza del livello di 400



## 2 a) Strade di termoonda parallele al vento.

Queste strade hanno origine da qualche montagna, che, essendo più alta o comunque più favorevolmente esposta al vento, dà origine ad una ristretta fascia interessata da fenomeni ondulatori più intensi e meglio organizzati. La formazione di tali strade è indicata, nei mattini estivi, dalla comparsa di una serie di piccoli cumuli, distanziati abbastanza regolarmente, su di un allineamento che parte dalla montagna, e presentanti una configurazione, che nel suo complesso appare stazionaria, mentre in realtà ciascun cumulo nasce in un certo punto da «virgole» o da piccoli embrioni di cumuli, che, scarrociando col vento, si raggruppano e si ingrossano, accumulandosi su determinate zone del terreno, prendendo aspetto e consistenza cumuliforme, per poi dissolversi quasi improvvisamente poco più a valle e venir rimpiazzati, dopo un certo intervallo di tempo, da altri cumuletti, che nascono, si sviluppano e decadono con lo stesso ciclo e quasi esattamente sugli stessi punti.

Col procedere dell'ora del giorno, l'intervallo di tempo tra la scomparsa di un cumulo e la comparsa del successivo diventa sempre più breve, sinché, ad un certo momento, il ciclo di formazione e dissolvimento assume una frequenza tale, che una determinata zona è continuamente interessata dal susseguirsi di virgolette, che rapidamente ingrossano e si raggruppano in ammassi cumuliformi, spostandosi col vento, mentre altre virgolette nascono nella zona iniziale e seguono le vicende di quelle precedenti, scomparendo, come quelle, bruscamente più a valle.

Il cielo appare quindi occupato da una regolare disposizione di questi aggregati nuvolosi, separati gli uni dagli altri da una distanza costante, come a costituire i pilastri di un lungo viadotto in costruzione.

Intensificandosi l'attività termica, questi pilastri acquistano consistenza più notevole, maggiore sviluppo verticale e maggiore estensione orizzontale, sino a sal-

darsi quasi gli uni con gli altri a formare delle vere strade di stratocumuli, larghe sino a tre o quattro chilometri e lunghe alcune decine. Quelle da me utilizzate non superavano i 40 km di lunghezza ed erano coperte da 8/8 di stratocumuli, con base tra 1500 e 2000 m e sommità sui 3500/4000 m, con occasionale sviluppo sino a forse 5000 e degenerazione, in qualche punto, in cumulonembi temporaleschi con grosse precipitazioni e successiva scomparsa di ogni ascendenza, in un raggio di 10-15 km, per un breve tempo, dopo il quale la strada di cumuli si riformava abbastanza rapidamente.

Percorrendo per la sua lunghezza una strada di questo genere completamente formata, la striscia ininterrotta di nubi appare traversata da striature, chiare e scure, alternantesi a distanze tra i due ed i quattro km, disposte come le traversine ferroviarie sulle strade ferrate.

Nel pomeriggio avanzato la strada di cumuli comincia a dissolversi, con un processo analogo ma inverso a quello di formazione; le striature chiare diventano più nette, si aprono in fessure serene, che si allargano gradualmente, lasciando infine soltanto una serie di pilastri, a distanza di 8-10 km, costituiti da ammassi cumuliformi, di assai notevole consistenza e sviluppo verticale, che poi si attenuano e finiscono per scomparire quasi completamente al calare della sera.

Strade di termoonda di questo genere ho avuto occasione di osservare e utilizzare alcune volte ed ho potuto camminare sotto di esse, contro vento, in ascendenza praticamente continua senza mai spiralar per 25-30 km, raggiungendone l'inizio, situato due o tre lunghezze d'onda sottovento alla montagna per salire qui, in onda pura, sino ad oltre 5500 m.

È interessante osservare che:

1) queste strade di cumuli di termoonda, da me osservate ed utilizzate, avevano tutte inizio sottovento alla montagna a distanza di alcune lunghezze d'onda da essa; il primo tratto era praticamente sereno, salvo qualche raro

e piccolo cumulo isolato di rotore;

2) la lunghezza d'onda lungo dette strade, apprezzata come la distanza tra due strisce trasversali scure (o chiare), era dell'ordine di 2-4 km, mentre la lunghezza d'onda delle onde utilizzate in cielo sereno nelle stesse situazioni era dell'ordine di 8-10 chilometri.

Ho avuto modo di osservare strade di termoonda parallele al vento: sottovento del Monte Terminillo, per venti di Nord e di Nord Est, sino all'altezza di Guidonia e di Roma (utilizzate); sottovento dei Colli Albani, per venti meridionali, sino quasi a Rieti (utilizzate parzialmente); sottovento di Monte Cusna e di Monte Cimone, per venti di Sud Ovest, sino al corso del Fiume Po (osservate).

## 2 b) Strade di termoonda trasversali al vento.

Un'altra situazione tipica di termoonda porta alla formazione di lunghe strade di stratocumuli, generalmente in più file parallele equidistanti, disposte trasversalmente al vento.

Anche queste strade si formano in condizioni di forti venti in quota, che creano fenomeni ondulatori sottovento alla montagna ed a distanza di alcune lunghezze d'onda da essa, (a differenza dei cumuli di rotore, che si formano proprio nella zona di sottovento immediato), quando coesistano condizioni di instabilità dell'atmosfera.

Esempi caratteristici ed impionenti di strade di termoonda di questo tipo si hanno in Val Padana, che è spesso interessata da fenomeni di termoonda; cosa logica del resto, essendo essa praticamente chiusa da montagne considerevoli sui tre lati N, W e S, che comprendono proprio i settori dai quali spirano i venti più intensi e più stabili.

La presenza di strade di questo tipo è facilmente rilevabile, sia a terra, prima del volo, mettendo in relazione i venti in quota con l'orografia e l'osservazione della grande disposizione delle nubi, sia in volo, osservando le caratteristiche dell'ascendenza in relazione

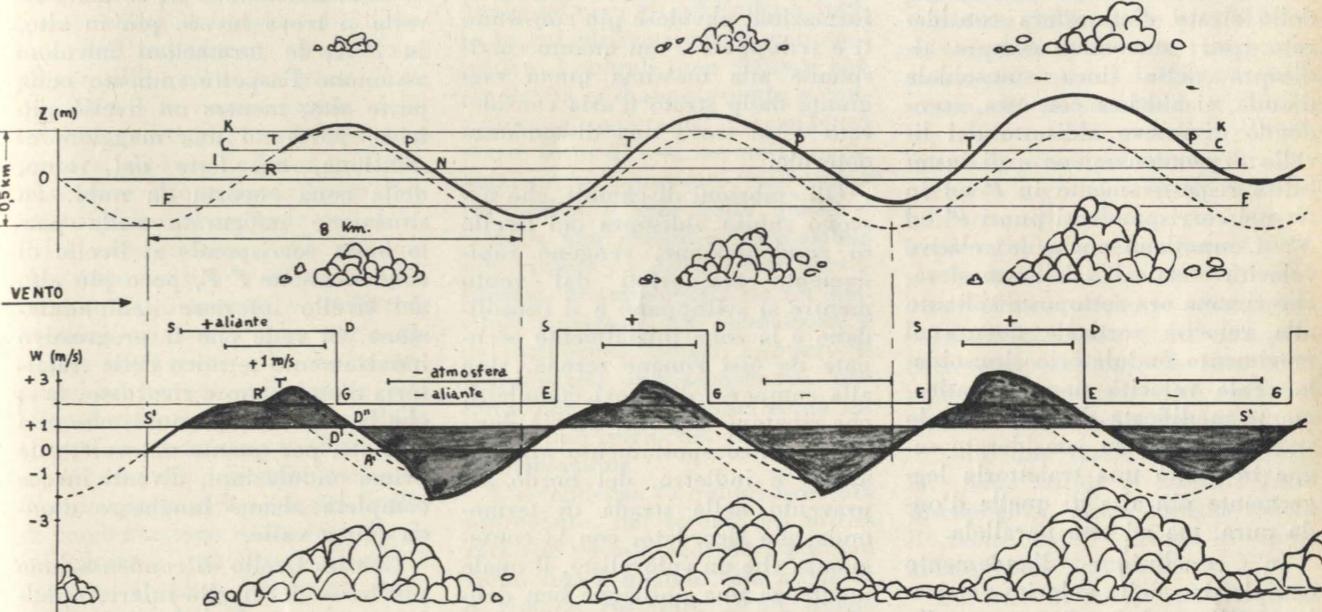
alla nube e, ancora, la grande disposizione delle nubi; cosa questa non sempre facile da rilevare in volo.

Già osservando la nascita dei primi cumuletti, al mattino, è possibile notare, che essi sono situati lungo grandi allineamenti, separati da analoghi allineamenti intermedi praticamente sereni. Col crescere dell'attività termica, questi cumuli infittiscono e crescono rapidamente a costituire, in breve tempo, delle vere e proprie strade di stratocumuli, larghe sino a qualche chilometro, lunghe molte diecine, intervallate da nastri di cielo sereno.

Ho avuto modo di osservare e utilizzare ripetutamente notevoli strade di termoonda trasversali al vento, per lunghezze sino a 40-50

piccoli spiragli chiari; l'ombra sul terreno però è praticamente ininterrotta. Il bordo anteriore, sopra vento, pur essendo nel suo complesso rettilineo, presenta un alternarsi di insenature e promontori, costituiti da nuclei cumuliformi in fasi diverse di sviluppo, i quali nascono su di una zona, si sviluppano arretrando e lasciando tale zona serena, salvo poi rifinarsi di nuovo nella stessa zona, dando così origine al ciclico movimento alterno, che si osserva.

Supposto che l'atmosfera, sottovento di ostacoli montuosi, sia interessata da movimenti ondulatori, la figura rappresenta, con la linea tratteggiata superiore, l'andamento medio di tali ondulazioni, supposto sinusoidale con lunghezza d'onda di 8 km ed ampiezza di 250 m, corrispondenti, per un vento di 20-25 kts, a circa 2 m/s di



A differenza delle strade di termoonda allineate col vento, la cui formazione è lenta e graduale e non sempre arriva ad una copertura totale di tutta la strada, queste strade arrivano più rapidamente alla copertura totale di stratocumuli, rimangono formate per lungo tempo e si sciogliono poi altrettanto rapidamente. Esse inoltre non presentano le striature trasversali chiare e scure, caratteristiche delle strade parallele al vento, ma presentano una distribuzione della nebulosità, e quindi un colore, praticamente uniforme, con zone più scure occasionalmente distribuite e corrispondenti a qualche cumulo, che raggiunge localmente uno sviluppo maggiore.

Inoltre la copertura di nubi non è, a rigore, proprio completa, ma spesso costituita da tanti cumuli accostati, tra i quali rimangono

ascendenza (o discendenza) dell'atmosfera.

Nella parte inferiore della stessa figura è rappresentato, con linea in parte tratteggiata ed in parte continua, l'andamento pure sinusoidale, delle velocità verticali dell'atmosfera per effetto di tale ondulazione.

Supponiamo una certa instabilità, per cui un certo strato dell'atmosfera, spostandosi col vento secondo l'andamento sinusoidale indicato, una volta sollevato al livello I I continua a salire con una certa velocità verticale, che abbiamo supposto dell'ordine di 1 m/s: da questo momento (punto R) alla velocità verticale dell'atmosfera dovuta al solo movimento ondulatorio va sommata la velocità verticale di instabilità, come è rappresentato nella parte inferiore della figura (R'T'D'P'). Di conse-

guenza la traiettoria effettivamente seguita dallo strato d'aria considerato si eleverà gradualmente al disopra di quella sinusoidale del caso di onda pura, come indica la linea superiore continua.

Se il livello di condensazione è rappresentato dalla retta *CC*, quando lo strato d'atmosfera considerato raggiunge tale livello, (punto *T*), ha inizio la condensazione con relativo aumento della velocità verticale per lo sviluppo del calore relativo; tale velocità verticale si somma alle due già viste, di cui è animata l'atmosfera (*R'T'D'A'P'*).

La traiettoria della linea media dello strato d'atmosfera considerato, pur rimanendo sempre aldisopra della linea sinusoidale d'onda, si abbassa con essa, scendendo di nuovo aldisotto del livello di condensazione e di instabilità rispettivamente in *P* ed in *N*; nei corrispondenti punti *P'* ed *N'* si annullano anche le relative velocità verticali dell'atmosfera, che rimane ora sottoposta soltanto alla velocità verticale dovuta al movimento ondulatorio sinusoidale. Tale velocità non è praticamente modificata dal fatto che lo strato atmosferico considerato segue in realtà una traiettoria leggermente più alta di quella d'onda pura, ma ad essa parallela.

In conclusione l'andamento complessivo della velocità verticale dell'atmosfera diventa quello segnato con tratto grosso continuo nella parte inferiore della figura.

Risulta anche che la formazione nuvolosa si verificherà nell'intervallo *T P*, mentre a destra del punto *A'* (fuori delle nubi) o *A''* (entro le nubi) si avrà *descendenza dell'atmosfera*.

Supponendo ancora che l'aliante abbia una velocità propria di discesa di 1 m/s, la velocità di salita o discesa dell'aliante, così come è misurata dai suoi strumenti, sarà quella riferita alla nuova linea base *S' S'*, messa in risalto, nella figura allegata, dalla tinteggiatura scura. La zona di *descendenza dell'aliante* comincia a partire dal punto *D'* (fuori dalle nubi) o *D''* (entro le nubi).

La linea spezzata «a greca» *SDGE* riassume le zone in cui l'aliante riscontra ascendenza (segmenti alti con la scritta: + alian-

te) o discendenza (segmenti bassi con la scritta: — aliante); mentre gli altri segmenti segnati riassumono rispettivamente l'estensione delle zone in cui l'ascendenza dell'aliante supera 1 m/s (segmento con la scritta: + 1 m/s) e delle zone in cui la velocità verticale dell'atmosfera è negativa (segmenti con la scritta: — atmosfera).

È interessante osservare che la zona di migliore ascendenza si trova in cielo sereno, sopravento alla nube — che ha inizio in *T* — e sotto il suo bordo anteriore, mentre sotto un'ampia zona della nube, e più particolarmente proprio sotto a quella, cui sovrastano le formazioni nuvolose più consistenti e sviluppate — in quanto corrisponde alla massima quota raggiunta dallo strato d'aria considerato — si trova una discendenza notevole.

Gli embrioni di cumuli, che nascono subito aldisopra del livello di condensazione, vengono rapidamente trasportati dal vento mentre si sviluppano e si consolidano e la zona inizialmente occupata da essi rimane serena, sino alla comparsa di nuovi cumuletti, che ripetono il gioco. Da ciò deriva il ciclico spostamento alterno, avanti e indietro, del bordo sopravento della strada di termoonda, già ricordato, con la conseguenza che un volovelista, il quale mantenga una posizione ben definita e fissa rispetto al terreno, viene in realtà a trovarsi periodicamente tra le nubi od in cielo sereno, avanti ad esse; in quest'ultima situazione è portato a ritenersi spostato troppo in avanti e quindi ad arretrare verso le nubi. Così facendo si sposta invece troppo indietro, verso la zona di discendenza, dove rimane improvvisamente chiuso da nubi di nuova formazione, dalle quali uscirà in posizione ancora più arretrata, per effetto del vento. È andato così a finire sotto alla parte più consistente dell'ammasso nuvoloso, dove, ingannato dall'aspetto, insiste a cercare l'ascendenza perdendo invece quota assai rapidamente. La tecnica corretta appare chiaramente dalla figura: abbandonare subito la zona nuvolosa più intensa puntando decisamente e velocemente contro vento, verso il sereno.

La figura, nella quale sono rappresentate tre ondulazioni successive, mostra anche come il progressivo innalzamento della traiettoria dello strato atmosferico considerato, per il già rilevato effetto dell'ascendenza termica, interviene a modificare l'estensione e la consistenza delle formazioni nuvolose mano a mano ci si allontana sottovento, cioè verso destra nella figura. Infatti aumentano l'ampiezza dell'intervallo *T P* e la quota massima raggiunta.

Nella parte intermedia della figura è indicata una situazione di nubi corrispondente ad un livello di condensazione *C C*; se detto livello si trova invece più in alto, in *K K*, le formazioni nuvolose assumono l'aspetto indicato nella parte alta, mentre un livello più basso porta ad una maggiore estensione, nel letto del vento, della zona coperta da nubi. La situazione raffigurata nella parte bassa corrisponde al livello di condensazione *F F*, poco più alto del livello inferiore dell'ondulazione. Si vede che il progressivo innalzamento termico della traiettoria d'onda, sopra ricordato, fa sì che la copertura di nubi, che non è totale, per quanto notevole, alle prime ondulazioni, diventi invece completa alcune lunghezze d'onda più a valle.

Con un livello di condensazione più basso del livello inferiore della traiettoria d'onda si ha una copertura totale, costituita da un lenzuolo di stratocumuli praticamente ininterrotto, con base piana orizzontale al livello di condensazione e superficie superiore modulata sinusoidalmente in montagne e vallate, sui cui costoni si incontrano alternativamente ascendenze (su quelli esposti al vento) e discendenze.

Questa situazione fu incontrata e utilizzata da P. A. Wills il 30-7-'54 in Inghilterra, durante i campionati mondiali, e da lui marginalmente descritta.

Se la situazione orografico-atmosferica è tale, che le ondulazioni, anziché estendersi trasversalmente al vento per tratti di notevole lunghezza, si limitano ad una fascia larga pochi km sottovento ad ostacoli montuosi più elevati o più favorevolmente esposti, allora si ha una strada di cumuli parallela

al vento, la cui copertura può essere più o meno sviluppata, sino a diventare totale nel caso già ricordato di livello di condensazione più basso della parte più bassa dell'ondulazione. Si tratta di una sottile fetta, parallela al vento, di quel lenzuolo nuvoloso, a base inferiore pianeggiante ed a superficie superiore ondulata, prima citato. Tale ondulazione, con la relativa ciclica variazione di spessore delle nubi, dà luogo alle caratteristiche striature trasversali ricordate. La constatata continuità di ascendenza sotto tale strada, con variazioni cicliche d'intensità, è comprensibile, nel modello in discorso, ove si immagini che il valore dell'ascendenza termica superi quello dell'ascendenza d'onda. Allora la composizione delle velocità verticali, ondulatoria e termica, dà luogo ad una risultante sempre diretta verso l'alto, con intensità periodicamente variabile.

La constatazione, già riferita, che tutte le strade di cumuli di termoonda osservate o utilizzate avevano origine ad una certa distanza sottovento alla montagna, potrebbe trovare spiegazione nell'innalzamento progressivo della traiettoria ondulata per effetto termico; esso dopo alcune lunghezze d'onda, porta aldisopra del livello di condensazione uno strato d'aria inizialmente più basso, come è appunto il caso raffigurato nella parte bassa della figura.

È chiaro che le diverse possibili combinazioni di onda, instabilità ed umidità atmosferica possono dar luogo ad una varietà infinita di situazioni di termoonda, di cui quelle descritte sono le più tipiche ed evidenti.

Osservazioni fatte nel corso di un veleggiamento, il 23-9-'58, signora non confortate dalla conferma della ripetuta osservazione, fanno ritenere esistano anche strade di termoonda secca, cioè non localizzata da formazioni nuvolose di alcun genere.

Però tutte le situazioni di termoonda possono essere riconosciute, interpretate ed utilizzate volvelisticamente sulla base del modello elementare riferito.

#### 4) *Tecnica di utilizzazione della termoonda.*

Per quanto evidente da quanto prima esposto, riassumo breve-

mente, per maggior chiarezza, la tecnica di utilizzazione di tre situazioni tipiche di termoonda:

a) la situazione, in cui i cumuli, pur assumendo un discreto sviluppo singolo, non arrivano a saldarsi in strade continue;

b) la situazione, in cui si hanno delle strade continue di stratocumuli, parallele al vento;

c) la situazione caratterizzata da strade continue di stratocumuli, trasversali al vento, spesso su più file parallele.

Il caso a) si presenta con maggior frequenza, in quanto, fra l'altro, costituisce la fase iniziale e finale del caso b); ed è anche quello la cui utilizzazione è meno intuitiva. I cumuli sono disposti con regolarità ed hanno aspetto e consistenza promettenti; l'ascendenza non è sotto di essi ma nella parte anteriore e sopravento, nella zona tra ombra e sole nella quale si verifica una periodica formazione di «virgole» e di embrioni cumuliformi, accompagnata da un sensibile aumento dell'ascendenza e da turbolenza, dovuta appunto al manifestarsi dell'ascendenza termica, che è resa visibile, e più intensa, dall'inizio dei fenomeni di condensazione.

L'ascendenza va quindi ricercata sopravento, nel sereno, ed utilizzata con spirali, scarroccando col vento sino a quando essa migliora o rimane costante; non appena l'ascendenza indicata dal variometro *inizia a calare*, occorre abbandonarla e puntare senza incertezze contro vento, verso il sereno, senza farsi ingannare dal valore ancora discreto dell'ascendenza residua e dall'aspetto dei cumuli sovrastanti. Altrimenti si finisce per cadere nel buco della termoonda, dal quale è possibile uscire soltanto a prezzo di una notevole perdita di quota.

Il traversone contro vento dovrà essere proseguito nel sereno sino a quando si rileva una *notevole diminuzione* dell'ascendenza; si è allora tornati pressapoco nella zona iniziale, dove si riprenderà a spirolare, osservando ancora la nascita di altre «virgolette» e seguendole come prima.

Riferendo attentamente la posizione al terreno, si nota che i punti di passaggio dalla spirale al traversone, e viceversa, sono pra-

ticamente sempre gli stessi, anche se, a prima vista, l'ingannevole riferimento alle nubi li fa apparire in continuo movimento; è così possibile localizzare e mantenere la zona di più conveniente sfruttamento dell'ascendenza.

Nel caso invece di strade di termoonda parallele al vento, costituite da lunghi nastri rettilinei a copertura praticamente totale e striati trasversalmente da striscie chiare e scure, l'utilizzazione dell'ascendenza, praticamente continua sotto tutta la strada, è assai più facile. La figura già esaminata fa vedere perché l'ascendenza è più intensa sopravento delle strisce scure (nella quale le nubi hanno maggiore spessore) e rimane costante per tutta la larghezza della strada, da un suo bordo all'altro. La maniera più semplice di utilizzazione consiste nel seguire un percorso a greca, volando trasversalmente alla strada, da un suo bordo all'altro, nelle zone di maggiore ascendenza e attraversando invece direttamente le altre zone.

In questo modo si arriva a percorrere rapidamente distanze notevoli anche contro vento, guadagnando quota nel complesso.

Nelle due fascie serene ai due lati della strada si ha una forte discendenza, di cui bisogna tenere il debito conto quando si vuole abbandonare la strada.

Nel caso di strade trasversali al vento la tecnica di utilizzazione è altrettanto semplice, una volta individuata la situazione: si tratta infatti di mantenersi nella fascia di miglior ascendenza, presso il bordo sopravento della strada, volando con traiettoria rettilinea e con sensibile deriva, facendo attenzione a non finire inavvertitamente nel buco della termoonda, che qui è localizzato sotto la parte centro-posteriore della nube. Normalmente si riesce a procedere velocemente, mantenendo la quota senza spirolare altro che occasionalmente.

Quando invece interessi raggiungere la massima quota, si salirà mantenendosi avanti al lato controvento della nube, percorrendolo come un pendio, attenti a non farsi inghiottire dalle formazioni nuvolose, che in questa zona si rinnovano continuamente.

Guido Antonio Ferrari

# Carta delle zone d'ascendenza d'onda per venti di tramontana nel Lazio

**GUIDO ANTONIO FERRARI** ha osservato, nel corso di una serie abbastanza numerosa e sistematica di veleggiamenti in condizioni d'onda per venti di tramontana, compiuti nel Lazio nel 1955-56, che la distribuzione sul terreno delle ascendenze ondulatorie si ripete con notevole uniformità al ripetersi dei venti, e ha riportato su di una carta le zone di ascendenza utilizzate in diversi voli, arrivando a localizzare delle zone ben definite, nelle quali le ascendenze d'onda si ripetono regolarmente tutte le volte che si ripete quella situazione di venti. È nata così la carta delle zone d'ascendenza d'onda, di cui presenta due esemplari. Essa, pur costituendo soltanto un primo rudimentale tentativo, è stata assai utile all'A., facilitando enormemente il complesso e faticoso lavoro di ricerca strumentale delle ascendenze in cielo sereno (è questo il caso normale coi venti di tramontana, dato il loro scarso contenuto di umidità) ed il loro inquadramento, durante il volo, in uno schema organico, che ne consente una assai più ampia utilizzazione volovelistica.

pia utilizzazione volovelistica. La compilazione di analoghe carte per tutte le regioni presenterebbe molto interesse anche per lo studio approfondito dei fenomeni ondulatori.

**SUMMARY.** During several soaring flights in wave situations in the Lazio region (Central Italy), in the years 1955-56, it has been repeatedly observed that the distribution of wave lift areas is approximately the same for similar wind conditions. Some schematic maps have therefore been prepared where the lift areas are indicated. Two examples of such maps are presented in the paper. They have proved to be particularly useful in the case of cloudless situations, which is the normal case for «tramontana» (north-east) winds. Similar maps are suggested for other regions. They would certainly prove most useful for a systematic study of mountain waves.

## 0. Premessa.

Nel corso di una serie abbastanza numerosa e sistematica di veleggiamenti, compiuti in condizioni d'onda per venti di tramontana nel Lazio, ho osservato che la distribuzione sul terreno delle ascendenze ondulatorie si ripete con notevole uniformità, così che, riportando su di una carta le zone di ascendenza rilevate in voli diversi, si arriva a localizzare delle zone ben definite, nelle quali le ascendenze d'onda si ripetono tutte le volte che si ripete quella situazione di venti; tali zone individuano la grande ossatura comune alle varie situazioni d'onda.

È nata così la carta delle zone d'ascendenza d'onda; essa, pur costituendo soltanto un primo rudimentale tentativo, mi è stata assai utile, consentendomi, nel corso di successivi voli, di individuare rapidamente ed esattamente le ascendenze d'onda e di utilizzarle in maniera più facile e completa. Infatti la ricerca e la utilizzazione dell'onda presenta difficoltà particolari negli Appennini, perché la poca continuità e altezza dei rilievi dà origine ad ascendenze ondulatorie localizzate su piccole zone circondate da ampie zone di discendenza; su di esse

non è facile orientarsi e rimanere esattamente orientati, dato che, per la scarsa umidità dei venti di tramontana, nel Lazio mancano le preziose indicazioni ed i provvidenziali riferimenti in quota costituiti dalle nubi lenticolari.

La carta delle zone d'ascendenza d'onda facilita enormemente il complesso e faticoso lavoro di ricerca strumentale, in cielo sereno, delle ascendenze ed il loro inquadramento, durante il volo, in uno schema organico, che ne consente un'assai più ampia utilizzazione volovelistica.

## 1. Zona esplorata.

Le carte delle zone di ascendenza d'onda sono state tracciate per un settore estendentesi a ventaglio contro vento sino a circa 60 km. a NE di Roma. Le esplosioni sono state forzatamente limitate a questa zona, che coincide pressapoco con l'alto Lazio, per la necessità di assicurare il ritorno e l'atterraggio sull'aeroporto di partenza, quello di Roma-Urbe, per motivi facilmente comprensibili.

## 2. Orografia della zona.

Nella zona, rappresentata schematicamente nelle carte, troviamo diverse catene montuose parallele, non continue, orientate abbastan-

za regolarmente da NW a SE, disposte su più file successive, separate da vallate lunghe e profonde: è il sistema montuoso dell'Appennino Centrale. Nella carta n. 2 sono riportate le quote delle montagne più alte, in metri sul livello del mare.

A NE ed a SW di questo sistema montuoso troviamo pianure, che si affacciano sui mari Adriatico e Tirreno. Nella carta n. 3 è inquadrata la zona riprodotta nelle carte 1 e 2.

## 3. Andamento dei venti.

Le carte allegate si riferiscono a situazioni di venti di tramontana, che a Roma spirano, al suolo, dal primo quadrante. Esaminando l'andamento dei venti in quota, si rileva l'esistenza di due diverse situazioni:

nella prima, riprodotta nella carta n. 1, il vento al suolo spirava NNE con intensità intorno ai 15 kts. e ruota in quota verso NNW con intensità medie e forti; nella carta n. 1 sono riportati due andamenti di venti in quota, che possono ritenersi rappresentativi di questa situazione;

nella seconda situazione il vento al suolo spirava da NE con intensità sui 20 kts.; in quota ruota leggermente verso NNE con in-

tensità forti e molto forti; queste sono le classiche situazioni di tramontana, che perdurano normalmente per diversi giorni e notti consecutive, con moderate variazioni; nella carta n. 2 sono riportati alcuni andamenti di venti in quota, che possono ritenersi rappresentativi di questa situazione.

In conseguenza dell'orientamento medio delle catene montuose dell'Appennino Centrale, la situazione n. 2 è ovviamente la più favorevole alla formazione ed alla permanenza di notevoli movimenti ondulatori nella zona del Lazio, poiché i venti rimangono praticamente perpendicolari alle montagne a tutte le quote; invece nella situazione n. 1 essi passano da una direzione quasi perpendicolare a bassa quota ad una direzione quasi parallela a quota elevata.

Le situazioni tipo 1, per quanto singolarmente di minor durata, si presentano con maggior frequenza delle situazioni tipo 2.

## 4. Formazioni nuvolose.

Lo scarso contenuto di umidità dei venti di tramontana fa sì che non si osservino nel Lazio nubi lenticolari in quota; si ha normalmente la formazione di caratteristici muri di stau sul crinale delle prime catene appenniniche verso NE; alle volte, in presenza di maggiore umidità atmosferica, si ha su tutte le montagne una copertura sino a 6/8 di nubi stratificate, con ampie e caratteristiche schiarite di foehn e, occasionalmente, qualche nube di rotore; sono queste le uniche indicazioni visive utilizzabili per localizzare il fenomeno ondulatorio; però le nubi sono normalmente limitate a quote inferiori a 3.000 m. sul livello del mare, e quindi la localizzazione ed il mantenimento dell'onda a quote superiori debbono essere fatti mediante la ricerca strumentale.

L'aliante veniva trainato da un aeroplano a motore contro vento; lo sgancio avveniva nella prima ascendenza utilizzabile. La tecnica normalmente usata era di guadagnare quota esplorando una stessa zona sino a quando la velocità di salita dell'aliante era ridotta a valori tra 0,5 e 0,2 m/s per i voli della carta 1, ed a valori tra 1,0 e 0,5 m/s per i voli della carta 2. La quota guadagnata veniva utilizzata per risalire contro vento sino all'onda precedente (cosa che, in situazioni di forti venti, richiedeva da 2.000 a 3.000 m. di quota) o per passare ad altra zona adiacente della stessa onda.

## 5. Raccolta dei dati.

Le carte allegate raccolgono i risultati delle osservazioni fatte nel corso di venti voli, per complessive 95 ore di veleggiamento, da me compiuti tra il luglio 1955

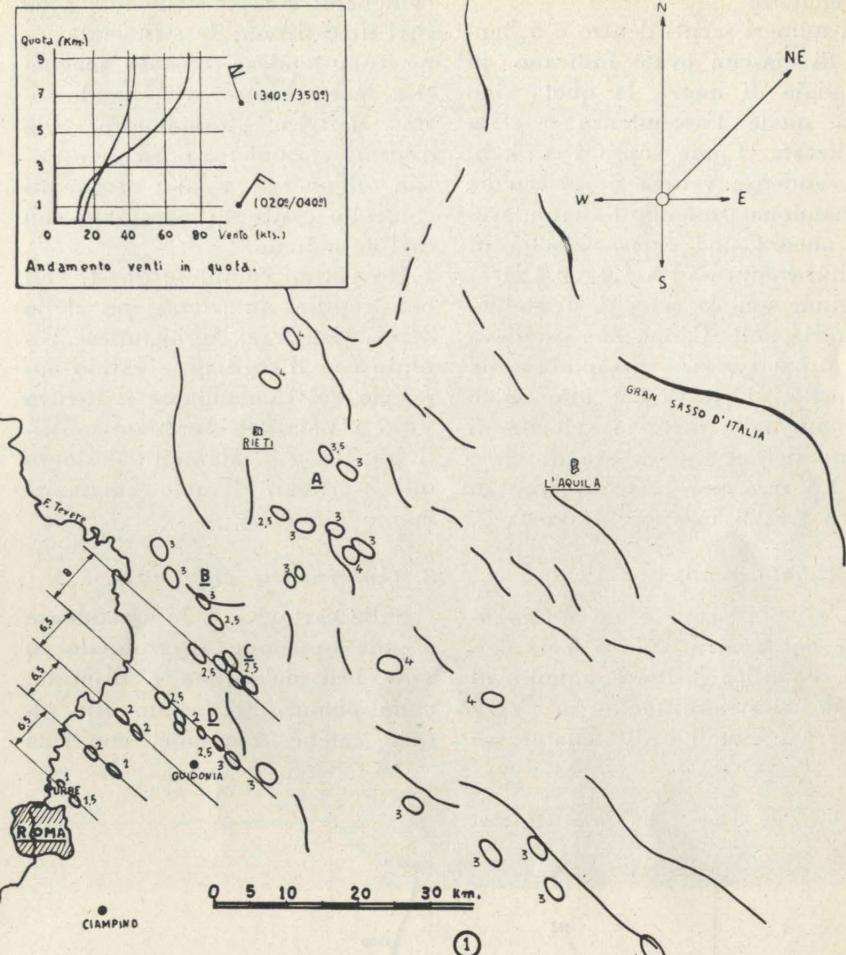


Fig. 1 - Zone di ascendenza d'onda nel Lazio.

e l'aprile 1956 (periodo nel quale ebbi occasione di compiere anche una numerosa serie di veleggiamenti in onda in situazione di venti dal 3° quadrante), nonché di due o tre voli da me compiuti nel corso del 1957.

In alcuni veleggiamenti le onde sono state utilizzate a partire da una quota di 600 m. sul livello del mare e di circa 350 sul livello del terreno; la velocità ascendente dell'aliante era, a questa quota, sui 4 m/s.

## 6. Tracciamento delle carte.

Le zone di ascendenza d'onda utilizzate nei veleggiamenti sono rappresentate da ovali (0), la cui posizione è riportata sul terreno con buona precisione mentre la loro estensione deve essere considerata soltanto come indicativa, poiché non è facile apprezzare con precisione la estensione della zona d'onda, della quale normalmente si finisce per utilizzare so-

pra tutto la parte di migliore ascendenza.

I numeri scritti dentro o a fianco di ciascun ovale indicano, in migliaia di metri, la quota sino alla quale l'ascendenza è stata utilizzata. Come sopra ricordato, l'ascendenza veniva normalmente abbandonata quando l'aliante aveva ancora una certa velocità di salita, compresa tra 1,0 e 0,2 m/s; aggiungendo la velocità di caduta propria dell'aliante, che oscillava tra 0,7 e 1,5 m/s a seconda della velocità, si ricava che alle quote segnate nelle carte la velocità di salita dell'atmosfera era di circa  $1 \div 1,5$  m/s per la carta 1, e di circa  $2 \div 2,5$  m/s per la carta 2.

#### 7. Aliante usato.

L'aliante usato è un «Canguro» del Centro Volo a Vela dell'Aeronautica Militare, munito di radio ricetrasmittente in VHF Lear a 6 canali e di inalatore di

ossigeno Draeger, con 4 bombole contenenti complessivamente 1400 litri di ossigeno; la strumentazione comprendeva bussola magnetica, anemometro, virosbandometro elettrico, termometro aria esterna, variometro normale e Co-sim ad energia totale; strumenti controllo ossigeno; barografo con cartina a fumo.

Ho potuto compiere questi voli per gentile autorizzazione dello Stato Maggiore Aeronautica Militare con il cordiale e valido appoggio del Comandante il Centro Volo a Vela dell'Aeronautica Militare, ten. col. Mantelli; desidero qui esprimere il mio ringraziamento più vivo.

#### 8. Osservazioni sulle carte.

Sulle carte 1 e 2 le ascendenze d'onda appaiono raggruppate in zone ben delimitate e disposte, nella pianura sottovento alle ultime catene montuose, con una

notevole regolarità, che è possibile interpretare in uno schema semplice di ondulazioni successive, equidistanti e parallele alle montagne. Partendo dalla città di Roma verso NE, si osservano nella pianura, non lontano dal corso del Fiume Tevere, cinque successive ondulazioni regolari, con lunghezza d'onda tra 6,5 ed 8 km., nelle situazioni della carta 1; mentre nella carta 2 troviamo quattro ondulazioni, con lunghezza d'onda tra 9 e 10 km.

Nelle regioni montuose più a NE, le varie zone di ascendenza si raggruppano ancora in aree ben delimitate, che però non sono interpretabili in uno schema altrettanto semplice e regolare: si osserva l'esistenza di zone di ascendenza d'onda comuni alle due carte 1 e 2, cioè quasi fisse rispetto al terreno pur in condizioni di venti diversi (si vedano le zone A, B, C, D sulla carta 1). Ciò fa pensare che le condizioni orografiche del terreno sottostante, dando luogo ad inevitabili fenomeni di interferenza e di risonanza, deformino la situazione ondulatoria adattandola ed obbligandola ad uno schema determinato dalla posizione delle varie catene montuose e perciò non variabile — o assai poco variabile — coi venti. Mentre nella parte pianeggiante sottovento alle ultime catene montuose, l'assenza di ostacoli perturbatori consente la formazione indisturbata di movimenti ondulatori tipici, la cui lunghezza d'onda varia al variare dei venti.

Dall'osservazione della carta 2 appare che, in ciascuna onda, le zone di ascendenza sono addensate sottovento dei tre gruppi di montagne più alte, che si trovano nell'estrema parte NE della carta e sono segnate con tratto più grosso: il Gran Sasso d'Italia e le due catene più a Nord. Si osserva invece l'assenza quasi completa di ascendenze sottovento delle due vallate, che dividono tra loro queste tre catene. Oltre che dalla osservazione della carta, tale fatto appariva con particolare evidenza dalla osservazione visiva durante

alcuni voli. Io ne ho tratto la convinzione che i movimenti ondulatori del Lazio siano originati dall'urto dei venti di tramontana contro questi primi ostacoli montuosi e siano poi ripercossi e rimbalzati dalle successive catene montuose, che li amplificano o li smorzano a seconda della posizione relativa; soltanto dopo aver scavalcato tutte le catene montuose, le onde, non più disturbate ed interferite, possono acquistare la naturale regolarità di successione.

Ciò spiega anche la frammentarietà delle varie onde, nelle quali si trovano ascendenze con velocità ascensionali relativamente elevate (sino a  $6 \div 7$  m/s di salita dell'aliante) ma localizzate su zone molto ristrette.

Dal confronto delle carte 1 e 2 appare inoltre chiaramente che, nella situazione 1, sia l'estensione superficiale delle varie zone di ascendenza d'onda sia la quota massima in esse raggiunta sono nettamente minori, dell'ordine circa della metà.

Ciò sembra dipendere soprattutto dal diverso andamento dei venti in quota, la cui direzione, quasi costante nel caso 2, varia notevolmente nel caso 1 sino a diventare quasi parallela, in quota, alla giacitura delle montagne Appenniniche. Indubbiamente concorre anche il fatto che il valore assoluto dell'intensità dei venti nella situazione 1 è normalmente minore che nella situazione 2. Per l'uno e per l'altro motivo, la componente di vento perpendicolare alla montagna diventa molto piccola, al disopra di una certa quota, e non raggiunge più il valore minimo necessario per il movimento ondulatorio.

#### 9. Conclusione.

Il numero delle osservazioni condensate nelle carte 1 e 2 è troppo piccolo per poter attribuire ad esse un valore ed una attendibilità assoluti. Inoltre l'interpretazione da me data può essere notevolmente lontana da quella esatta.

Rimane però il fatto che queste carte mi sono state di grande utilità, consentendomi un rapido

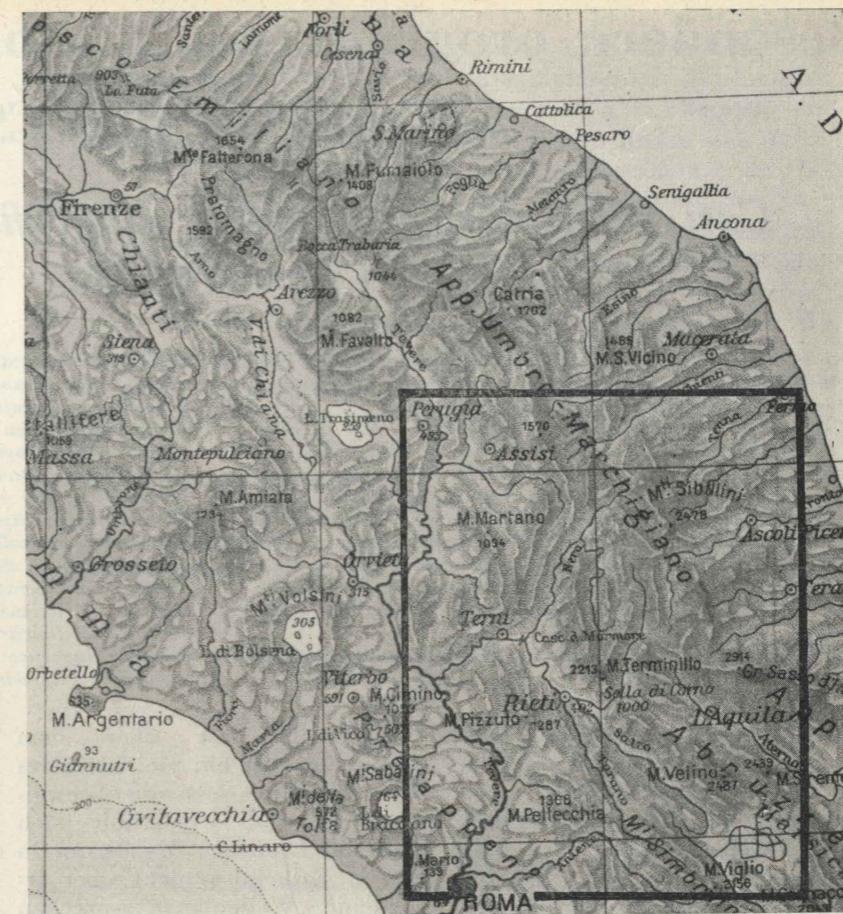


Fig. 2.

orientamento ed un più completo sfruttamento delle situazioni di onda.

Ritengo che si dovrebbe raccogliere il maggior numero possibile di osservazioni, riunendole in carte del genere di queste, da me rudimentalmente tracciate; però sarebbe opportuno discutere e definire uno schema standard dei dati da osservare e delle modalità e dei simboli con cui riportarli sulle carte. Si potrebbe così confermare o meno la validità delle carte delle zone di ascendenza d'onda — validità di cui oggi io sono personalmente convinto — e completarne la compilazione per molte regioni; ciò presenterebbe notevole interesse e per lo studio dei fenomeni ondulatori e per la loro pratica utilizzazione in voli di distanza a metà prefissata su lunghi percorsi.

Date le particolari caratteristiche di intensità, stabilità e durata di questi fenomeni atmosferici, si potrebbe arrivare a compiere voli

di notevole rilievo, nel campo delle distanze a metà prefissata, utilizzando due giornate successive di veleggiamento e trascorrendo la notte intermedia «in bivacco» in una zona nota di ascendenza ondulatoria.

Questa tecnica è stata già utilizzata da A. Mantelli, il quale, nel corso dei suoi primati nazionali di durata, ha trascorso le lunghe notti invernali — nel 1953 e nel 1955 — veleggiando in onda a quota intorno ai 2.500 m. sulla pianura del lago di Bracciano, circa 30 km. a NW di Roma.

Ho creduto opportuno dare notizia delle mie modeste e limitate osservazioni, che tendono a regolare e semplificare la utilizzazione dei fenomeni ondulatori, nella speranza che molti altri appassionati possano compiere e comunicare ricerche analoghe, i cui risultati, portando conferma o rettifica, contribuiscano ad approfondire la conoscenza di fenomeni di singolare interesse.

Guido Antonio Ferrari

# Besondere orographisch bedingte Strömungs-zustände in der ČSR

## Casi particolari di correnti orografiche osservati in Cecoslovacchia

**JIRÍ FÖRCHTCOTT** presenta una classificazione delle correnti basata sulle osservazioni volovelistiche nel periodo 1946-48, e giustifica la suddivisione — introdotta più tardi — delle correnti ondulatorie in onde sottovento, onde di cresta e onde composte. Esamina la dipendenza dell'onda sottovento dall'altezza relativa dell'ostacolo, tratta le caratteristiche delle onde sottovento che presentano un'affinità con la scia vorticosa di Kármán. Inoltre discute altri casi di onde sottovento alle catene montagnose della Cecoslovacchia, dal punto di vista del traffico aereo. Descrivono la struttura e gli effetti dello strato attivo della turbolenza, dando rilievo alla loro periodicità. Discute infine l'effetto dei sistemi di onde sottovento alle creste basse sui velivoli che si accingono all'atterraggio.

Die ältesten vor allem segelfliegerisch belegten Beobachtungen der Strömungszustände in der Umgebung der niedrigen und mittleren Gebirgszüge der ČSR stammen von der Zeit 1946 bis 1948. Sie haben zu einer Klassifikation der orographisch bedingten Strömungstypen geführt. Je nach der vertikalen Windverteilung bei der stabilen oder indifferenten Temparturschichtung sind vier folgende Typen der Luftströmung im Lee eines gewissen Gebirgskamms zu unterscheiden:

- Laminare Luftströmung
- Stationäre Wirbelströmung
- Wellenströmung
- Rotorströmung.

Später wird die grösste Aufmerksamkeit der Wellenströmung gewidmet. Es hat sich gezeigt, dass jede Wellenwolke nicht gerade die Leewelle gekennzeichnet und dass man verschiedene Wellenarten unterscheiden muss. Neben der bekannten *Leewelle* mit mehrmals hintereinander sich wiederholenden schlanken Wellenwolken und mit starker Böigkeit innerhalb der Rotorwolken wird die *Kammwelle* definiert. Es handelt sich um eine einzige Wellendeformation der Stromlinien fast gerade über dem Kamm, die oft mit einer ausgeprägten Inversion zusammenhängt. Die entsprechenden Wellenwolke liegt mit ihrer

Vorderkante fast über dem Kamm, erweist ein viel kleineres Seitenverhältnis als die Leewellenwolke und wiederholt sich nicht im Leeraum. Man kann in diesem Falle also nicht über irgendeine Wellenlänge sprechen und der Strömungszustand im Bereich der Kammwelle bleibt ohne Böigkeit von Bedeutung.

Im Lee von mittleren und höheren Gebirgskämmen werden doch auch solche Wellenfälle erlebt, bei denen das Strömungsfeld und Wolkenformen etwa der Interferenz der beiden schon beschriebenen Wellenarten entsprechen. Deswegen wird diese dritte Wellenart als *zusammengesetzte Welle* bezeichnet.

Eine sorgfältige Wolkenbeobachtung im Leeraum zeigt periodische Positions- und Strukturschwankungen, die offenbar mit der Natur des entsprechenden Strömungssystems zusammenhängen und die obenerwähnten Aufwindschwankungen weiter bestätigen.

Das Vergleichen von Wellenlängen, die im Lee der verschiedenen Gebirgskämme beobachtet werden, führt zu folgenden Schlussfolgerungen:

— Im Lee der niedrigen Gebirgskämme (bis etwa 500 m Höhe über Lee) beträgt die Wellenlänge etwa die Zehnfache der Kammhöhe.

— Im Lee der Mittleren (bis 1000 m Höhe) und höheren Kämme (über 1000 m Höhe) werden die Wellenlängen zwischen der Zehnfache und der Fünffache der Kammhöhe beobachtet, wobei die «verkürzten» Wellenlängen nur einzeln und immer mit einer deutlich begrenzten relativ flachen Windschicht erscheinen (Rotorströmung).

**ZUSAMMENFASSUNG.** Eine Klassifikation der Strömungszustände auf Grund der segelfliegerischen Beobachtungen 1946-48 wird angeführt und später gefundene Unterteilung der Wellenströmungen auf Leewelle, Kammwelle und zusammengesetzte Welle begründet. Die Abhängigkeit der Leewelle von der relativen Hindernishöhe wird beschrieben. Leewelleneigenschaften, die eine Verwandtschaft mit der Kármánschen Wirbelstrasse zeigen, werden behandelt. Weitere Untersuchung der Leewellenzustände hinter den verschiedenen Gebirgskämmen in der ČSR vom Standpunkt des regelmässigen Luftverkehrs werden behandelt. Die Struktur und Folgen der aktiven Turbulenzschicht werden mit Nachdruck auf ihre Periodizität beschrieben. Bewirkung der zur Landung anfliegenden Flugzeuge durch das Leewellensystem der niedrigen Gebirgskämme wird eingeführt.

Betreffend des jahreszeitlichen Vorkommens wird festgestellt, dass Leewellen im Lee der niedrigen und mittleren Kämme während des ganzen Jahres erscheinen, natürlich am meisten nur bei stabiler Temperaturschichtung innerhalb der Windschicht. Dementsprechend soll man im Sommer die Leewellen- (oder Rotorströmung) auch hinter fast unbedeutenden Hindernissen während der Nacht, der Morgen — und Abendstunden und während der Schlechtwetterperioden mit Regen oder Nieseln erwarten. Ganz übergreifend können solche Strömungsbedingungen dicht vor einem Gewitter entstehen, wenn die begrenzte Kaltluftschicht aus der Schauerzone ein zufälliges Hindernis überquert.

Hinter höheren Gebirgskämmen dagegen kommen die Leewellen fast ausschliesslich im Winter vor. Wenn man trotzdem auch im Sommer die Wellenwolken über Hochgebirge beobachtet, dann geht es fast immer um eine typische Kammwelle. Einige Ausnahmen können nur Schlechtwetterbedingungen mit einer mächtigen Luftbewegung verursachen, dabei aber ist vom Boden die Wellenströmung kaum zu beobachten.

Erster Teil der Wellenforschung wird mit Bearbeitung von 62 segelfliegerischen Beobachtungen geschlossen. Auf Grund von erwähnten Tatsachen wird vorausgesetzt, dass die Leewelle und Rotorströmung durch dasselbe stabile Wirbelsystem verursacht werden. Dieses Wirbelsystem soll eine riesige Art der bekannten Kármánschen Wirbelstrasse vorstellen.

Im August 1949 wurde in Nordböhmien ein Forschungsprogramm verwirklicht, das ganz unabhängig mittels der kleinen Sportmaschinen und Segelflugzeuge die meisten Erfolge der erwähnten Wellenforschung bestätigt.

Der damalige Versuch die räumliche Verteilung von einzelnen Wirbelwalzen zu finden, führt zur Bestimmung des Wertes 0,25 für das Verhältnis der vertikalen und horizontalen Entfernung von einzelnen Wirbeln. Dies ist in guter

Uebereinstimmung mit der Stabilitätsbedingung  $h^*/L = 0,281 = \text{const}$ , die Kármán für seine stabile Wirbelstrasse gefunden und bewiesen hat.

Leewellen und ihre Turbulenz vom Standpunkt des allgemeinen Luftverkehrs.

Zweite Kapitel der Wellenuntersuchung ist mit Eintritt in Flugwetterdienst begonnen. Vom Standpunkt des Piloten einer Verkehrsmaschine soll die Wellenfrage anders als in Segelfliegerei betrachtet werden. Jeder Durchflug des Leewellenraumes hängt mit starker Böigkeit, mit unfreiwilli-

In der Tschechoslowakei gibt es keine Luftstrecke, die frei von orographischen Wirkungen ist. Und fast alle Flugplätze in der Slowakei befinden sich unter günstiger Luftströmung im Bereich der aktiven Leewellen. So bietet der reguläre Luftverkehr über der ČSR ausgezeichnete Möglichkeit genaue Informationen über Turbulenz, Höhenwind und Wellenwolken zu bekommen.

Zuerst waren die Turbulenzmeldungen nur zufällig, erst im Jahre 1955 ist mit organisiertem Empfang der Flugmeldungen begonnen. Seit diesem Jahr sind 254 Meldungen gesammelt, die nämlich Angaben über die Böigkeit,

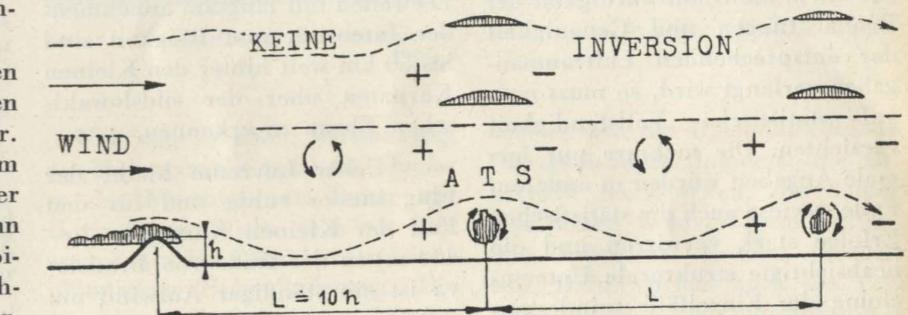


Abb. 1 - Schema einer typischen Leewelle, die durch das angedeutete Wirbelsystem innerhalb einer mächtigen Windschicht erzeugt und weit ins Lee getragen wird.

gen Höhenänderungen und mit unerwarteten Windstärken zusammen. Die Kombination der genannten Wirkungen im Leeraum eines Gebirges ändert sich mit der Flughöhe, Flugrichtung und mit der Zeit. So kann es oft passieren, dass zwei kurz nacheinander auf derselben Strecke fliegende Maschinen sehr verschiedene Wirkungen erfahren.

Es gibt auch Flugplätze, die im Bereich der Leewellenwirkung liegen. In solchen Stellen kann sich der Bodenwind im Bereich des Platzes beträchtlich ändern, sodass die Windangabe für einen entfernten Anfang der Landebahn gewöhnlich falsch ist. Geradeso kann unter solchen Umständen auch der gegebene Luftdruck für verschiedene Platzpunkte beträchtlich schwanken, was zur falschen Höhenmesser- und Variometerangaben führt.

Diese Raum- und Flugregime-Unterteilung der Beobachtungen

kann aber kaum für einen Beweis der wirklichen Turbulenzhäufigkeit gehalten werden, denn sie durch die jeweilige Flugstrecken- und Flugverkehrsverteilung wie

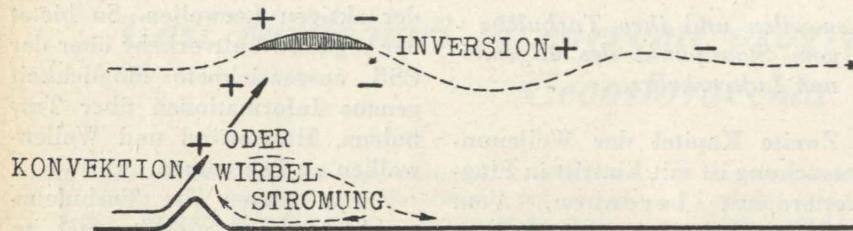


Abb. 2 - Die Kammwelle fast über dem Kammgipfel steht und mit einer Inversion verbunden ist.

auch durch stark begrenzte Anzahl der freiwillig mitarbeitenden Besatzungen bewirkt ist. Wenn aber vor allem die Glaubwürdigkeit der Beobachtungen und Genauigkeit der entsprechenden Luftraumangaben verlangt wird, so muss man auf statistische Vollständigkeit verzichten. Die mehrere nur formale Angaben würden in anderem Falle sowieso auch die statistischen Erfolge stark verwirren und die beabsichtigte strukturelle Untersuchung der Einzelfälle mindestens erschweren.

Höchster Wert der unfreiwilligen Flughöhenänderungen wird im Lee von Niedrige Tatra mit Grenzfällen — 600 m und +800 m erfahren, wobei die Fluggeschwindigkeit zwischen 120 und 180 mph schwankt. Im Lee von Kleinen Karpaten beträgt der grösste erzwungene Höhenverlust — 500 m, und Höhengewinn + 350 m. Die Geschwindigkeitsschwankungen von 90 bis 160 mph werden gemeldet.

Von den auf diese Weise gesammelten Flugbeobachtungen könnte man folgende Schlussfolgerungen entziehen:

he (h). Darüber erscheinen oft noch immer wellenartige Auf- und Abwindzonen ohne Böigkeit. Die Leewellen mit langsam abnehmender Intensität und Böigkeit sind bis 50 km weit hinter den Kleinen Karpaten über der südslowakischen Ebene zu erkennen.

— Ueber Luvraum bleibt der Flug immer ruhig und für den Fall der Kleinen Karpaten ( $h=400$  m) in der Nähe von Bratislava ist ein ständiger Aufwind um  $+0,5$  m/s innerhalb einer 20-30 km breiten Zone fühlbar, und zwar bis über die Flughöhe 2000 m über Boden.

— Im Leeraum von höheren Kämmen (Altvater Gebirge — 1000 m, Niedrige Tatra — 1500 m, Hohe Tatra — 2000 m) reicht die Böenschicht am meisten vom Leeboden bis über 1,5-fache der entsprechenden relativen Hindernishöhe. Darüber um etwa Zweifache der Kammhöhe wird in allen Fällen eine beträchtlich hohe Windstärke gemessen, die mindestens zweimal die Angabe der Windvorhersage überschreitet.

Die Schichten über 3000 m wer-

den sehr selten für regelmässigen Luftverkehr benutzt, sodass genaue Informationen über den Strömungszustand oberhalb der Zweifache Kammhöhe für höhere Gebirge fehlen.

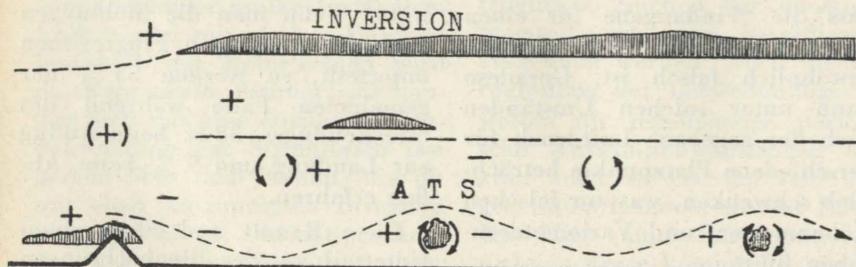
#### *Genauere Untersuchung des turbulenten Leewellengebietes.*

Um nähere Informationen über die Struktur der ganzen turbulenten Zone zu bekommen, werden im Lee von Kleinen Karpaten horizontale Durchflüge des Leewellenraumes auf einer festen Basis zwischen dem Kamm und IB Funkfeuer verlangt und in 32 Fällen auch durchgeführt. Diese Durchflüge sollten in den Flughöhen 400, 800, 1200 und 1600 m über Leeboden verwirklicht werden, was dem Wert h, 2h, 3h und 4h entspricht.

Auf diese Weise ändern sich die früheren Böigkeitsmeldungen « von 1500 bis zum Boden » sehr beträchtlich und ermöglichen dann tatsächlich eine geordnete Vorstellung über die Böenverteilung im Leeraum der Kleinen Karpaten. Auf der 12 km langen Basis werden regelmässig getrennte Böenzentren in zwei übereinander liegenden Schichten um h und 3h festgestellt. Die Zwischenschicht um 2h wird ohne Böigkeit gefunden, doch die Flüge mit und gegen den Wind erweisen eine beträchtlich verstärkte Windkomponente. Dies wird auch durch Höhenwindmessungen vom Boden bestätigt. Die Schicht um 4 h wird wieder ohne Böigkeit gefunden. Es geht offenbar um eine mit dem Wirbelsystem der Leewellen eng zusammenhängende Windabweichung, die als lokales Jetstream bezeichnet werden könnte.

Dieser eindeutige Erfolg führt zu einer Ueberprüfung der Meldungen über die obere Böenschicht durch persönliche Anwesenheit am Bord eines Flugzeuges DC-3, das bei der Leewellensituation den 6.10.1956 morgens nach Bratislava fliegt. Vor Ankunft über Kleine Karpaten sinkt das Flugzeug in die Höhe 1200 m über Leeboden, wo Blindflug nötig ist.

Abb. 3 - Die zusammengesetzte Welle.



Fast gerade über dem Kamm wird die Wolkenschicht plötzlich unterbrochen und früher als man besser umschauen kann, fliegt die Maschine in starke Böe in klarer Luft ein. Volle Ruderausschläge scheinen für etwa 10 Sekunden wenig wirksam zu sein. Sobald die Böigkeit nachlässt, kommt wieder die Wolke mit ruhigem Flugzustand her. Dies wiederholt sich noch zweimal, bevor der IB Funkfeuer erreicht wird.

Der zweite Durchflug diesmal in der Flughöhe 800 m vom Funkfeuer gegen den Wind wird leider nicht beendet wegen Annäherung von anderen Flugzeugen in den Flugraum, wo immer noch Instrumentenflug nötig ist. Doch der Rückflug zum Funkfeuer nach einer Wende um 180° zeigt klare Verzögerung wegen der unerwarteten Verstärkung des Höhenwindes. Es gibt keine Spur von Böigkeit mehr. Erst beim Anflug zur Landung macht sich die Böigkeit wieder fühlbar unterhalb der 800 m Flughöhe.

#### *Lokale Druckschwankungen und Druckunterschiede.*

Zu diesen Flugbeobachtungen gehört auch die Erscheinung, welche die Piloten der kleinen Aerotaxi-Flugzeuge oft melden. Zeitweise müssen diese Piloten auch scharfkantige Gebirgskämme mit relativ kleiner Flughöhe zu überfliegen. Diese Ueberflüge sind bei Leewellen nicht ratsam, besonders beim Anflug von der Leeseite des Hindernisses.

Bei der umgekehrten Flugrichtung wird oft gerade über und dicht hinter dem Kamm plötzliche Schwankung der Angabe des feinen Höhenmessers erfahren. Die Amplitude dieser Schwankung beträgt wenig Zehntausend von Metern und beginnt mit plötzlichem Anwachsen der Höhenangabe. Gleich darauf folgt plötzliche Höhenabnahme bis unter die gewünschte Flughöhe, die erst dann wieder gezeigt wird. Die Schwankung kommt so schnell, dass sie mit der Steuerung kaum oder gar nicht verfolgt werden kann.

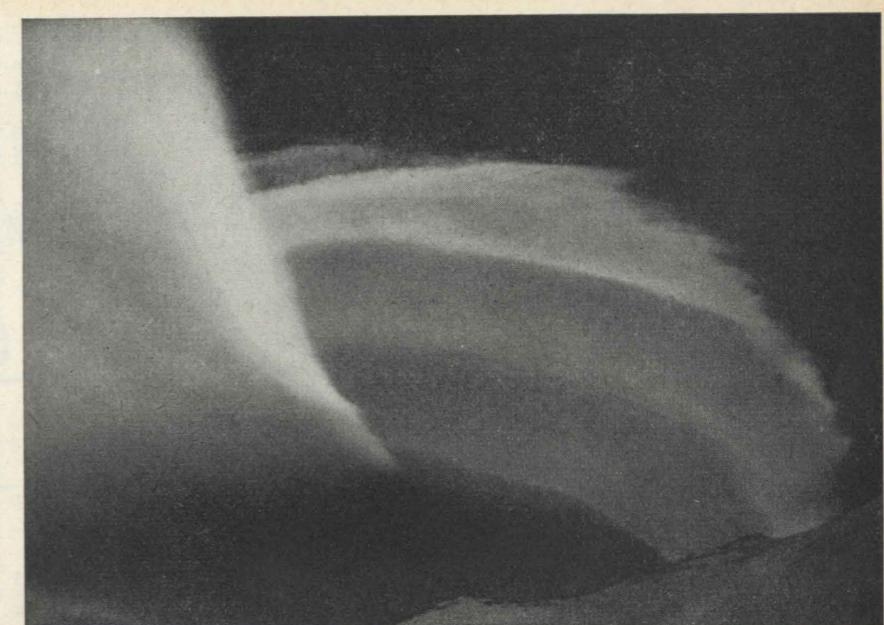


Abb. 4 - Die scharfkantige Leewellenwolke in ihrer Vorderlage. Photo Dr. A. Bečvář, Skalnaté Pleso, 15.3.1948.

Während so einer Schwankung der Höhenangabe wird die Fluglage der Maschine mit Bezug auf Horizont gar nicht geändert und auch fehlt das Gefühl irgendeiner plötzlichen Höhenänderung. Die Ursache soll in einem lokalen Druckunterschied zwischen zwei naheliegenden Linien, die parallel mit dem Gebirge verlaufen, gesucht werden.

Die mehr ausgeprägten Luftdruckschwankungen ähnlicher Natur wurden schon früher gelegentlich z.B. in dem meteorologischen Observatorium Skalnaté Pleso mitten am südöstlichen Hang des Hohe Tatra Kammes registriert. Der gefälligen Mitteilung des langjährigen Direktors am Skalnaté Pleso Dr. A. Bečvář nach wurden dort auch Versuche durchgeführt, um die Natur dieser Schwankungen etwa näher kennenzulernen. Doch bei geschlossenen wie bei offenen Fenstern der Gebäude wird die Amplitude der Luftdruckschwankungen (bis etwa 10 mb) gar nicht geändert.

Auch die Versetzung des Mikrobarographen auf anders exponierte Stellen innen wie ausserhalb der Gebäude des Observatoriums bringt keine Änderung der Registrierung.

Es wird demnach festgestellt,

dass es sich um irgendeine lokale Druckstörungen handelt, die innerhalb des starken, quer über den hohen Gebirgskamm wehenden Luftstrom gesucht werden soll. Dafür spricht auch die Tatsache, dass Druckschwankungen ähnlicher Amplitude ausschliesslich nur bei stärksten Winden und nur in Skalnaté Pleso erscheinen. Die zwei weiteren meteorologischen Stationen in diesem Raum-Bergstation Lomnický Štit und Talstation Poprad — haben bisjetzt so grosse Druckschwankungen nicht registriert, obwohl im Unterbringen der Mikrobarographen innerhalb der Gebäuden von allen diesen Stationen kaum Unterschied gefunden werden könnte.

Die Äusserung dieser Druckstörungen weiter im Lee könnte durch besondere mehrmals bestätigte Beobachtungen am Flugplatz Bratislava im Lee von Kleinen Karpaten geklärt werden. Bei Situationen mit begrenzter Windschicht (nicht über 2000 m über Boden reichend, NW-Wind, 23 gemeldete Fälle) gibt es im Bereich des Flugplatzes lokale Druckunterschiede, die bei Landung der Verkehrsflugzeuge den Fehler der Höhenangabe an feinen Höhenmessern verursacht.

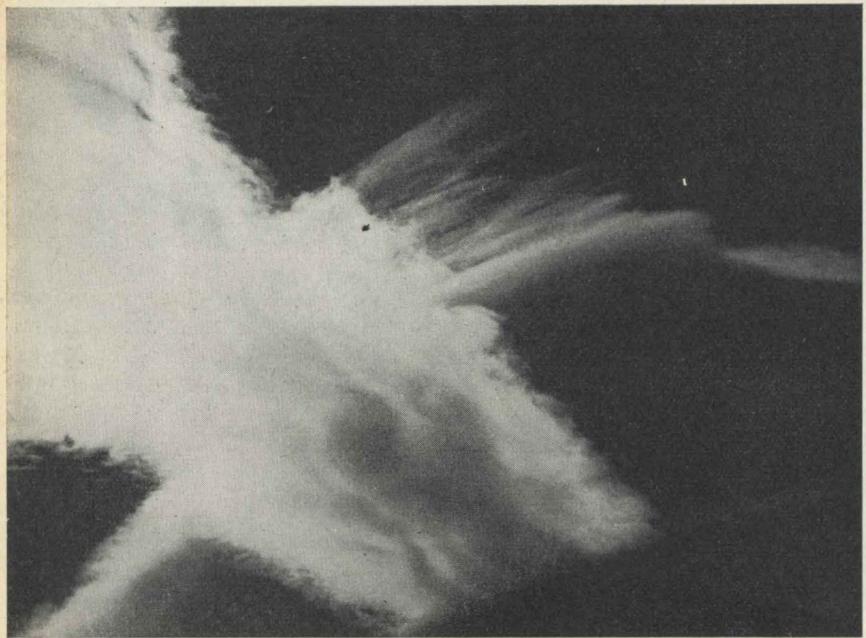


Abb. 5 - Die selbe Wellenwolke nach etwa 15 Minuten weiter ins Lee verschoben und mit offensichtlicher Tendenz der beginnenden Auflösung. Photo Dr. A. Bečvář, Skalnaté Pleso, 15.3.1948.

Der Anfang der Landebahn ist bei diesen Bedingungen 2 km vom Flugsteig entfernt, wo die Druckmessungen stattfinden. Die grössten bis jetzt gemeldeten « Höhenmesserfehler » betragen +60 m, was etwa 6 mb Druckdifferenz auf der 2 km langen Basis vorstellt. Beim Rollen zum Flugsteig verschwindet langsam die falsche Höhenangabe. Während des Anfluges sind natürlich die echten Leewellenerscheinungen zu erfahren.

Mehrmals wurden gleich nach dieser Erkenntnis beide Bordhöhenmesser geprüft, doch keine Ursache fehlerhafter Funktion gefunden. Auch die Höhenangaben bei weiterem Flug und Landungen an anderen Flugplätzen ohne Leewellenaktivität waren wieder recht. Wenn also der Mikrobarograph am Flugsteig keine Druckschwankungen von Bedeutung registriert und wenn trotzdem so grosse lokale Druckunterschiede auf einer Halbwellenlänge erscheinen, dann müssen die entsprechenden Druckstörungen im Leegebiet quasistationär werden und ihre Lage hängt mit jedem Wellental und Wellenberg zusammen.

#### Aktive Turbulenzschicht.

Die angeführten Flug- und Bodenbeobachtungen ermöglichen es, eine vollständige Vorstellung über den Strömungszustand der Leewelle zu gewinnen. Die unterschiedliche Empfindlichkeit der langsamen und der schnelleren Flugzeuge ermöglicht es, die Wellenstruktur gleichzeitig von zwei Standpunkten aus zu untersuchen und die verschiedenen Ergebnisse der Untersuchungen in den notwendigen Einklang zu bringen. Das führte zu der Erkenntnis, dass die Leewelle als Folge eines regelmässigen Wirbelsystems, das im ganzen stabil wird, entsteht. Die einzelnen Wirbel werden dabei unter der Einwirkung des Gebirgskammes auf die strömende Luftschicht periodisch erzeugt und abgelöst.

Der am Boden anliegende Teil der Windschicht, der das ganze Wirbelsystem enthält und als Ursache der Wellendeformation der Stromlinien im Lee betrachtet werden muss, erhält die Bezeichnung « aktive Turbulenzschicht » — ATS. Es handelt sich dabei keineswegs um eine bedeutungslose dünne Bodenschicht, denn die einzelnen Wirbel entsprechen

etwa den Dimensionen des Hindernisses, und das ganze System kann bei einer reinen Leewelle das Hindernis noch dreimal überhöhen. Die ATS scheint demnach tatsächlich eine mächtige Analogie der bekannten Kármánschen Wirbelstrasse darzustellen, was bisherige Beobachtungen immer mehr bestätigen.

Die Existenz der mächtigen Leewirbel, die bei der Leewelle als Rotoren bezeichnet und durch die Walzenwolken oft sichtbar gemacht werden, ist schon geraume Zeit bekannt. Der weltbekannte Wellenforscher Dr. J. Küttner hat schon vor langem die Meinung geäussert, dass die Rotoren einen wesentlichen Bestandteil des Leewellensystems darstellen könnten. Auch Prof. Steinhauser hat in seiner Untersuchung über die Windverstärkung an Gebirgszügen gezeigt, wie das Gebirge den Bodenwind im Lee verstärkt. Es fehlt jedoch bis heute noch die Erklärung für die Stabilität der Wirbel, deren Zentrum etwa in der Höhe des Kammgipfels liegt. Auch die Energiequelle dieser Rotoren, die anscheinend stationär bleiben, wurde noch nicht befriedigend geklärt.

Eine neue Anschauung wurde nun durch die Entdeckung der Höhenwirbel, die entgegengesetzt rotierend bei klarer Luft in dreifacher Höhe (3h) über Lee wirksam werden, ermöglicht. Ihre Lage gegenüber den Bodenwirbeln ist um eine halbe Wellenlänge zum Hindernis versetzt, und ihre Intensität entspricht völlig den Bodenwirbeln. Die gegenseitige Entfernung der einzelnen Wirbel jeder Reihe entspricht der Wellenlänge, die meist etwa das Zehnfache der Mittleren Kammhöhe beträgt ( $L=10h$ ).

Bei genügender Windgeschwindigkeit bilden sich einzelne Wirbel der Bodenreihe dicht hinter dem Kamm, dagegen werden dann die Höhenwirbel gerade über dem Kammgipfel auftreten. Die Periode der Wirbelbildung hängt von der Kammhöhe und Windstärke ab und beträgt bei  $h=500$  m und

15 m/s etwa 5 Minuten. Die Wirbelintensität scheint nur von der Kammhöhe abhängig zu sein, wenn ein Minimalwert der Windgeschwindigkeit überschritten und

sich zum langsamen Fortschreiten des Höhenwirbels in den Leeraum. Weil die Bewegung des Wirbels, gleich einem fremden, rotierenden Luftkörper innerhalb des Lufts-

druck kommt. Dadurch könnte auch die Bildung der Föhnlücke erklärt werden.

Von dem Augenblick, da sich die beiden Wirbel mit entgegengesetzter Rotation von ihrem Standort lösen, bilden sie ein freies Wirbelpaar, das durch den Leeraum mit periodisch schwankender Bewegungsgeschwindigkeit zieht und ausschliesslich durch die Trägheitskraft ziemlich lange Zeit erhalten bleibt. Jede Beschleunigung der Wirbelbewegung führt zu einer Abschwächung ihrer Wirkung auf den umgebenden Luftstrom (Bewegungsstadium). Eine langsame Wirbelbewegung dagegen verstärkt beträchtlich die Wirbelwirkung auf die Umgebung (stabiles Stadium).

Das erste stabile Stadium äusserst sich durch eine quasistationäre Wirkung des Leewirbels in der Entfernung  $L=10h$  vom Hindernis, was der Wellenlänge entspricht. Der Höhenwirbel bleibt dabei um eine halbe Wellenlänge näher an den Kamm stationär. Diese gegenseitige Lage der beiden Wirbel bleibt nun während ihrer Existenz für lange Zeit erhalten.

Wenn sich nun alle 5 Minuten ein neues Wirbelpaar vom Gebirgskamm ablöst, so kann sich eine sehr lange Reihe von Wirbelpaaren im Leeraum bilden, die als aktive Turbulenzschicht bezeichnet werden. In jedem Augenblick gibt es innerhalb der ATS zwei sich gegenseitig unterstützende Wirbelsysteme. Das erste System stellen alle gleichzeitig stationären (z.B. alle ungeraden) Wirbelpaare dar, die dem Leeraum den Wellencharakter verleihen. Sie ermöglichen zugleich

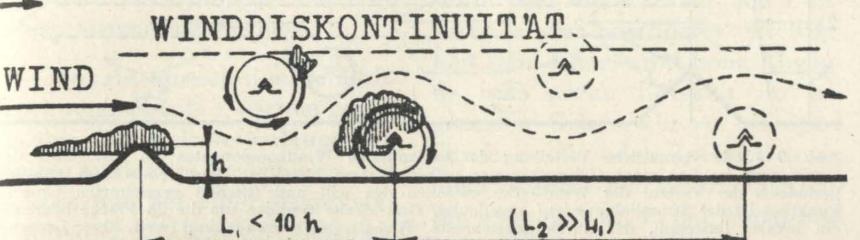


Abb. 6 - Schema der typischen Rotorströmung, die durch dasselbe Wirbelsystem wie die Leewelle verursacht, doch in einer unterhalb  $4h$  begrenzte Windschicht zusammengedrückt wird.

so die Wirbelbildung überhaupt ermöglicht wird. Als erstes Glied des entstehenden Wirbelsystems erscheint der Leewirbel, der die Kammwirkung auf die umgebende Luftströmung beträchtlich verstärkt. Die Stromlinien werden dicht über dem Kamm stark zusammengedrückt, so dass ein lokales Windmaximum in diesem Raum erscheint. Während der Bildung des Leewirbels wird dieses Windmaximum gleichmässig vergrössert, bis darüber ein bedeutender Windsprung entsteht. Danach findet die Bildung des ersten Höhenwirbels in der Windsprungschicht über dem Kamm statt.

Weil der Leewirbel und damit auch das Windmaximum noch immer an das Hindernis gebunden sind, bleibt auch der Höhenwirbel fast stationär und trägt zur weiteren Windsprungvergrösserung durch eigene Wirkung auf die Stromlinien höherer Schichten bei. Die gleichmässige vertikale Ausdehnung der Luftschicht mit dem Windmaximum führt schlies-

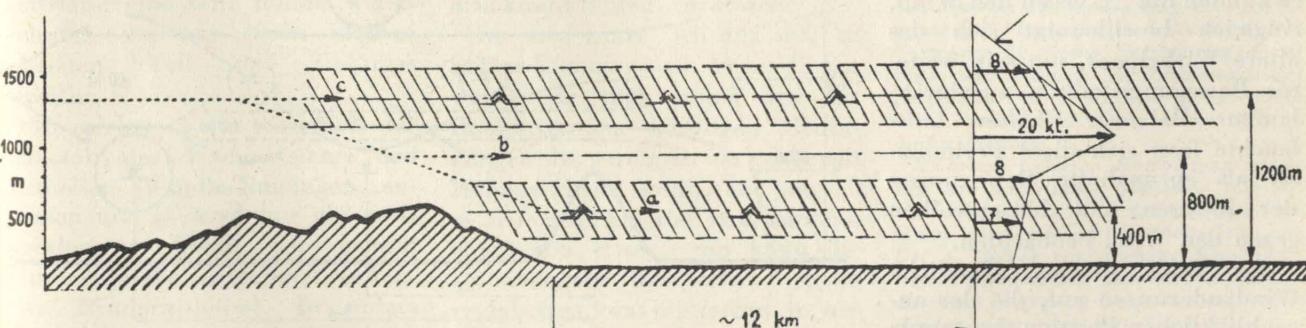


Abb. 7 - Fluguntersuchungen im Lee von Kleinen Karpaten entdecken zwei übereinander liegende Böenschichten, die durch eine dünne Zwischenschicht ohne Böigkeit getrennt werden. Innerhalb der ruhigen Zwischenschicht überherrscht sehr verstärkte Windkomponente.

allen anderen (geraden) Wirbelpaaren, ihr Bewegungsstadium in kurzer Zeit zu durchwandern. Beide Wirkungsstadien der Wirbelpaare sind von gleicher Dauer und werden sich nur durch ihre Bewegungsgeschwindigkeit unterscheiden.

Im passiven Bewegungsstadium erfahren die Wirbelpaare zwangsläufig die Versetzung  $L = 10h$ , während die andere Hälfte der Wirbelpaare das stabile Stadium mit der wesentlich kleineren Versetzung  $\Delta L = h$  durchläuft. Dadurch ist das Vorherrschen der jeweils stabilen Hälften der Wirbelpaare gegeben. Die Wirbelpaare wechseln sich periodisch im sta-

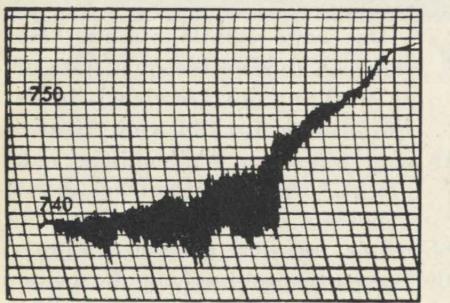


Abb. 8 - Luftdruckschwankungen, die den 4. und 5.2.1952. am Skalnaté Pleso im Hohe Tatra Gebirge registriert wurden.

bilen Stadium ab, so dass die vorherrschende Wellendeformation nur kleine räumliche Versetzungen  $\Delta L$  erleidet. Sie wiederholen sich periodisch und können nur durchsorgsame und geduldige Beobachtung festgestellt werden. Da jedes neue Wirbelpaar im Augenblick des Wechsels sein stabiles stadium um  $\Delta L$  vor dem älteren beginnt, verschiebt sich plötzlich der Wellenkamm in wenigen Sekunden um  $\Delta L$  gegen den Wind. Zugleich beschleunigt sich das ältere Wirbelpaar, um sein weiteres Bewegungsstadium zu durchlaufen. Bei vorteilhafter Luftfeuchte lässt sich diese Periodizität als sprunghafte Bewegungen der Rotoren und Linsenwolken gegen den Wind beobachten.

Am Boden treten plötzliche Windänderungen auf, die der augenblicklichen Position des gerade aktiven Wirbelpaares entsprechen. Bei nicht zu hohen Windschichten

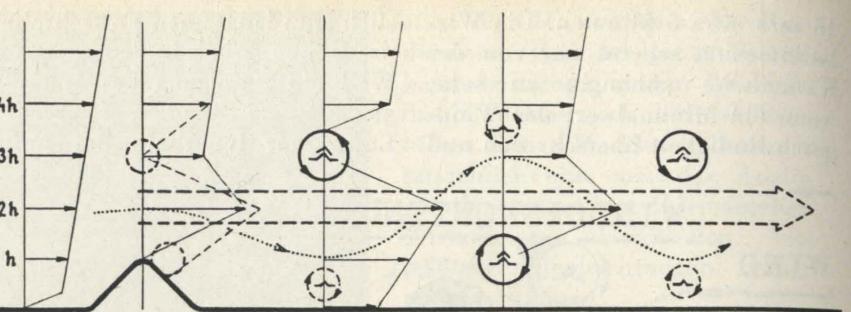


Abb. 9 - Die vermutliche Verteilung der horizontalen Windkomponenten im Luv, über dem Gipfel und im Lee eines Gebirgskamms während einer Leewelle. Über dem Gipfel schwankt periodisch die Windstärke zwischen den voll und strichelt gezeichneten Grenzen. Punktiert ist der Stromlinienverlauf angedeutet. Gestrichelte Geraden um die 2h Fläche begrenzen ein lokales Jetstream, das durch gezeichnetes Wirbelsystem erzeugt und weit über Leegebiet getragen wird.

können bedeutende lokale Druckabweichungen durch die Luftkräfte hervorgerufen werden. Sehr hohe Windschichten ermöglichen eine mächtige Wellenausbreitung auch in vertikaler Richtung und entsprechende adiabatische Temperaturänderungen in den Wellenberg und Wellentälern wirken zum Ausgleichen der lokalen Druckunterschiede.

In der Luft lassen sich die Wirbel beider Reihen durch starke Böigkeit die besonders während der Stabilstadien gefährlich ist, erkennen. Die Wirbel der Bodenreihe werden oft als Walzenwolken sichtbar, die starke Drehbewegung aufweisen. Die Luvseite dieser Rotoren enthält den stärksten Aufwind mit rund 10 m/s und zeitweiliger Böigkeit. Beim Flug dicht neben der Wolkenwand sollte man auf die sprunghaften Wolkenverschiebungen

achten, um nicht plötzlich in die Rotorwolke zu gelangen.

#### Bedeutung und Wirkung der aktiven Turbulenzschicht.

Durch die Struktur der ATS können folgende Tatsachen erklärt werden:

— Zusammenhang zwischen der Leewelle und der wolkenlosen Böigkeit in der Höhe

— Lokales Jetstream mit der Achse am meisten um die Fläche 2h über dem Leegebiet

— Erzwungenes Absinken einer gelegentlich sehr hohen Luftsicht dem Leeberg entlang (Föhnlücke).

— Fortpflanzung und Erhaltung der Leewellen weit im Leegebiet des Gebirges

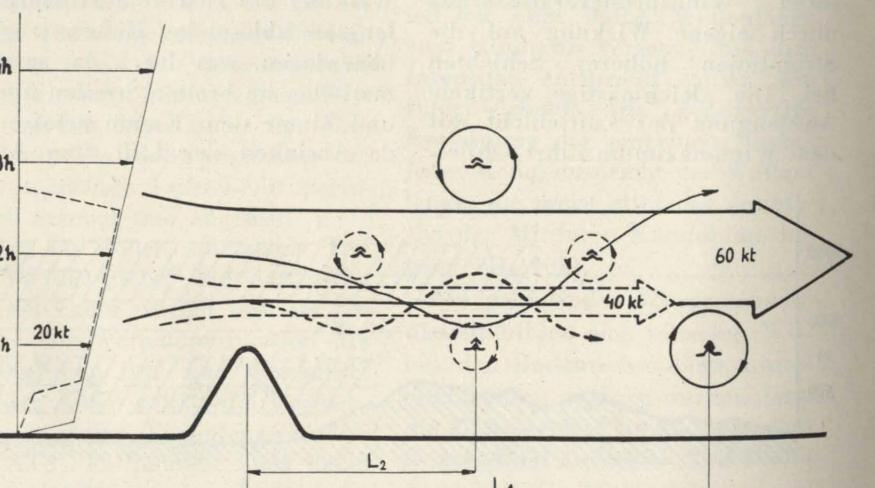


Abb. 10 - Zwei extreme Möglichkeiten der Leewellenbildung hinter den hohen Gebirgskämmen. In dem gestrichelten Falle ist wegen der beschränkten Windschicht auch die Wellenlänge  $L_2$  bis auf den Halbwert gegenüber  $L_1$  verkürzt.

— Lokale Bodenwindverstärkungen im Lee von Gebirgskämmen

— Lokale periodische Wind- und Luftdruckschwankungen, die besonders etwa mitten des Leehangs ausgeprägt werden

— Lokale quasistationäre Luftdruckunterschiede zwischen gewissen um eine Halbwellenlänge entfernten Linien im Leegebiet — am meisten nur bei einer begrenzten Windschicht. Extreme Beispiele dieser Druckunterschiede erscheinen immer bei Rotorströmung.

— Periodisches Schwanken der Wellen- und Rotorwolken im begrenzten Raum sowie in ihrer Struktur.

Jede der genannten Erscheinungen stellt eine wichtige Eigenschaft des Leewellensystems dar. Es verdient natürlich noch viel genauere und weniger zufällige Beobachtungen und Messungen, besonders betreffs der lokalen Wind- und Druckschwankungen und Druckunterschiede. Aehnliche Messungen mit Hilfe von Mikrobarographen mit 12-stündiger Umlaufzeit werden hier schon seit Jahren beabsichtigt und vorbereitet. Leider war es bis jetzt nicht möglich diese Messungen zu verwirklichen.

Trotzdem scheint es, dass die Eindeutigkeit der bisherigen Flugbeobachtungen die beschriebene Vorstellung der aktiven Turbulenzschicht berechtigt. Es sei noch betont werden, dass die ATS in der Natur mit verschiedenen Modifikationen erscheinen könnte. Über Hochgebirge gibt es z.B. zeitweise eine sehr dünne Windschicht, die nur einen kleinen obersten Teil des Gebirges streicht.

In solchem Falle wird sich der Maßstab des Wirbelsystems den aktuellen Windbedingungen anpassen und es wird nur ein entsprechender Anteil der ganzen Hindernishöhe ausgenutzt (effektive Hindernishöhe). In einem Grenzfall bei günstiger Feuchtigkeit können in Hochgebirgen

überraschend glatte Wolkenwälzen in einer dünnen Höhenschicht erscheinen, wie sie in Alpen Prof. Koschmieder und in Hohe Tatra Dr. A. Bečvár photographierten.

Mit ihrer komplexen Wirkung sollte aber die ATS für den Luftverkehr von besonderer Wichtigkeit sein. Unerwartet hohe Abwinde und starke Böigkeit im begrenzten Gebiet können während der Leewelle oder Rotorströmung auch leewärts der niedrigen Kämme besonders oft in der Nacht und bei schlechtem Wetter begegnen werden. Wenn es sich um einen Instrumentenanflug zur Landung handelt, könnten noch die verborgenen lokalen Druckunterschiede eine Rolle spielen und zusammen mit plötzlich und bis zum Boden wirkendem Abwind das übliche Landungsverfahren mindestens erheblich erschweren.

Die Verbogenheit und unerwartete Erscheinungen auch während des vor einer Landung beabsichtigten Sinkfluges durch die tiefste Luftsicht sind besonders dadurch gefährlich, dass die zur Fluggregimeänderung nötige Zeit bei einer schweren Verkehrsmaschine fast immer zu lang ist, um die ungünstige scharfe Wirkung der Abwindzone ohne Höhenverlust beseitigen zu können. Und ein tatsächlicher Höhenverlust wird oft von zwei Komponenten zusammengesetzt: Eine wird am Höhenmesser gezeigt und mit Barographen registriert und die zweite wird nicht gezeigt und nicht registriert.

Der erste Fall ist dem unerwarteten Anflug einer heftigen Abwindzone zurückzuziehen, der zweite wird dagegen durch einen nicht bekannten lokalen Luftdruckunterschied verursacht.

Im Lee eines 300 bis 400 m hohen Kammes auch 10 bis 15 km weit kann man unter den für Rotorströmung günstigen Bedingungen die gezeigten erzwungenen Höhenverluste wenigstens um 50 m erwarten. Lokaler Druckunterschied von etwa 5 mb kann die Höhenangabe um weitere 50 m verfälschen, was insgesamt in ungünstigem Falle zu einer 100 m Höhendifferenz gegenüber der

gewünschten Flughöhe in 10 bis 20 Sekunden führen kann.

Was ein solcher Höhenunterschied, der in beschriebenen Umständen als Minimalwert bezeichnet werden muss, während des Blindfluganfluges bedeutet, ist ohne weiteres ganz offensichtlich. Wenn die Untersuchungsorgane nach einem Flugunfall keine technischen und meteorologischen Ursachen mehr finden können, scheint immer nur Menschenfehler die einzige reale Erklärung zu sein. Doch wenn die beschriebenen Flugbedingungen zeitlich und räumlich mit einem Flugunfall übereinstimmen, sollte man der Aussage der Besatzung volles Vertrauen widmen, wenn es glücklicherweise überhaupt möglich ist eine Aussage erwarten zu können. Denn keine üblichen meteorologischen Messmethoden können die kleinräumlichen und starken Abweichungen des Luftdruckes und der Windkomponenten in vertikaler und horizontaler Richtung schnell und genau entdecken.

Das Flugzeug selbst und seine Flugbahn bringt die einzige reale Antwort auf die Frage des gegebenen Strömungszustandes. Wenn diese Antwort für unglaublich wegen der Unfähigkeit der meteorologischen Bodenmessmethoden gehalten werden soll, dann sind die Besatzungen immer noch zu unglaublichen Erlebnissen und zeitweiligen Flugunfällen verurteilt. Dieser Beitrag ist gegen diese Verurteilung gerichtet.

Jiří Förchtgott

Der Autor wünscht seine Dankbarkeit denjenigen Leuten auszudrücken, die im langjährig durch Diskussion und wertvolle Kritik seine Arbeit ermöglicht haben. Die Wellengespräche mit K. E. Ovgard brachten die ersten Anregungen für den Versuch die Wellenfrage vom Standpunkt der Flugpraxis zu behandeln. Das Vertrauen in eigene Bearbeitung dieser Frage wurde durch das Verständnis des Herrn Prof. St. Hanžlik — meteorologisches Institut der Karls Universität — viel unterstützt.

Während weiterer Bearbeitung zeigte sich die schriftliche Diskussion mit Dr. R. S. Scorer wie auch das gefällige Verleihen des reichen Bildmaterials von Dr. A. Bečvár von höchster Bedeutung. Ganz besonders soll hier das Verständnis der aktiv fliegenden Leute hervorgehoben werden, denn ohne ihre Flugbeobachtungen und Mitteilungen sehr wenig gemacht werden könnte.

# Manifestazioni ondulatorie sottovento all'Appennino settentrionale con correnti da SW e considerazioni sulla struttura della corrente a getto

**ADRIANO GAZZOLA**, del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare Italiana, esamina alcune situazioni durante le quali si verificarono manifestazioni ondulatorie sottovento all'Appennino settentrionale con correnti da SW, allo scopo di individuare le caratteristiche sinottiche più favorevoli alla formazione di onde nell'atmosfera in tali condizioni.

Mostra poi alcune sezioni verticali temporali di velocità di vento osservate, relative alle stazioni di radiosondaggio di Milano-Linate e di Roma-Ciampino, per periodi di tempo a cavallo di quelli in cui le manifestazioni ondulatorie vennero sfruttate. Queste sezioni mettono in evidenza una grande complessità nella struttura verticale della corrente a getto.

Le situazioni sinottiche favorevoli alla formazione di onde persistenti sul Lazio con correnti da NE sono ormai individuate con sufficiente precisione. Meno conosciute sono invece le situazioni, cui si associano onde persistenti sul versante padano dell'Appennino settentrionale.

Per lo sfruttamento di queste ultime è stata attrezzata una base per alianti sull'aeroporto di Bologna, a cura del Reparto Sperimentale di volo e sotto la guida del Ten. Col. Mantelli. Appassionati volovelisti esistono inoltre sull'aeroporto di Modena. L'Osservatorio Scientifico Sperimentale di Monte Cimone, dell'Aeronautica Militare, fornirà la collaborazione necessaria.

La cartina geografica di fig. 1 mostra l'ubicazione di Monte Cimone, Bologna e Modena, nonché la posizione di Milano e Roma, cioè delle due località più vicine alla zona in esame nelle quali vengono effettuati radiosondaggi.

L'esame sinottico delle situazioni relative a casi in cui si verificarono onde sottovento all'Appennino settentrionale con venti da SW ha mostrato che queste situazioni, pur differenziandosi sensibilmente l'una dall'altra, presen-

tano alcune caratteristiche comuni, che è opportuno mettere in rilievo.

Le caratteristiche più salienti, comuni alle situazioni esaminate, sono:

a) esistenza al suolo di una zona depressionaria interessante l'Europa nord-occidentale e centrale. Sulla penisola italiana si notano pressioni quasi levigate intorno a valori medi oppure un

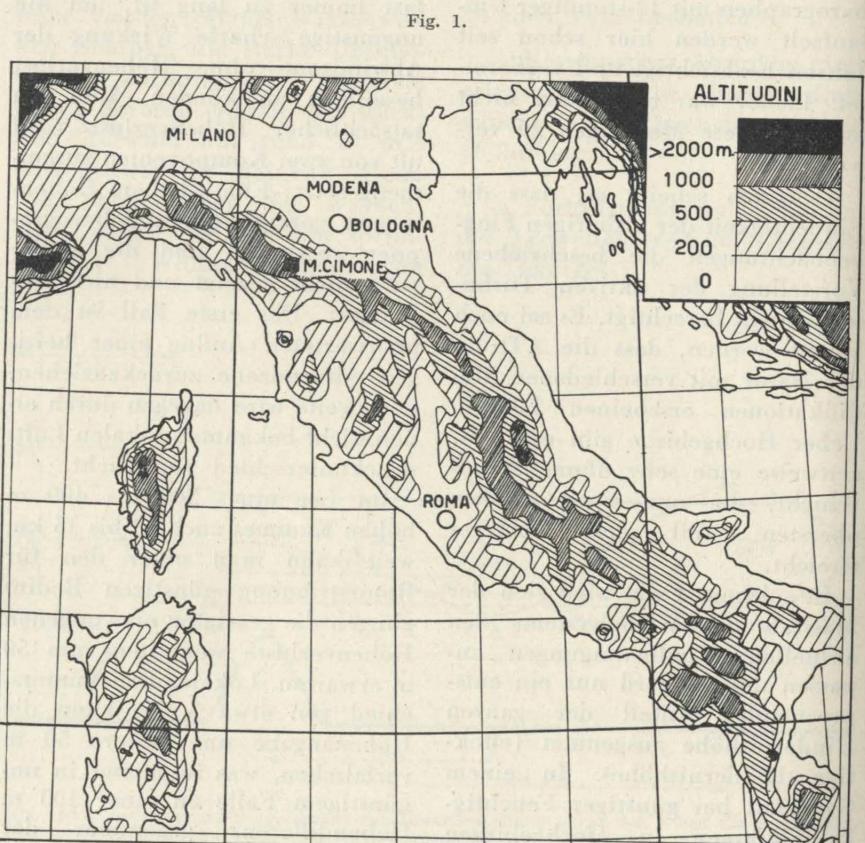


Fig. 1.

pendio con isobare dirette da SW verso NE.

b) presenza in quota di una corrente a getto interessante l'Europa centrale e l'Italia settentrionale.

d) presenza a Monte Cimone di venti provenienti da direzioni comprese tra WSW e SSW, con intensità medie sui 20-30 nodi e più raffiche fin oltre 60 nodi.

ce la depressione interessa il Tirreno soltanto negli strati più prossimi alla superficie (assimetria termica; asse della depressione inclinato verso NW), possono ve-

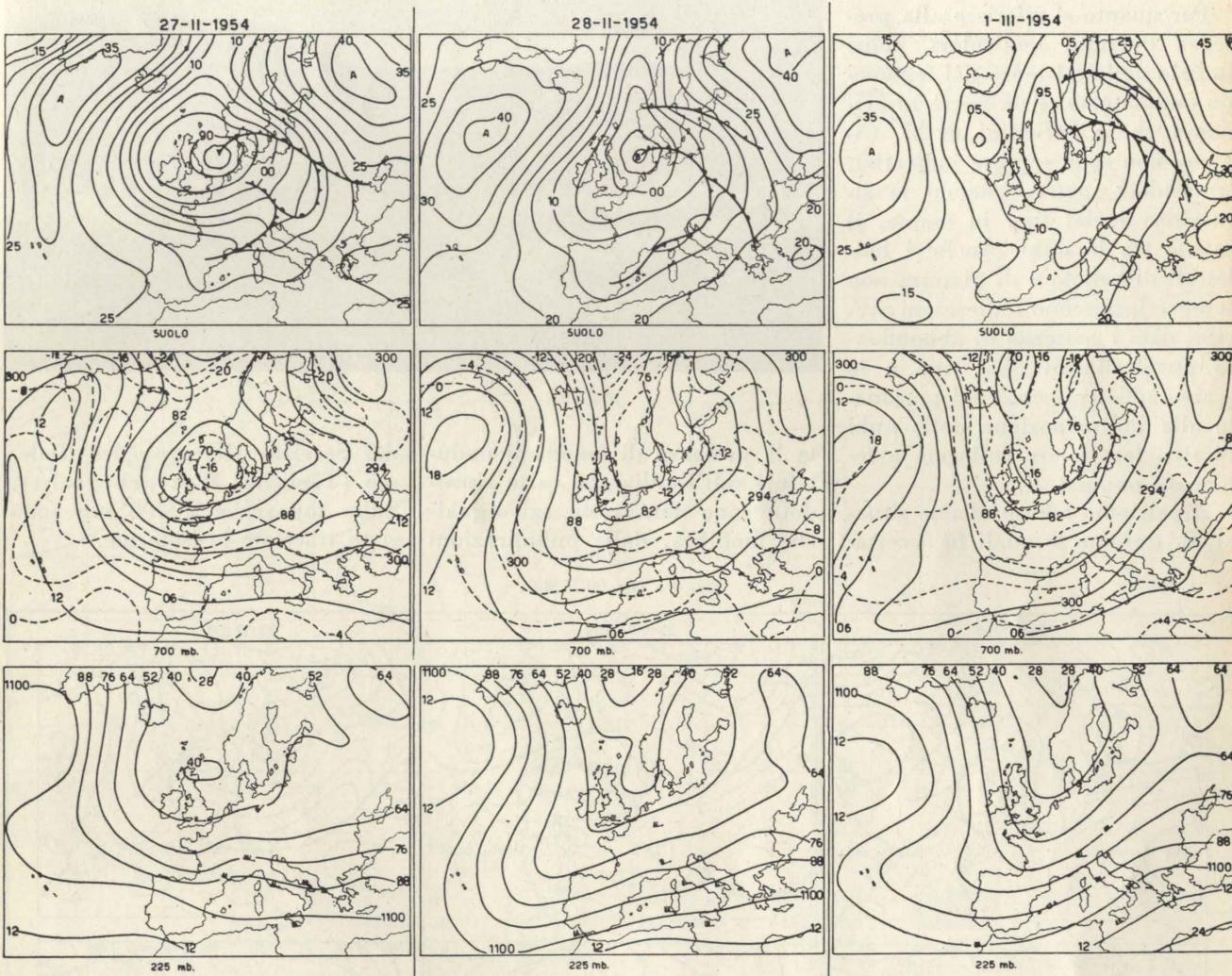


Fig. 2 - Ore 02 T.M.G.

nale, con venti provenienti da direzioni tra W e SW.

c) esistenza di una zona frontale, con andamento da SW a NE, a carattere quasi stazionario od in lento spostamento verso SE. Durante l'attraversamento della penisola, quando questo si verifica, la zona frontale appare soggetta ad un processo di frontolisi. Le manifestazioni ondulatorie si verificano con maggiore intensità quando la perturbazione interessa l'Italia settentrionale, cioè prima del suo passaggio attraverso l'Appennino del nord.

Le caratteristiche su esposte implicano che le situazioni in cui sono presenti depressioni ben definite sul Tirreno non sono favorevoli alla formazione di onde persistenti sulla regione in esame. Ciò è quello che era ragionevole attendersi. Infatti quando la depressione tirrenica ha carattere freddo, con distribuzione termica pressoché simmetrica rispetto al centro del minimo, essa si estende, con asse quasi verticale, sino alle alte quote; non può esistere quindi una corrente a getto occidentale sull'Italia del Nord. Quando inve-

rificarsi correnti occidentali alle alte quote sull'Appennino settentrionale; negli strati inferiori però la depressione tirrenica richiama aria da levante, attraverso le vallette ed al disopra dei rilievi. In tale caso la direzione del vento varia nettamente con la quota e viene a mancare così una delle condizioni essenziali perché possano formarsi onde persistenti bene sviluppate.

Sulla base di queste considerazioni si comprende perché venti da SW a Monte Cimone siano indicativi del fatto che i venti alle

quote superiori provengono da direzioni non molto differenti, mentre venti di provenienza orientale non forniscano sufficienti indicazioni per giudicare della direzione di provenienza dei venti superiori.

Per quanto si riferisce alla presenza di nubi lenticolari, come indizio della esistenza del fenomeno ondulatorio, è dà porre in evidenza che i bollettini di M. Cimone non sono sempre indicativi, trovandosi spesso, quando la situazione è del tipo in esame, il monte tra le nubi. Anche i bollettini di vallata e di pianura non sempre forniscono indicazioni precise, data l'esistenza di abbondante nuvolosità di ogni tipo e lo scarso addestramento del personale alla individuazione delle nubi di tipo lenticolare collegate a fenomeni ondulatori.

Riportiamo adesso alcune situazioni, durante le quali fu accerta-

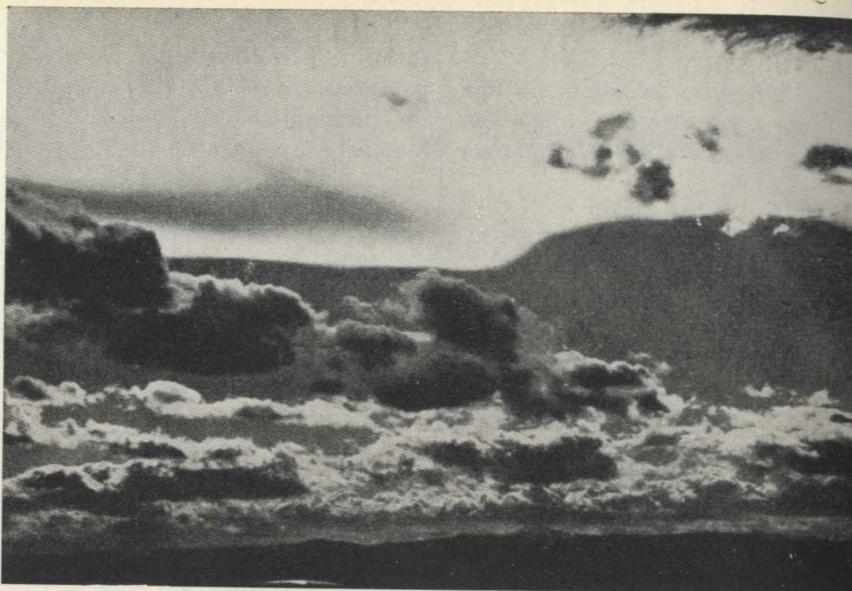
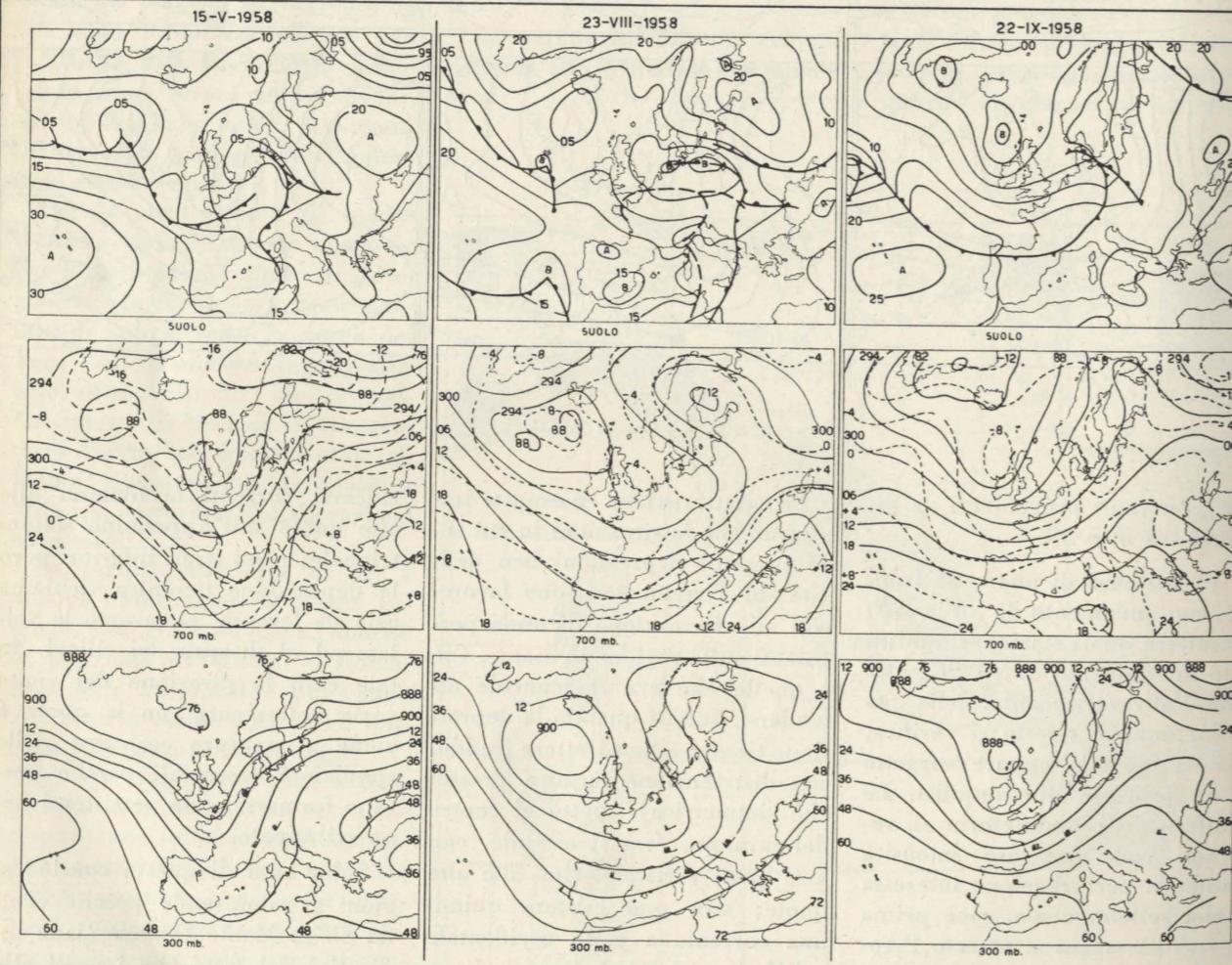


Fig. 3.

ta la presenza di fenomeni ondulatori sull'Emilia. Le carte riprodotte sono state tratte, salvo qualche modifica, dalle pubblicazioni

del Servizio Meteorologico Tedesco (*Täglicher Wetterbericht*). Sulle topografie a 700 mb sono state tracciate le isoterme.

Fig. 4 - Ore 00 T.M.G.



I) Situazioni dal 27 febbraio al 1° marzo 1954 (fig. 2).

La zona frontale che, quasi stazionaria, interessa l'Italia settentrionale è male individuabile nei

po barico al suolo sull'Italia. La foto scattata il giorno 28 dai volovelisti dell'aeroporto di Modena, in direzione dell'Appennino, (fig. 3), mostra l'esistenza di

A Monte Cimone i venti persistettero il giorno 14 ed il mattino del 15 da 180° con forti intensità (raffiche sino a 75 nodi) per poi ruotare, dopo il passaggio della

MILANO-LINATE

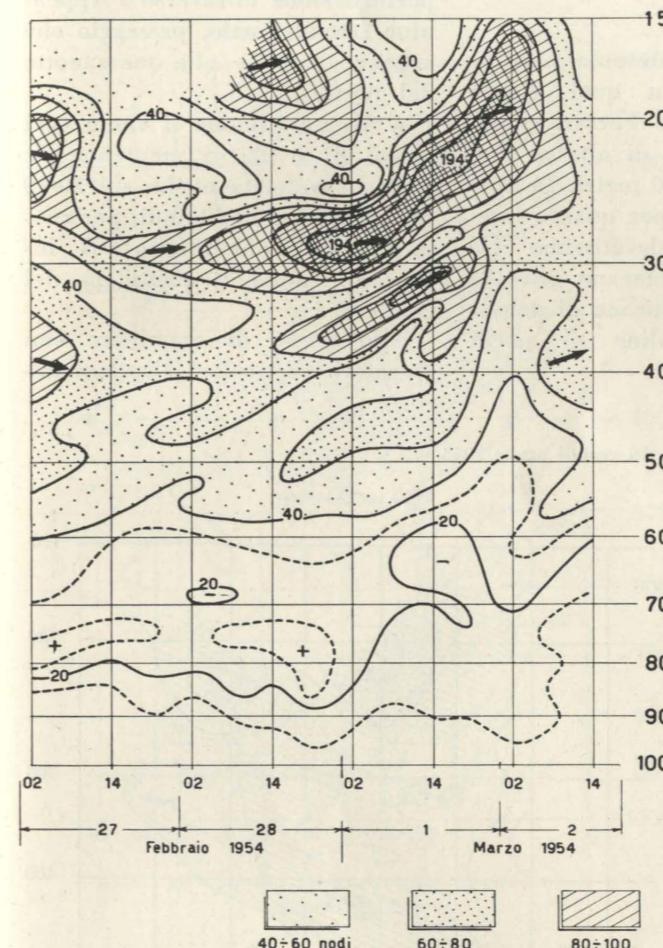
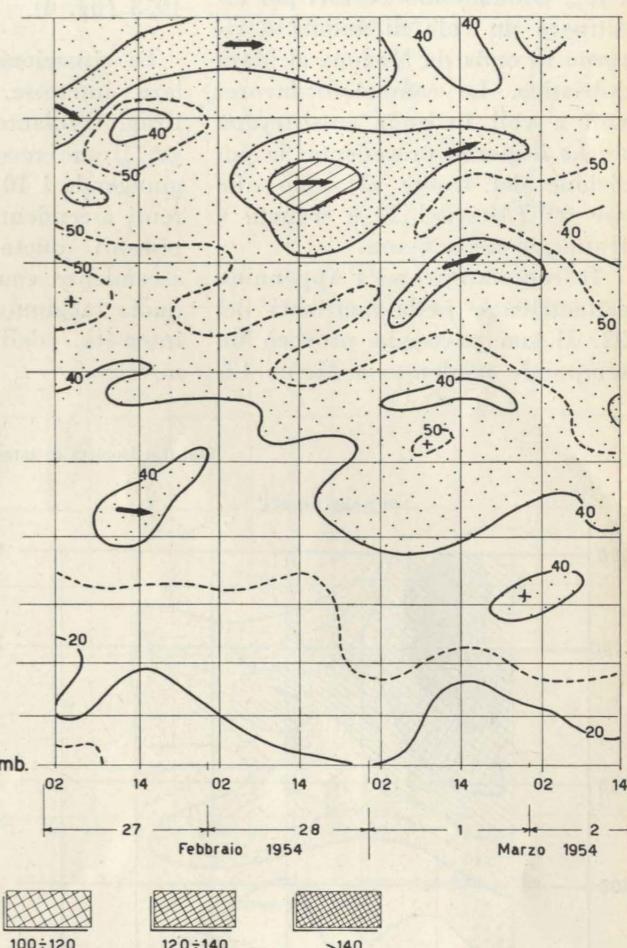


Fig. 5 - Isoplethe di intensità del vento - febbraio-marzo 1954.

ROMA-CIAMPINO



bassi strati in Val Padana, dove prevalgono le influenze locali determinate dalla configurazione orografica della regione. Meglio definita è invece in quota. Le carte meteorologiche d'Italia non forniscono indicazioni che consentano di poter affermare che il fronte al suolo abbia attraversato l'Appennino settentrionale. A M. Cimone persistettero venti da 230°, con intensità medie superiori a 30 nodi. La stazione fu quasi sempre nelle nubi, e si verificarono deboli precipitazioni; la temperatura non subì sensibili variazioni. Si noti l'esistenza di un ben definito cam-

una imponente nube lenticolare e, al disotto di cumuli di rotore organizzati. Le manifestazioni ondulatorie si verificarono nella massa calda prefrontale.

II) Situazione del 15 maggio 1958 (fig. 4).

Durante tale giorno il sig. Campani dell'Aero Club di Modena eseguì un volo in onda sui 4500 m, da Modena a Milano, incontrando correnti ascendenti sino a 6 m/sec. La perturbazione, proveniente da WNW, passò durante il pomeriggio del giorno in esame, attraverso l'Appennino settentrionale, indebolendosi.

perturbazione, da 250°. Durante il passaggio Monte Cimone fu nelle nubi e la temperatura subì una graduale diminuzione. Si noti la profonda saccatura in quota sul Mediterraneo occidentale. Si ritiene che questa debba considerarsi un po' come una situazione limite; se la saccatura in quota interessasse regioni più orientali, trovando riscontro in una depressione al suolo sul Tirreno, si determinerebbe il richiamo dalle regioni orientali sulla Toscana nei bassi strati, di cui si è precedentemente parlato, e la situazione non sarebbe più favorevole alla

formazione di onde del tipo in esame.

### III) Situazione del 23 agosto 1958 (fig. 4).

La situazione fu sfruttata dall'Ing. Guidantonio Ferrari per effettuare un volo di andata e ritorno in onda da Modena al Mare Adriatico. Le condizioni favorevoli a voli in onda sussistevano anche il giorno precedente; la posizione del fronte al suolo alle ore 00 TMG del 22 è segnata a tratteggio nella figura.

Il fronte attraversò l'Appennino settentrionale nella mattinata del 22. Il suo passaggio provocò un temporale moderato a Monte Ci-

dia di 20-30 nodi. Lo spostamento del fronte fu accompagnato da uno spostamento verso minori latitudini della corrente a getto, che interessò tutta la penisola.

### IV) Situazione del 22 settembre 1958 (fig. 4).

La situazione presenta particolare interesse. In quel giorno l'Ing. Guidantonio Ferrari conseguì il suo record di altezza raggiungendo i 10.000 metri. Le correnti ascendenti, per quanto interessanti quote elevatissime (le ascendenze continuavano oltre la quota raggiunta) furono di debole intensità, dell'ordine di pochi m/sec.

sua influenza sull'Italia centrale. Il fronte freddo attraversò la penisola spostandosi verso SE e fu soggetto ad un rapido processo di frontolisi. Le carte meteorologiche d'Italia consentono di seguire abbastanza bene il passaggio della perturbazione attraverso l'Appennino settentrionale, passaggio che avvenne intorno alla mezzanotte del giorno 22.

A Monte Cimone il vento, nei giorni 21 e 22, si mantenne da 200° con velocità medie sui 20-25 nodi e raffiche di 40 nodi, per ruotare da direzioni intorno a N, indebolito, dopo il passaggio del fronte.

Allo scopo di esaminare con maggiori particolari l'andamento

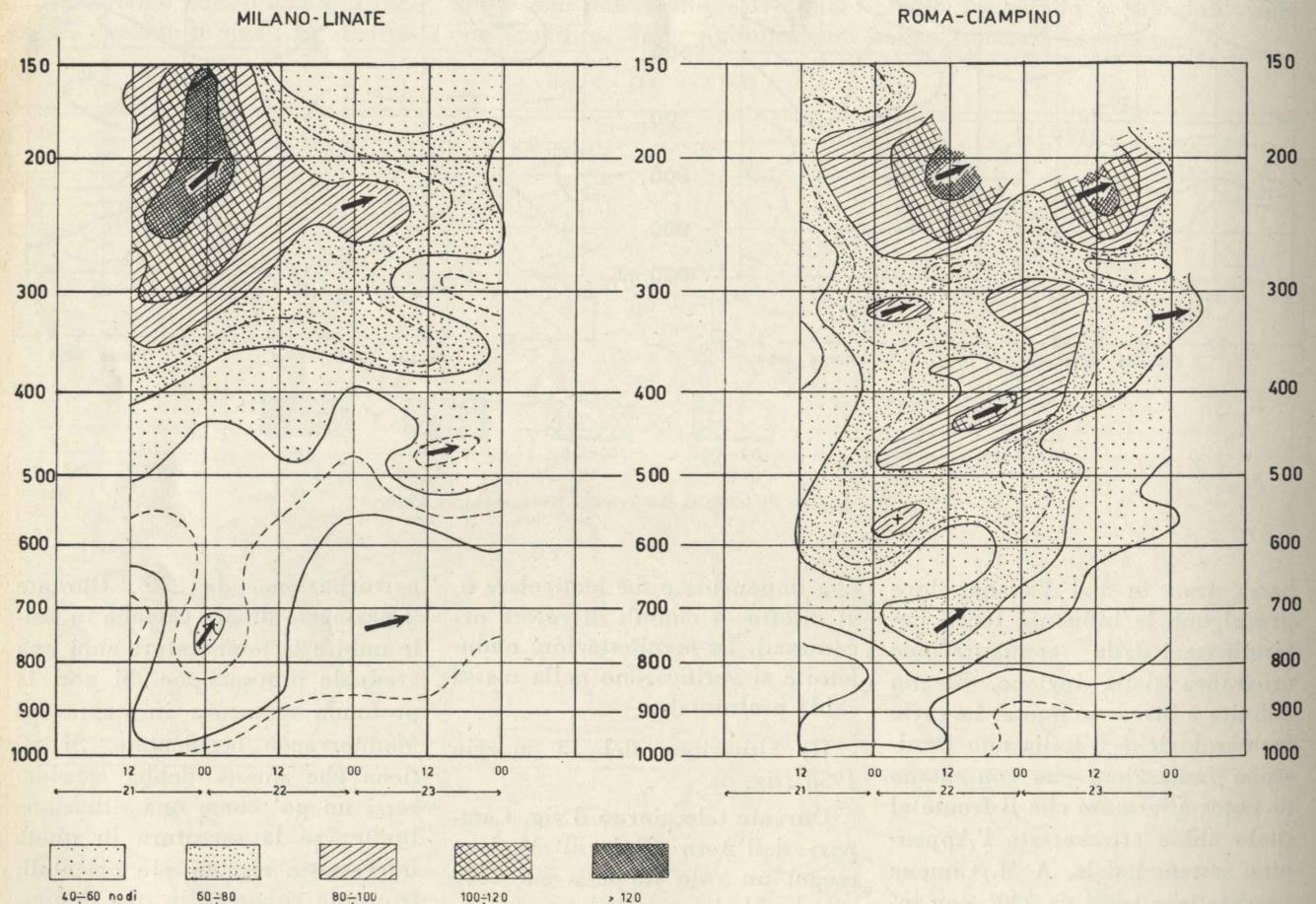
radiosondaggio di Milano-Linate e di Roma-Ciampino (fig. 5, 6, 7).

Nell'esaminare le figure è necessario tener presente che, di proposito, si sono considerati come attendibili tutti i dati forniti dai

ni di intensità (a volte molto notevoli) sono attribuibili ad errori di determinazione e fino a che punto esse sono indici di effettive variazioni? Il problema attende una soluzione, che dovrà essere

nical Note n. 18 WMO-Aviation Aspects of Mountain Waves) con forti venti il pallone quando è a grandi altezze, viene osservato frequentemente sotto angoli inferiori a 10° sull'orizzonte. In tali

Fig. 6 - Isoplete di intensità del vento - agosto 1958.



mone. Questa località persistette nelle nubi fino al pomeriggio del 23. I venti perdurarono, prima e dopo il passaggio, da direzioni intorno a 220° con intensità me-

È da porre in rilievo il fatto che, nei giorni dal 21 al 23, la corrente a getto sovrastò l'Europa centrale, interessando anche l'Italia settentrionale, ma non estese la

dei venti con la quota in situazioni del tipo in esame, sono state tracciate alcune sezioni verticali di isoplete di intensità del vento osservato, relative alle stazioni di

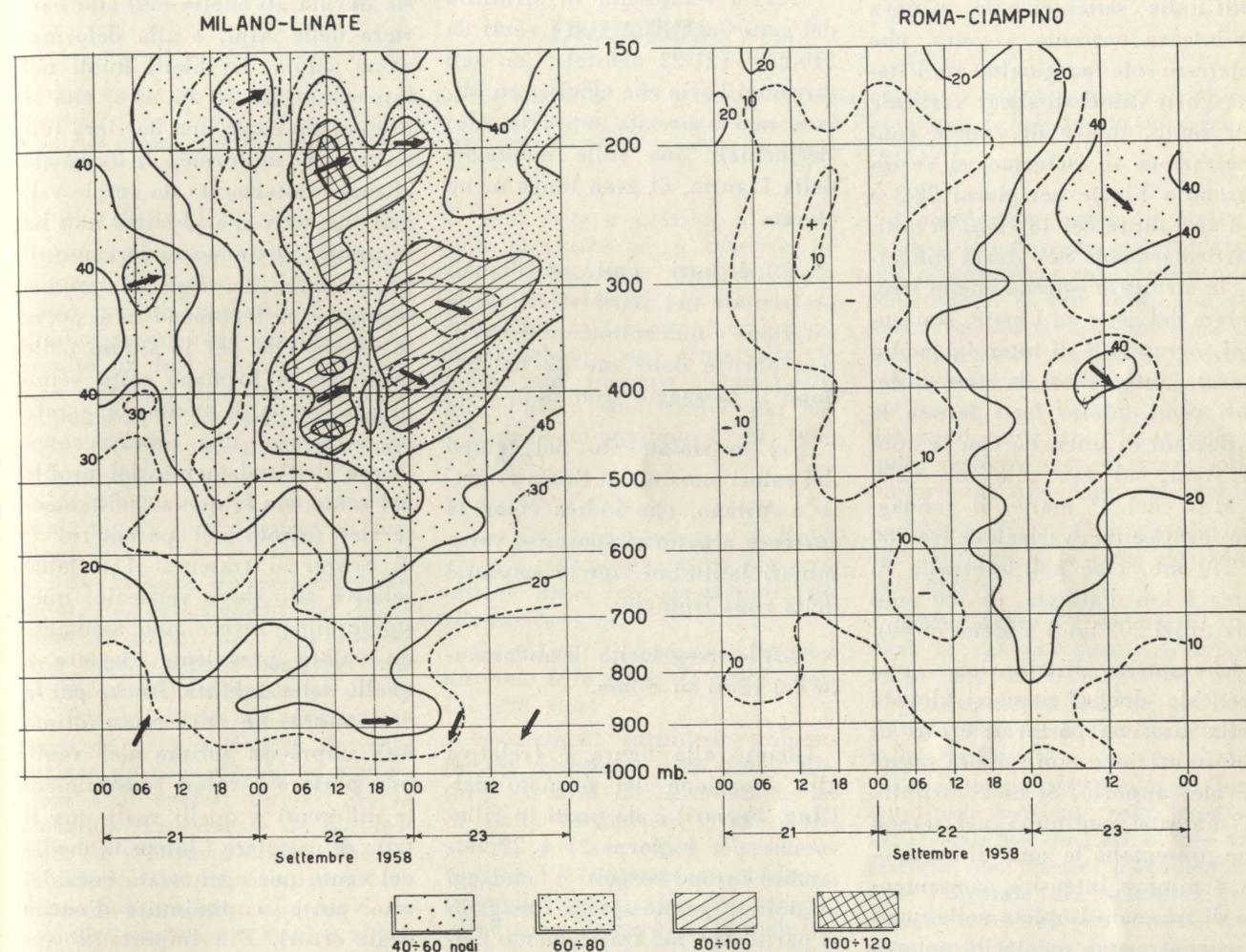


Fig. 7 - Isoplete di intensità del vento - settembre 1958.

radiovento, calcolati ad intervalli di 1', così come essi vengono riportati sui modelli di stazione in uso presso il Servizio Meteorologico Italiano.

A questo proposito è necessario mettere in evidenza che uno studio accurato della struttura verticale della corrente a getto richiede una esatta conoscenza dei valori relativi al vento in quota, e l'acciazzata è pertanto strettamente legata alla precisione dei dati forniti dai sondaggi per livelli intermedi tra quelli standard.

Fino a che punto le fluttuazio-

condizioni, supposto che il pallone si trovi a 12 km di altezza e l'errore di determinazione sia di 0,1°, la misura dell'altezza risulta errata di 720 m.

Le misure delle intensità del vento e delle variazioni delle intensità con la quota possono pertanto risultare errate di alcune decine di nodi. Ad onta di tale incertezza di determinazione si può ragionevolmente supporre, sulla base dei risultati delle osservazioni, che la struttura del getto sia in realtà molto più complessa di

quella che sarebbe da attendersi prendendo in considerazione soltanto le variazioni del vento con l'altezza conseguenti alla distribuzione termica.

Si esamina la figura 5, relativa alle situazioni di cui alla fig. 2. Sull'Italia settentrionale esisteva un'intensa corrente a getto, che interessò solo marginalmente l'Italia. Forti valori di shear verticale del vento, indice di grande concentrazione di isoterme, si verificarono a Linate nei giorni 28-2 e 1-3 al disopra dei 400 mb. Si noti, particolarmente nei giorni suddetti, la struttura estremamente irregolare del getto su Linate, con nuclei sovrapposti di intensità molto elevate, intervallati da zone di deboli venti. Molto forti furono le variazioni di intensità con la quota; così, ad es., alle ore 0200 T.M.G. del 1° marzo il sondaggio fornisce una variazione tra 280 e 240 mb, cioè nell'intervallo di circa 1 km d'altezza, di 160 nodi (da quasi 200 nodi a meno di 40).

Che questa distribuzione sulla verticale debba ritenersi dovuta nella massima parte ad errori di determinazione non sembra ragionevole supporlo. Si noti anzitutto la marcata continuità nel tempo che presentano le zone di maggiore e minore intensità, consentendo di tracciare isoplete nelle quali si riscontra una regolarità notevole. Un'altra interpretazione nel tracciamento delle isoplete potrebbe forse condurre a linee con andamento alquanto differente da quello riprodotto, ma non potrebbe modificare la sostanza della rappresentazione. Una conferma sulla validità della rappresentazione e sull'effettiva complessità della struttura del getto si ottiene dall'esame della parte della figura relativa a Ciampino. Su questa stazione i venti raggiunsero velocità massime molto minori che non a Linate. Si noti però come al di sopra dei 500 mb le zone di maggiore e minore intensità nelle isoplete a Milano trovino buone

corrispondenze in analoghe zone su Roma. Tale corrispondenza non può essere casuale.

In figura 6, relativa alla precedentemente citata situazione dell'agosto 1958, si notino:

a) la semplicità di struttura del getto su Milano con i venti da 210-220° (21-22 agosto). Con tali direzioni l'aria che affluisce su Milano non è passata sopra le Alpi Occidentali, ma sulle montagne della Liguria, di gran lunga meno elevate;

b) i forti venti meridionali prefrontali nei bassi strati, e la rotazione e indebolimento dei venti a partire dalle ore 12 del 22, dopo il passaggio frontale;

c) lo sfasamento nel tempo dei valori massimi su Roma rispetto a Milano, che indica come la corrente a getto si spostasse verso minori latitudini con lo spostarsi della zona frontale;

d) le irregolarità di andamento dei venti su Roma.

Quanto alla figura 7 (relativa alla situazione del primato dell'Ing. Ferrari) è da porsi in rilievo che per i giorni 21 e 22 settembre furono eseguiti 4 sondaggi al giorno. Questo spiega i maggiori particolari nel tracciamento delle isoplete.

Come già detto in precedenza la corrente a getto sovrastò in tali giorni l'Europa centrale, interessando solo marginalmente l'Italia settentrionale. Essa fu completamente assente su Roma. Su Milano la distribuzione verticale dei venti appare notevolmente irregolare.

Poichè quanto precede porta a ritenere che la struttura verticale della corrente a getto presenti una notevole complessità, non attribuibile soltanto a variazioni della distribuzione termica, viene naturale pensare a cause di carattere dinamico determinanti tale com-

plessità. Lo studio di queste cause si presenta certamente complesso. Non sembra da escludersi che la esaltazione dei fenomeni su Linate (confermata dal tracciamento di isoplete del vento su detta località eseguito per molti mesi) sia dovuta all'effetto dell'alta barriera delle Alpi, e alla deformazione subita dai filetti fluidi nel loro passaggio su di esse, che si presentano come una barriera tutt'altro che uniforme, di diseguale altezza e intersecata da ampie vallate. Lo scrivente peraltro non ha la pretesa di indagare le cause di tale complessità. Egli si limita a segnalare il fenomeno e a porre in rilievo che per lo studio delle onde che si formano sotto vento di una catena di montagne, sarebbe necessario una precisa conoscenza dell'andamento del profilo del vento con la quota. Solitamente del calcolo del parametro  $l^2$  di Scorer si trascura il termine relativo allo shear verticale; questo termine invece può assumere un valore prevalente rispetto a quello della stabilità. Anche per la determinazione di quest'ultimo una imprecisa misura del vento può portare a valori sensibilmente differenti a quelli reali, ma il fatto di calcolare l'intensità media del vento per ogni strato considerato porta a diminuire l'entità degli errori. Più importante appare invece per questo termine la precisa determinazione delle temperature ai vari livelli. Per il termine dello shear, invece, il criterio secondo il quale si effettua il lasciamento dei dati osservati appare sostanziale ai fini del calcolo dei valori da esso assunti.

È auspicabile che gli studi tendenti a perfezionare i procedimenti per la misura dei venti in quota consenta in un prossimo futuro misure di grande attendibilità, onde fornire informazioni sicure sulla struttura del getto, sulla base delle quali studiare l'interpretazione teorica della struttura stessa.

Adriano Gazzola

# Écoulement de l'air au voisinage immédiat du relief

## Efflusso dell'aria nelle immediate vicinanze di un rilievo montuoso

NORBERT GERBIER, del Servizio della Formazione Aeronautica Francese, tratta una serie sistematica di esperienze in volo sull'efflusso dell'aria nelle immediate vicinanze di un rilievo montuoso.

RÉSUMÉ. Le mémoire relate une série systématique d'expériences en vol sur l'écoulement de l'air dans le voisinage immédiat du relief.

### 1. GENERALITES

Au niveau des crêtes de montagnes, la vitesse d'écoulement passe par un maximum pour diminuer rapidement ensuite. Il en résulte un fort gradient de pression statique, les filets d'air « décollent » et il se produit un courant de retour qui grossit les tourbillons formés à la crête. Ceux-ci se détachent et sont emportés en aval, tandis que d'autres se forment.

Aux vitesses élevées d'écoulement, le détachement est tellement fréquent, que leur succession dans l'espace constitue une couche de discontinuité de vitesse. Sur les lignes de courant situées de part et d'autre de cette surface de discontinuité, les pressions sont égales; du fait de la variation transversale de la pression, il y a surpression dans les crêtes de chaque écoulement et dépression en regard. Ainsi la moindre ondulation tend à s'amplifier, la couche de discontinuité s'enroule sur elle-même et finalement se rompt en un certain nombre d'éléments, donnant naissance à des tourbillons de dimensions variées dont les principaux sont souvent stationnaires par rapport au sol, on les appelle communément « ROTORS ».

### 2. MOYENS DE MESURE

Nous avons étudié les phénomènes d'écoulement sur des axes déterminés en fonction de la direction du vent (axes perpendiculaires aux lignes de crêtes) à l'aide d'un « MORANE 502 » équipé d'un appareil enregistreur « A.13 » et d'un collimateur à deux assiettes destiné à apprécier les verticales des points de virage. Tous les vols

se sont faits à pression d'admission constante et à nombre de tours « moteur » constant sous forme de ratissage par tranche de 300 à 500 mètres, vent arrière et vent debout, en conservant le même axe. Lorsque c'était possible, l'avion était suivi par un « Radar automatique » du type « COTAL ».

### 3. RÉSULTATS

Les différentes mesures réalisées grâce à ces moyens, nous ont permis de tirer les conclusions suivantes:

1er Cas: Composante du vent normale à la ligne de crête - faible <8 m/s:

Écoulement turbulent prépondérant. Existence d'un seul « Rotor » en aval de la montagne et de petits tourbillons à axe horizontal, dus aux effets d'accélération de l'écoulement au voisinage immédiat de la crête. La hauteur d'influence dépend de la stabilité de l'air, elle est limitée à la couche de discontinuité de vitesse, située légèrement au-dessus du sommet de la montagne (100 à 200 mètres). L'écoulement laminaire est très peu modifié; les ondes, si elles existent, sont faibles et disparaissent rapidement avec l'altitude.

2ème Cas: Composante du vent normale à la ligne des crêtes - modérée (de 8 m/s à 15 m/s):

L'écoulement turbulent est plus marqué. On note une succession de « ROTORS », en phase avec les crêtes ondulatoires. L'importance de ces « Rotors » dépend essentiellement de l'instabilité de l'air. La hauteur d'influence de la couche turbulente est plus importante que dans le 1er cas.

L'écoulement laminaire présente des déformations sinusoïdales, qui disparaissent rapidement avec l'altitude si le vent faiblit ou s'il existe un changement marqué de direction. Par contre, si le vent reste constant, ou augmente normalement avec l'altitude, les ondes se développent. Leur amplitude verticale est d'autant plus importante que l'air est stable.

3ème Cas: Composante du vent normale à la ligne de crêtes >15 m/s:

Mêmes types d'écoulements que dans le cas précédent. L'importance des « ROTORS » et leur virulence, dépendent du gradient vertical des vitesses et de l'instabilité de l'air.

La longueur des ondes et leur amplitude verticale sont fonction de la stabilité de l'air et des variations de vitesse d'écoulement avec l'altitude. Air stable et gradients verticaux de vitesse faibles sont l'indice de mouvements ondulatoires bien organisés et facilement utilisables.

Remarques: Les différentes mesures effectuées lors des campagnes d'études ont permis de noter dans de nombreux cas, les phénomènes suivants au point de vue température et vitesse.

#### 1) Température:

a) Au voisinage immédiat des « Rotors » gradient souvent suradiabatique.

b) Existence d'une inversion ou d'une isothermie sur une faible épaisseur (100 à 300 mètres) au sommet des « Rotors ».

c) Dans l'onde gradient sensiblement adiabatique.



Fig. 1.

#### 2) Vitesse:

a) Vitesses maximales de vent à la base de la branche descendante des « Rotors », minimales au sommet de la branche ascendante.

b) Vitesses maximales de vent aux « crêtes » des ondes, minimales aux creux.

c) Vitesses verticales positives maximales en avant du bord d'attaque des nuages de « Rotors ».

d) Répartition souvent assymétrique des champs de vitesse positif et négatif dans les « Rotors »; les plages ascendantes paraissent plus étroites mais plus fortes en intensité.

e) Turbulence maximale au début des plages ascendantes dans les « Rotors ».

#### 4. ETUDES EXPERIMENTALES

Quelques cas particuliers illustrant ce que nous venons d'exprimer:

tion de la pression dynamique; il se crée une dépression immédiatement sous le vent de la crête, les filets d'air s'infléchissent vers le bas, pour remonter ensuite, alors qu'à deux cent mètres au-dessus, il n'y a pratiquement plus de déviation (fig. 2). Il se forme une zone tourbillonnaire appelée « Rotor ».

Cet infléchissement vers le bas entraîne une zone de courants descendants immédiatement sous le vent, d'autant plus importante que la vitesse du vent est grande.

Nous notions à 09 T. U. les vents suivants:

##### Observatoire du Mont Ventoux 140° - 30 noeuds

RADAR — 09 T. U.	Vent noeuds	Nîmes 12 T. U. m.	noeuds
	1.400	030 - 03	
	1.800	100 - 05	
140 - 06	2.000	100 - 08	
140 - 05	2.500	110 - 06	
130 - 04	3.000	110 - 07	

##### 4.1.2. Analyse du vol (fig. 3).

Après un passage à 50 mètres au-dessus du sommet, à pression d'admission constante, l'avion pris dans un courant descendant de 11 mètres par seconde, perdit 150 mètres de hauteur en 14 secondes. Prospectant ensuite les faces latérales au vent et sous le vent du « Rotor » non matérialisé par un nuage. Le MORANE-502 fut soumis à des variations de vitesse verticale  $\pm 3 \text{ m/s}$  à  $\pm 5 \text{ m/s}$  de 1.500 mètres à 2.100 mètres, avec turbulence sur l'axe Mont Ventoux-Pierrelongue.

4.1.1. Le but de la prospection, par avion, au Mont Ventoux, était d'étudier les variations d'écoulement au voisinage immédiat du relief, par vent du gradient faible. Nous avons souvent remarqué que par vent de secteur Sud la vitesse indiquée par la station météorologique du Mont Ventoux était toujours plus forte (le double environ) que le vent au même niveau mesuré par Radar et par avion sur un rayon d'environ 50 kilomètres.

4.1.3. Le dépouillement des différents paramètres mesurés à l'aide de l'A.13, est explicite en lui-même (fig. 3). Notons, cependant, une variation d'accélération de 1,8 g (de +2,4 à +0,6 g) en une seconde. Cette variation brusque n'est pas accompagnée d'une variation de température; d'autre part, la masse d'air était stable dans son ensemble, entre 1.200 et 2.500 mètres.

Seule la variation d'écoulement peut donc expliquer cette turbulence.

#### Remarque:

Si nous reprenons la Figure 1 représentant une coupe verticale du relief en amont du Ventoux et que nous supposons qu'un avion venant de Pierrelongue en ciel clair, à une altitude très voisine de celle du sommet du Ventoux, se dirige vers ce sommet, il va être soumis, 600 mètres avant la crête, à des rabattants importants ( $-11 \text{ m/s}$ ) et ne pourra pas franchir la crête, sauf s'il fait demi-tour à temps, et ne reprend de l'altitude à une distance raisonnable de la montagne, sinon ce sera l'accident, d'autant plus que cette chute sera accompagnée de turbulence importante, risquant de mettre l'avion dans des positions dangereuses, sinon catastrophiques.

Donc, pilotes attention, en montagne, même par ciel clair et vent du gradient faible, ne faites jamais de « rase-mottes », vent debout, conservez toujours une altitude de sécurité au moins égale à 500 mètres au-dessus des sommets qui se trouvent sur votre parcours.

4.2. Etude de l'écoulement de l'air au voisinage immédiat du relief, par vent du gradient assez faible secteur Sud sous le vent du Ventoux le 21 mars 1959.

4.2.1. La situation météorologique était commandée par un vaste anticyclone s'étendant de l'Italie à la Norvège dirigeant sur nos régions un flux de S.E. à Sud faible à modéré.

Le sondage de vent Radar de 12.50 T.U. indiquait des vents de 130° à 180° dont le maximum de vitesse (17 noeuds) se situait entre 2.200 et 2.500 mètres.

Le sondage avion (07.40 T.U.) effectué en amont de la Montagne de Lure, sensiblement à l'aplomb de la montagne de Pellegrinne nous avait permis de déceler un « rotor » matérialisé par un nuage de 1.800 à 2.200 mètres à faible dimensions horizontales. Au-dessus de ce « Rotor » écoulement ondulatoire à courte longueur

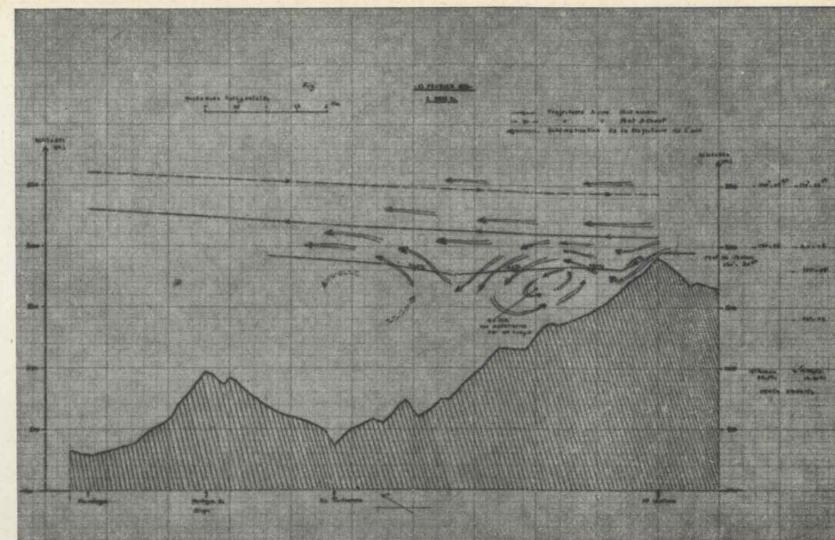


Fig. 2.

d'onde et faible amplitude jusqu'à 3.200 mètres. A cette altitude nous pouvions apercevoir, sous le vent du Mont Ventoux, un nuage de « rotor » beaucoup plus important; ce qui nous décida d'aller faire une prospection dans cette région.

Les vents, enregistrés à l'observatoire du Mont Ventoux étaient les suivants:

06 T.U.	140	56 Noeuds
09 T.U.	140	48 "
12 T.U.	160	40 "

Nous constatons, encore une fois, l'accélération de ces vents, par rapport au vent du gradient assez faible secteur Sud sous le vent du Ventoux le 21 mars 1959.

4.2.2. Le MORANE 502 M.S. effectua 6 coupes, 3 « vent arrière » 3 « vent debout » sur l'axe Le Ventoux-Propiac.

Les différentes trajectoires de l'avion par rapport au relief sont représentées figure 4. Elles ne correspondent pas aux trajectoires de l'air, la vitesse sol de l'avion étant différente de la vitesse d'écoulement de l'air. D'autre part, les trajectoires de l'avion pour une même altitude pression sont différentes vent arrière et vent debout (en configuration palier), l'avion restant plus longtemps dans les ascensions et descentes lorsqu'il est « vent debout ».

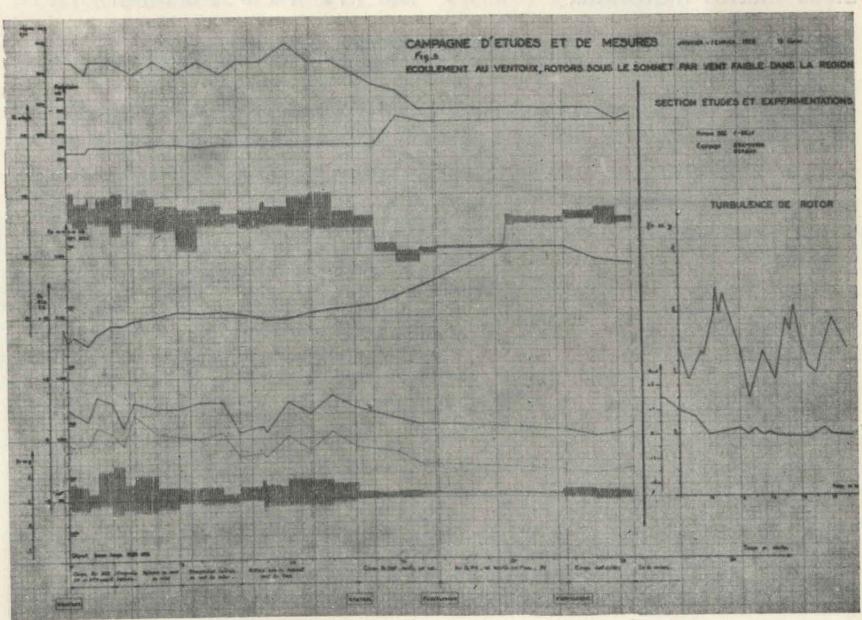


Fig. 3.

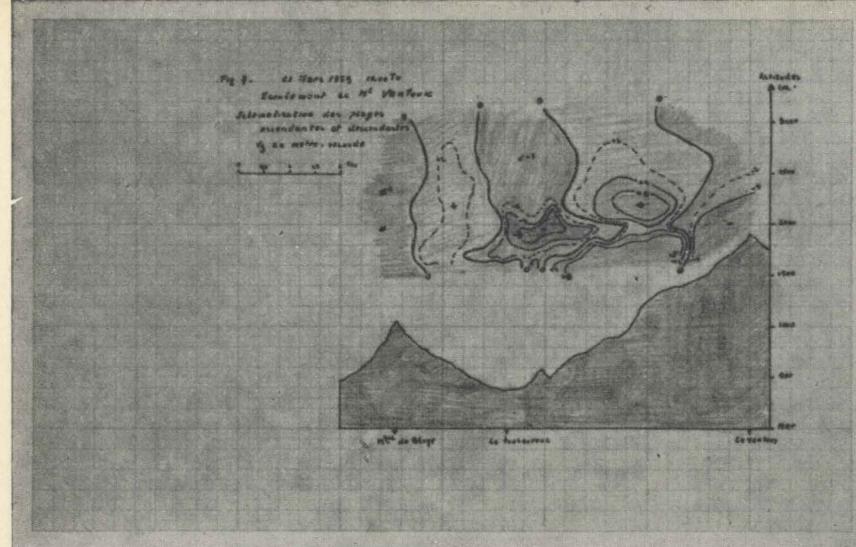


Fig. 4.

Il est donc nécessaire de reconstituer à l'aide des renseignements obtenus (vitesse de l'appareil, vitesse horizontale du vent et vitesse verticale) la trajectoire des filets d'air.

Une schématisation de cette trajectoire est représentée sur la même figure. L'intérêt de cette coupe est de situer d'une façon précise, la zone tourbillonnaire turbulente, la couche de discontinuité de vitesse, et l'écoulement laminaire au-dessus.

Le « Rotor » présentait les caractéristiques suivantes:

Position du centre: 3 Kilomètres en amont du sommet, à 2.000 mètres d'altitude.

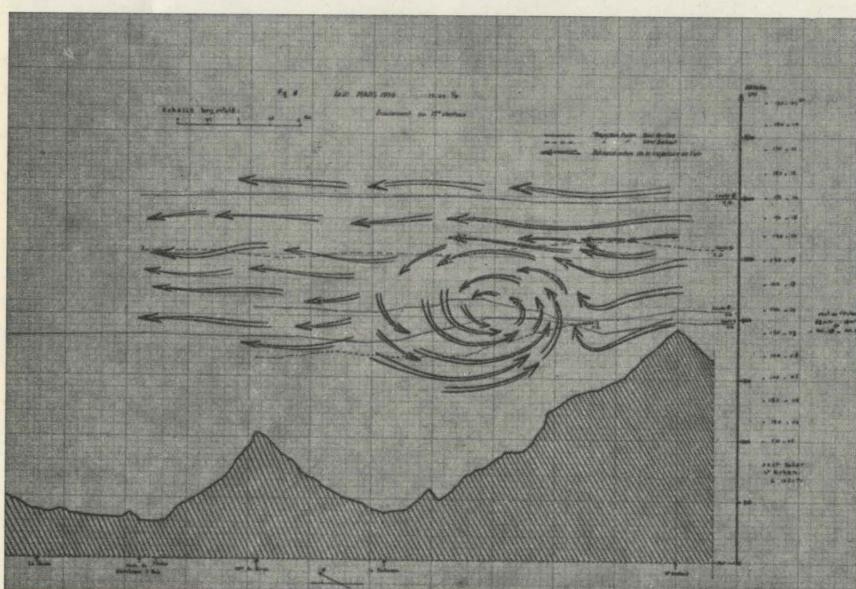


Fig. 5.

4.2.3. Etudes des différentes coupes faites par la Section d'Etudes de Saint-Auban (dépouillement A.13). La coupe numéro 1 effectuée vent arrière depuis la crête du mont Ventoux à 1.975 mètres dans la zone d'écoulement tourbillonnaire sous ondulatoire donne des renseignements intéressants, à savoir: Variation brutale d'accélération de +2,2 à -0,4 g en moins d'une seconde, sans variation de température, au début de la partie ascensionnelle du « Rotor », soit 2,6 g de variation pour environ une seconde.

Notons que le gradient vertical de température est très voisin du gradient adiabatique (1°,3 pour 135 mètres).

*La coupe N° 2 réalisée à 3.000 mètres « vent arrière » indique un écoulement laminaire, sinusoïdal rapidement amorti, sans variation d'accélération (écoulement non turbulent). L'amplitude verticale est faible, les vitesses de vent étant également faibles (15 noeuds).*

*La coupe N° 3 faite à 2.600 mètres en écoulement laminaire, est intéressante du fait de la présence d'une inversion de température à ce niveau (+3° en 150 mètres).*

Nous avons déjà constaté en maintes occasions, la présence d'une inversion de température juste au sommet du « Rotor » lors des sondages avions (fin de la branche ascendante du « Rotor »).

*La coupe N° 4 effectuée à 2.075 mètres, est un écoulement turbulent. Les accélérations sont cependant moins fortes qu'à 1.975 mètres (coupe N° 1) variation de +0,2 g à +2,4 g soit 2,2 g en deux secondes 1/2, ce qui entraînait, de l'avis des expérimentateurs, des secousses moins brutes.*

*La coupe N° 5 confirme l'existence d'une inversion de température à la limite des écoulements turbulent et laminaire (+3° en moins de 100 mètres).*

*La coupe N° 6 faite à l'altitude de 1.650 mètres, c'est-à-dire nettement en dessous du niveau des crêtes, indique un vol turbulent, dont le maximum de variation d'accélération (+2,2 à +0,8 g soit*

1,4 g en une demi-seconde) se situe encore une fois au début de la branche ascendante du « Rotor ». Le gradient vertical de température est de l'ordre de 0°,7 par 100 mètres.

4.2.4. Les conclusions relatives à ce vol sont:

1) Gradient vertical de température voisin du gradient adiabatique en atmosphère nuageuse, (1°/100), en nuages (0°7).

2) Variation brutale d'accélération au début de la branche ascendante du « Rotor ».

3) Existence d'une isothermie ou d'une inversion de température à la limite des écoulements turbulent et laminaire, sur une faible épaisseur.

4) La turbulence dépend de la variation d'accélération en fonction du temps:  $\frac{\delta g}{\delta t}$

5) La turbulence diminue d'intensité au fur et à mesure que l'on s'approche du centre du « Rotor ».

4.3. Etude de l'écoulement de l'air au voisinage immédiat du relief, par vent modéré de secteur Nord - En aval de la montagne de Lure le 12 mars 1959 (fig. 6).

4.3.1. La situation météorologique était commandée par un vaste couloir dépressionnaire s'étendant tant en surface qu'en altitude du S.W. de l'Islande à l'Italie. Un front froid intéressait la région de Saint-Auban en début de matinée. A l'arrière de celui-ci, orientation progressive des vents au secteur Nord, 20 à 25 noeuds dans les basses couches, faiblissant au dessus de 4.500 mètres, pour persister de Sud au dessus de 6.500 mètres.

Le sondage avion que nous avons déjà étudié dans la deuxième partie indiquait une masse d'air instable dans laquelle se développait des ondes de ressaut et « Rotors » sous ondulatoires en aval de la Montagne de Lure. Ce sont ces phénomènes que nous allons étudier grâce aux résultats de mesures effectués par le MORANE 502.

4.3.2. Les vols se sont effectués sur la face Sud de la Montagne de Lure, su l'axe Cruis-Sigonce.

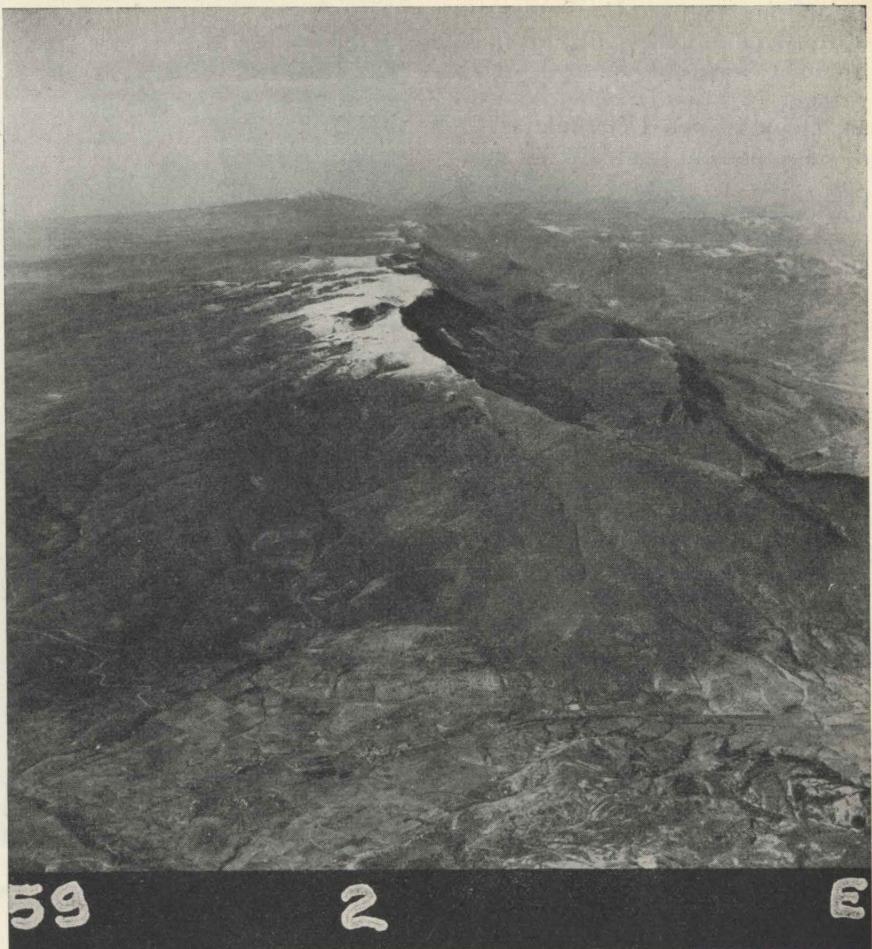


Fig. 6.

Les trajectoires de l'avion par rapport au relief sont représentées fig. 7.

Notons la nette différenciation de types d'écoulement:

1) Ecoulement turbulent de 900 à 2.500 mètres.

2) Ecoulement laminaire au-dessus.

L'écoulement turbulent présente deux caractères différents:

a) écoulement tourbillonnaire

mal organisé de 900 à 1.400 mètres, avec tourbillons de faibles dimensions.

b) écoulement turbulent avec « Rotors » organisés distants d'environ 7 kilomètres.

Le « Rotor » principal situé à 7 kilomètres du sommet de Lure, à une base de 1.600 mètres, son sommet est à 2.400 mètres, sa largeur est de 4 kilomètres.

Le 2ième « Rotor » est moins

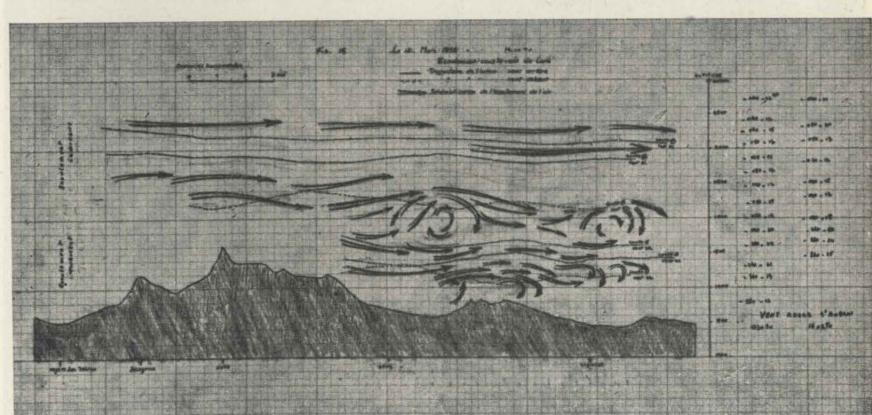


Fig. 7.

important, tant en développement vertical (diminution d'amplitude, sommet à 2.100 mètres) qu'en largeur (2 kilomètres) sa base est au même niveau 1.600 mètres.

L'écoulement laminaire est marqué par de faibles ondulations de longueur d'onde 7 kilomètres; par suite de la diminution de la vitesse du vent et du changement de direction (rotation vers l'Est).

Remarquons que crêtes d'ondes et centre « Rotors » sont sensiblement sur un même axe.

4.3.3. Le MORANE 502 piloté par J. Brunswick, expérimentateur D. Snrech effectua 8 coupes sur un axe situé dans le lit du vent: Cris Sigonce. Nous ne parlerons pas de deux premières coupes, qui, d'après les dépouillages « Radar » étaient en dehors de l'axe.

L'analyse des coupes 3 à 8 donne les résultats suivants:

3ème coupe faite à 1.400 mètres, vent arrière en écoulement turbulent, mais en dessous des « Rotors » maximum de variation d'accélération 1 g en une seconde.

4ème coupe réalisée à 1.100 mètres, vent arrière, dans le même type d'écoulement que précédemment. Notons des tourbillons très rapprochés entraînant de nombreuses variations d'accélération, dont la plus importante est de 1,9 g en une seconde.

5ème coupe (fig. 8). Effectuée à 1.600 à la base des « Rotors »

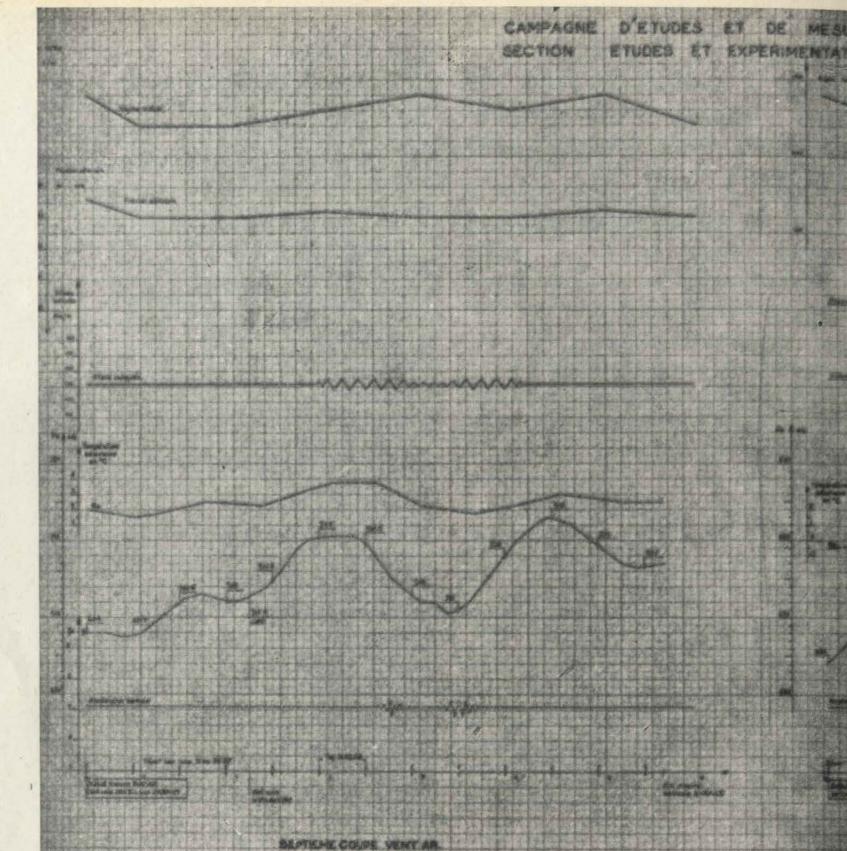


Fig. 9.

maximum de variation d'accélération 1,8 g en 7/10 de seconde; gradient vertical de température très important dans le premier « Rotor »  $2^\circ$  à  $2^\circ 5$  par 100 mètres sur 150, sensiblement adiabatique dans le second ( $1^\circ$ /100 mètres).

6ème coupe (fig. 8). Faite à 2.100 mètres, au-dessus de l'axe

des « Rotors ». La plus forte turbulence se situe au début de la branche ascendante du « Rotor », maximum de variation d'accélération 1,6 g en  $1''$  2/10. Le gradient vertical de température est, cette fois-ci, sensiblement adiabatique dans le « Rotor » primaire.

7ème et 8ème coupe (fig. 9). Réalisées en « écoulement laminaire » à 2.800 et 3.100 mètres. Notons :

- 1) Absence de turbulence.
- 2) Gradient vertical de température adiabatique  $1^\circ$ /100 m.
- 3) Très faible amplitude verticale (150 mètres) due à une rotation du vent.
- 4) Longueur d'onde de 7 kilomètres.
- 5) Pas d'inversion de température; mais remarquons qu'il n'y a pas eu de coupe juste à la limite des deux écoulements, comme dans les cas précédents. Pour trouver une inversion ou isothermie il aurait fallu probablement faire une coupe entre 2.400 et 2.500 mètres.

Norbert Gerbier

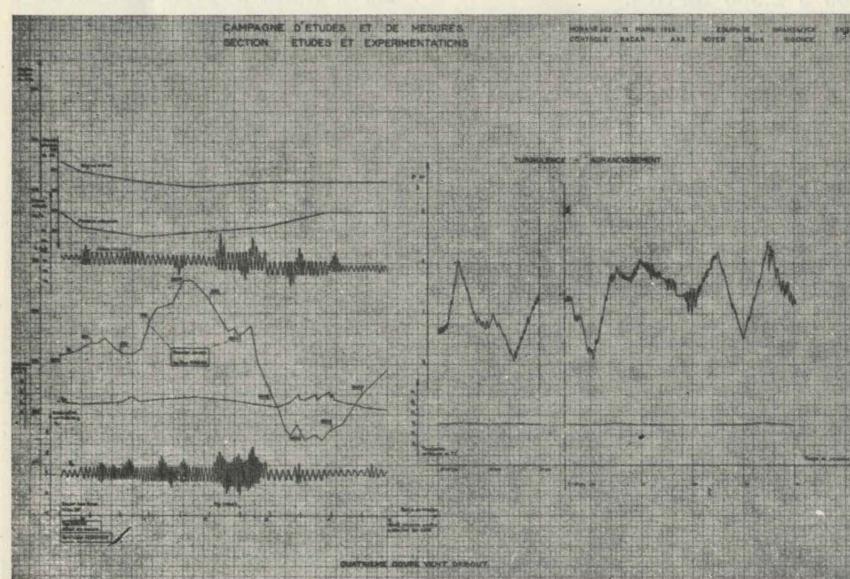


Fig. 8.

# Contribution to the theory of two-dimensional mountain waves

## Contributo alla teoria bidimensionale delle onde atmosferiche prodotte da un rilievo montuoso

ENOK PALM, dell'Università di Oslo, dedica la prima parte della memoria all'esame di correnti ondulatorie bidimensionali ad altissima quota allo scopo di investigare l'effetto delle montagne sulla formazione di nubi madreperlacee. La seconda parte tratta dell'influenza della distribuzione del vento e della stabilità nel moto ondulatorio in prossimità del suolo, e la terza parte discute particolareggiatamente il moto ondulatorio nella troposfera inferiore.

**SUMMARY.** The first part of the work is devoted to an examination of two-dimensional mountain waves at very great altitudes in order to investigate the effect of mountains on the formation of mother of pearl clouds. The second part deals with the influence of the distribution of wind and stability on the wave motion near the ground, and in the third part the wave motion in the lower troposphere is discussed quite in detail.

This lecture is based on a work performed by A. Foldvik and the present lecturer. The paper will be published in Geofysiske Publikasjoner (Oslo).

The work is divided into three parts which are more or less correlated.

The first part is devoted to an examination of mountain waves at high altitudes. It is well known that now and then some very high clouds, denoted as mother of pearl clouds are observed. These clouds are characterized by brilliant colours and usually located from 20-30 km above ground. Due to their high altitude the amount of information available about them are limited. It seems, however, to be generally believed that the clouds are a manifestation of the existence of mountain waves at very great heights. On the other side, so far as we know very little has been done to investigate the magnitude of the amplitude of the waves at these heights.

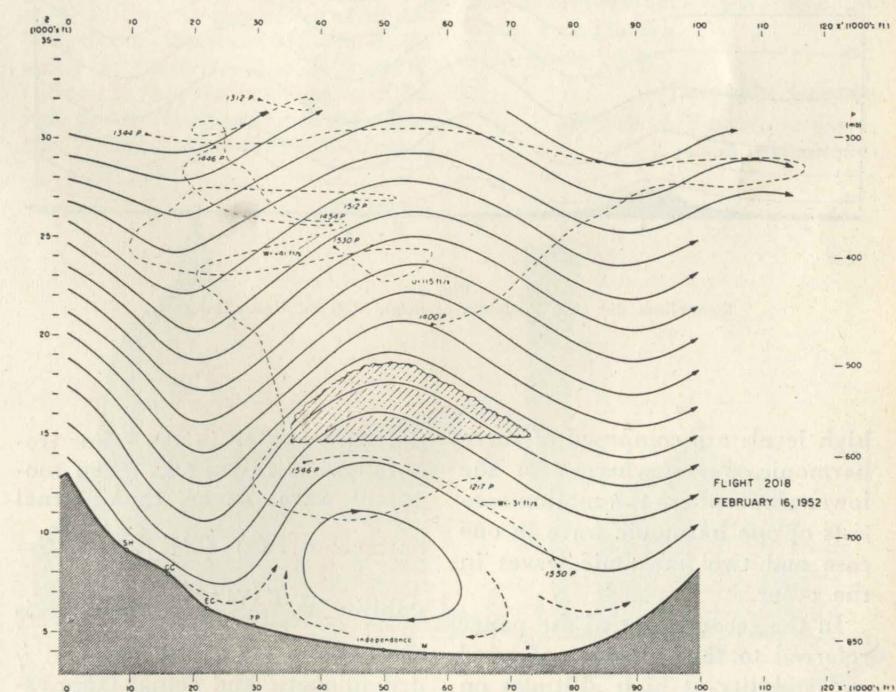
To avoid too complicated mathematics the examinations are confined to two-dimensional motion. It is clear, however, that three-dimensional effects (and also friction) play a rôle at these heights, leading to a damping of the amplitudes.

It should be expected that the wave motion depends on the distribution of wind and stability

from the ground and up to a height somewhat above the level in question. This complicates the present problem since simultaneous observations of wind and stability are not available up to these heights. The computations are therefore based on the actual wind and stability so far up the soundings reach. Above this level the distribution of wind and stability is chosen consistent with the mean curves for the season. These curves are known to heights above 50 km.

The wave motion is studied in two different models. It is found that the displacement at 20-30 km is about 400 m in both models and that the maximum vertical velocity at 30 km is  $1 \text{ m sec}^{-1}$  in one model and  $3.5 \text{ m sec}^{-1}$  in the other. It turns out that the wave motion consists of several harmonic waves (18 in one model and 9 in the other). Most of these waves are of small amplitude and may be neglected. Thus, in both cases studied, the wave motion at

Fig. 1 - Streamline pattern deduced from observations of rotor flow in the Owens Valley on February 16 1952, Sierra Wave Project.



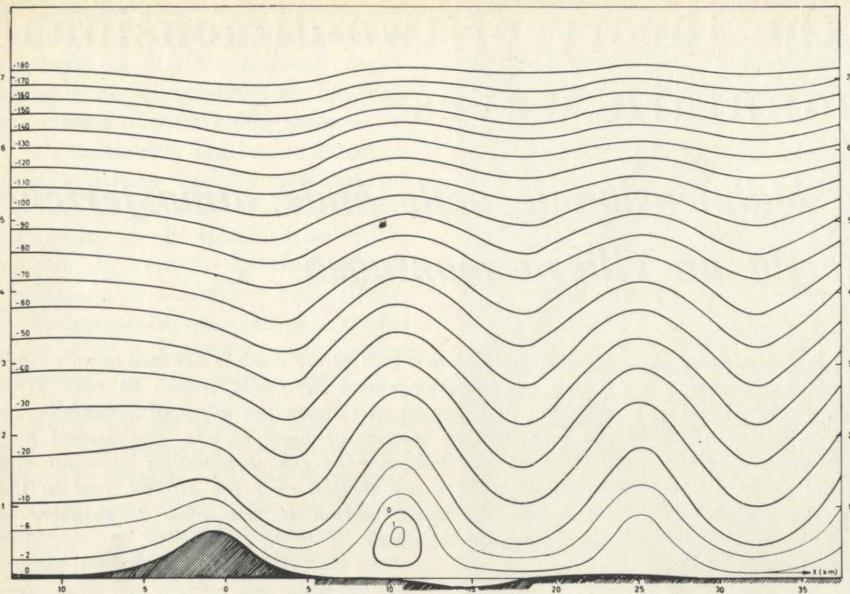


Fig. 2  
Streamlines due to a mountain of height 700 m. Units:  $m^2 \text{sec}^{-1}$ .

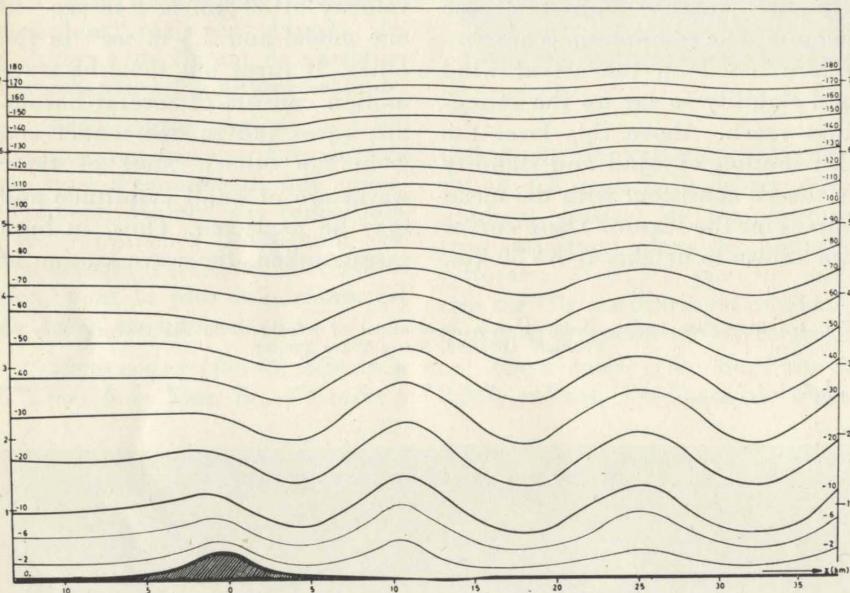


Fig. 3  
Streamlines due to a mountain of height 400 m. Units:  $m^2 \text{sec}^{-1}$ .

high levels are composed of three harmonic waves whereas in the lower troposphere the motion consists of one harmonic wave in one case and two harmonic waves in the other.

In the second part of the paper referred to the influence of wind and stability at high altitudes on

the wave motion in the lower troposphere is discussed. When mountain waves occur, the internal

$$\text{parameter } f(z) \quad (f(z) \approx \frac{S}{U^2}, S =$$

stability =  $\frac{g(\gamma_d - \gamma)}{T}$ , where  $g$  is acceleration of gravity,  $\gamma_d$  and  $\gamma$  dry adiabatic and actual lapse ra-

te,  $T$  temperature and  $U$  basic velocity) usually has a characteristic variation with height. In the lower troposphere  $f(z)$  decreases with height up to a level corresponding to maximum  $U$  (at about 7-10 km), and above this height  $f(z)$  increases rapidly. It is obtained that if the value of  $f(z)$  at the ground is at least 2.5 as large as the minimum value of  $f(z)$  indicated above, the wave motion in the lower troposphere is only depending on wind and stability beneath the level of minimum  $f(z)$ . This condition is usually satisfied when mountain waves are observed.

For distributions of  $f(z)$  fulfilling the requirement above the motion near the ground may be obtained from a simple one-layer model. Such a model based on observed wind and stability in the Sierra Nevada region is studied quite in detail. A diagram is given from which the wave lengths are found directly without any computations. The drag on the mountain is computed for two cases. Non-linear effects are discussed, and the streamline field is found for three different mountains leading to motions with and without rotors depending on the height of the mountains. With the applied distribution of wind and stability the critical height of the mountain in order that rotors occur is found to be 600 m.

Three of the figures in the work referred to are reproduced in this extended summary. In fig. 1 is shown the streamline field observed in Sierra Nevada region on February 16, 1952 (Holmboe and Klieforth, 1957). In Figs. 2 and 3 are displayed the computed streamline field due to two different mountains, based on the wind and stability observed on the same day as the field shown in fig. 1 was obtained.

Enok Palm

#### REFERENCES

- HOLMBOE, J. and H. KLEIFORTH, 1957, *Sierra Wave Project, Final Report*, March 1957, (Dept. of Met., Univ. of California).

## CURIOSITÀ DEL BIBLIOFILO

### Massimo D'Azeglio "convinto della maggiore competenza dei colleghi..."

« La Deputazione Promotrice della facciata del Duomo crede giunto il tempo opportuno per render conto ai suoi concittadini del proprio operato, e per esporre quali vicende, quali difficoltà, quali ostacoli abbia dovuto vincere e superare, nella sua laboriosa vita, che cominciata coll'anno 1858, conta ormai XVII anni ».

un progetto di disegno dentro un tempo stabilito, e sulle basi del primitivo Programma.

E questa volta la Commissione nominata per aiutare la Deputazione nella scelta del disegno più appropriato al Duomo di Firenze fu composta dei signori:

- 1) Marchese Massimo D'Azeglio;
- 2) Professore Giovanni Duprè; 3) Dottore Ernesto Forster di Monaco; 4) Coriolano Monti; 5) Odoardo Wan-der-Null di Vienna; 6) Gian Domenico Malvezzi.

« La Deputazione era presieduta nella sua origine dal Gran Principe Ereditario di Toscana, e poi in forza del decreto 18 aprile 1860 da S. A. R. il Principe Eugenio di Savoia, ed era composta del Gonfaloniere o Sindaco di Firenze, del Presidente della Camera di Commercio, del Presidente della Accademia delle Belle Arti, del Direttore dell'Opera lcale di Santa Maria del Fiore, e di altri ragguardevoli cittadini, talché offriva tutte le possibili garanzie che la tutela dovuta all'insigne Monumento sarebbe stato da essa esercitato con quello amore, con quello zelo e con quella savietta che il Governo avesse potuto mai desiderare maggiori ».

« Il Concorso aperto col Programma del 3 ottobre 1861 ebbe luogo nell'ottobre del 1863 e questa prima volta la Commissione Giudicante venne formata dei Professori di architettura delle principali Accademie di belle arti d'Italia e quindi fecero parte di essa:

- 1) Il Professore Alessandro Antonelli per l'accademia di Torino; 2) Il Professore Gaetano Baccani per l'accademia di Firenze; 3) Il Professore Fortunato Lodi per l'accademia di Bologna; 4) Il Professore Enrico Alvino per l'accademia di Napoli; 5) Il Professore Camillo Boito per l'accademia di Milano; 6) Il Professore Pietro Camporesi per l'accademia di Roma; 7) Il Dottore Andrea Scala per l'accademia di Venezia.

La Commissione Giudicante, previa la pubblica mostra dei Progetti presentati al Concorso, dichiarò che niuno di essi riuniva le condizioni di eseguibilità. Ma nello stesso tempo dichiarò che tre fra i disegni presentati erano meritevoli di premio, ed alcuni altri meritevoli di menzione onorevole. (Relazione Guasti del 6 Febbraio 1863).

Nel Maggio del 1864 fu deliberato un nuovo esperimento, mediante incarico a determinati artisti di presentare

- 8) Prof. Odoardo Wan-der-Null di Vienna;
- 9) Prof. Emilio Santarelli di Firenze.

E questa Commissione confermò (dopo la consueta pubblica Mostra) il giudizio proferito dalla precedente, scegliendo con voti 5 favorevoli contro 3 voti contrarii il Progetto del Professore Emilio De-Fabris. (Relazione del 25 Luglio 1867).

« Nella adunanza del 24 Gennaio 1865 si impegnò animata discussione sui meriti comparativi dei detti due disegni, ed in questa occasione il Wan-der-Null, espone con larghezza i principii critici d'arte, dai quali era mosso il suo voto, e si devenne all'ultima votazione, nella quale i tre commissari Malvezzi, Forster, Wan-der-Null, si dichiaravano per il disegno De-Fabris; il Duprè si dichiarò per il disegno del Peterson, rammaricando con dichiarazione scritta di essere indotto a dare preferenza ad uno straniero in confronto di un amico: e il D'Azeglio mostrandosi contrario al sistema tricuspidale, dichiarò che convinto della maggiore competenza dei colleghi, si accostava al voto della maggioranza.

Che conseguentemente fu prescelto dalla Commissione il disegno De-Fabris, salvo il suggerimento di alcune correzioni, e venne affidato al Malvezzi l'incarico di redigere la Relazione, che poi venne approvata nella Adunanza del 26 Gennaio col dissenso e protesta del Monti. Talché il Forster come Vice-Presidente ringraziando i colleghi della indulgenza avuta verso di lui chiuse l'adunanza "ivi": mostrandosi dolente che il comune accordo non abbia potuto trovare luogo nel giudicato. Però egli soggiunge: se non fummo interamente d'accordo nei giudizi, lo siamo e lo saremo sempre tutti nell'amore dell'arte, di Firenze, e dell'Italia ».

15 agosto 1875.

**Leopoldo Galeotti**

col visto di EUGENIO DI SAVOIA  
(a.c.m. trascrittore)



## RUBRICA DEI BREVETTI

a cura di FILIPPO JACOBACCI

Segnalazione di brevetti italiani di recente pubblicazione

### 11) Fabbricati.

No. 569693 - 1.4.1957, Chelli Giorgio, « Sistema di muratura in pietra e calce, con gettata parziale, cemento e breccia ».

No. 569880 - 5.4.1957, Ferrari Marco, « Strutture precomprese senza ricorrere ad armature incorporate preventivamente tese ».

No. 569891 - 6.4.1957, Fois Paolo, « Travetto a struttura metallica reticolare di armatura nei solai misti in cemento armato e laterizi ».

No. 568731 - 7.3.1957, Schokbeton N.V., « Perfezionamenti nelle pareti composte di telai in cemento armato, coperti da travi di bordo ».

No. 569932 - 8.4.1957, Società Cementisti S.r.l., « Procedimento per la formazione di travetti armati per solai e della relativa soletta mediante laterizi forati e laterizio per la esecuzione di detto procedimento ».

No. 569150 - 21.3.1957, Gatella Umberto, « Perfezionamenti ai serramenti in legno per finestre e porte a balcone allo scopo di impedire l'infiltrazione d'aria ».

No. 569156 - 21.3.1957, Coregsa Commerce Representation Generale S. A., « Procedimento per fabbricare una massa intermedia per isolamento termo-acustico, a base di pula di riso, e massa intermedia ottenuta con questo procedimento ».

No. 568883 - 14.3.1957, Forkert Leopold, « Tirante, con estremità a gradini ottenuti con stampaggio a freddo, per l'armatura del cemento armato ».

No. 569011 - 13.3.1957, Foschini Luigi, « Ferro ondulato per armatura del cemento armato ».

No. 569506 - 21.3.1957, Cajetti Romualdo e Cherùbini Guido, « Perfezionamenti alle persiane avvolgibili ottenute in materia plastica ».

No. 569802 - 4.4.1957, Hauer Russel Pearce, « Mattone refrattario basico ».

No. 569174 - 18.3.1957, Gstoother Hans, « Piattabanda per travi, travi da soffitto, travi a traliccio, colonne e simili, in calcestruzzo armato in acciaio, travi costituite con questa piattabanda e suo procedimento di costruzione ».

No. 569847 - 4.4.1957, Parini Enrico, « Sistema per il fissaggio di lastre in genere, trasparenti od opache, soggette ad intercambiabilità, nei manufatti ricavati da getto o da stampaggio ».

No. 569590 - 26.3.1957, Pasi Erminio, « Elemento da costruzione particolarmente in laterizio, suo procedimento di fabbricazione e suo modo di impiego ».

No. 569399 - 27.3.1957, Piana Canova Flaminio, « Materiale cellulare o poroso,

No. 549421 - 26.3.1957, Sturmich Angelo, « Apparecchio per la posa di piastrelle da rivestimento ».

No. 568609 - 2.1.1957, Seibert Stinnes G.m.b.H., « Barra con aperture per il passaggio degli organi di collegamento per realizzare intelaiature in genere, specialmente per costruzioni edili ».

No. 568621 - 2.2.1957, Velluti Luigi, « Elementi con incastri poco rilevati e con abbondante giuoco, utilizzabili a morse libere per reciproca giustapposizione oppure a morse bloccate per introduzione di parti complementari entro appositi interstizi, particolarmente adatti per opere murarie ».

No. 568832 - 12.3.1957, Vitali Fernando, « Procedimento per la fabbricazione di profili particolarmente per costruzioni edili, o prodotti relativi ».

No. 569947 - 6.4.1957, Bruschi Folco e Faucci Sergio, « Lucernario a chiusura ermetica ».

No. 569440 - 29.3.1957, Aldé Olimpio, « Sistema di comando per tapparelle od avvolgibili in genere ».

No. 568750 - 9.3.1957, Bagatin Arturo, « Sistema di costruzione di serramenti di legno di ferro e similari esposti all'esterno portanti lastre di vetro ».

No. 568996 - 20.3.1957, Casablanca Domenico, « Persiana per porta o finestra ad una o più ante con elementi fitti ed elementi mobili per la regolarizzazione della luce ».

No. 568624 - 7.3.1957, Curtisa, « Serramento a tre ante sovrapposte, articolate e raccoglibili a libretto supportate nella parte media della infissio ».

No. 568757 - 9.3.1957, Edit Renato Piana & C. S.a.s., « Dispositivo di collegamento a cerniera di stecche di persiana avvolgibili, costituite da profilati in materia plastica in cui almeno i bordi longitudinali sono cavi ».

No. 569295 - 21.3.1957, F.E.R.V.E.T., « Tapparella avvolgibile con stecche di materia plastica tra di loro articolate direttamente per mezzo di ricci prioidalni e ganci semicircolari ».

No. 569245 - 20.3.1957, Lombardini Mario, « Profilato di materiale plastico, particolarmente adatto per il bloccaggio a tenuta d'aria dei vetri nei serramenti in genere ».

No. 569767 - 3.4.1956, Pariani Stefano, « Elemento profilato ad organo marginale uncinato per l'impiego con l'elemento accostato, particolarmente per costituire una persiana avvolgibile in materiale plastico o simile ».

No. 568830 - 12.3.1957, Selve Ernst, « Avvolgitore per nastri di comando per tende e tapparelle ».

Bollettino d'informazioni N. 5

1959

## ORDINE DEGLI INGEGNERI della PROVINCIA DI TORINO

### CINQUANTA ANNI DI LAUREA

#### L'ORDINE FESTEGGIA I SUOI COLLEGHI PIÙ ANZIANI

È diventata una cara consuetudine del nostro Ordine di onorare affettuosamente ogni anno i colleghi più anziani, che hanno raggiunto i cinquant'anni di laurea.

Quest'anno hanno raggiunto felicemente tale traguardo i colleghi:

VITTORIO ALBY

FERRUCCIO JACOBACCI

MARIO MARITANO

GUGLIELMO OLIVETTI

ENZIO PERETTI

LUIGI PIETRI

PIERPAOLO ROSSI

SILVERIO TAGLIONI

Attorno ad essi sabato 19 dicembre alla presenza delle Autorità cittadine e dei rappresentanti del Consiglio Nazionale degli Ingegneri, nella sede di via Giolitti 1, ci raccolgeremo numerosi e festanti per compiacerci della Loro lunga ed onorevole Attività professionale e con gli auguri consegnare Loro una medaglia a nome di tutti i colleghi.

La cerimonia si svolgerà in due tempi:

Mattino, ore 11:

Ricevimento e consegna delle medaglie.

Rinfresco augurale offerto dall'Ordine.

Pomeriggio, ore 16,30:

Il Prof. Dott. Ing. Vittorio Zignoli parlerà su:

*Il compito dell'ingegnere nell'avvenire di Torino e del Piemonte.*

Tutti gli iscritti all'Ordine sono calorosamente invitati a partecipare all'affettuosa dimostrazione verso i colleghi più anziani.

IL CONSIGLIO DIRETTIVO

Direttore responsabile: AUGUSTO CAVALLARI-MURAT

Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE

## CASSA NAZIONALE DI PREVIDENZA INGEGNERI

### Nomina del delegato dell'Ordine Provinciale di Torino

Non essendo stata valida secondo il Regolamento per insufficiente numero di votanti, la votazione in prima convocazione per la nomina del Delegato Provinciale nel Consiglio Direttivo della Cassa Previdenza Ingegneri, votazione avvenuta nei giorni 28-29 novembre, gli iscritti alla Cassa sono stati convocati in seconda Convocazione per i giorni 5-6-7-8-9 dicembre.

L'esito di questa votazione, va-

*lida a tutti gli effetti*, è stato il seguente:

Votanti n. 792 - Schede sulle 24 - Schede valide 768.

I Voti sono stati così ripartiti:

Moretto n. 496; Tavani n. 260; altri nomi 12.

È risultato pertanto eletto a Delegato Provinciale della Cassa Previdenza per Torino il Collega Anselmo Moretto.

### Professionisti - Compenso - Prestazioni non contemplate nelle tariffe - Valutazione del Giudice.

(Cassazione - Sez. I - n. 235, 27-1-1959).

In tema di compenso al professionista, l'art. 2233 cod. civ. fissa il principio che, una volta eseguita l'opera commessa, se la prestazione data dal professionista non si presta ad essere valutata secondo tariffa o indici precisi e costanti, essa non va tanto considerata per sé, come semplice esplicazione di attività qualsiasi, quanto nel risultato autonomamente e individualmente determinato, cui ha condotto nell'esito finale l'attività del datore di lavoro, in proporzione del beneficio procurato al cliente. Il giudice deve, quindi, valutare l'*opus* oggetto del contratto, poi il compenso secondo un criterio prevalentemente oggettivo, tenendo conto di quello che, generalmente, può essere il lavoro, le cognizioni, l'esperienza, la spedita di tempo necessari per conseguire quel risultato.

### Nuovo Catasto edilizio Urbano Applicazione delle norme sull'imposta di bollo - D.P.R. 25 giugno 1953, n. 492.

(Circolare n. 75, della Direzione Generale del Catastro e dei Servizi Tecnici Erariali, in data 12 novembre 1959).

Agli Uffici Tecnici Erariali

« In seguito ai quesiti mossi da alcuni Uffici dipendenti, si ritiene opportuno far presente che, ai sensi dell'art. 38, punto 2, commi a e b dell'allegato A e dell'art. 9 dell'allegato B al D.P.R. 25 giu-

### Procedura e termini per il rilascio delle licenze edilizie

Circolare della Direzione Generale della Amministrazione Civile del Ministero Lavori Pubblici n. 4/16500/2/16 del 1-2-1959

Con circolare in data 6 dicembre 1958, n. 6557, il Ministero dei Lavori Pubblici, Direzione Generale dell'Urbanistica e delle Opere igieniche, ha impartito talune direttive, alle quali le Amministrazioni dovranno, di norma, uniformare la loro azione per quanto attiene alla procedura ed ai termini relativi al rilascio delle licenze edilizie.

Si richiama la particolare attenzione sull'ultima parte dell'anzetta circolare, laddove si segnala la opportunità che, al fine di garantire un regolare andamento dell'attività comunale nella materia, le Prefetture dispongano periodici controlli, onde accettare se le procedure prescritte della legge abbiano sempre il necessario sollecito corso, svolgendo, in caso contrario, gli interventi idonei ad assicurare la piena attuazione delle direttive di cui trattasi.

Non solo, infatti, le pratiche in questione costituiscono presupposto indispensabile per il normale svolgimento di attività di carattere privato, spesso di rilevante entità economica, ma esse hanno anche un profilo di interesse generale, sia per l'apporto che la industria edilizia può dare all'occupazione della mano d'opera, specie nei grandi centri, sia per l'ausilio che dalla stessa può derivare alla soluzione del problema degli alloggi.

### Atti di vincolo di aree ad uso comune.

La Divisione Edilità del Comune di Torino ha comunicato quanto segue in merito ai vincoli a passaggi privati od a cortili comuni.

« Per opportuna conoscenza di ciascuna Organizzazione, e perchè ne possano essere anche informati i rispettivi professionisti aderenti, si comunica la seguente direttiva assunta da questa Amministrazione in merito ai vincoli a « passaggio privato » o a « cortile comune » che in determinati casi si

rendono necessari ai fini di garantire alle costruzioni le condizioni di accesso prescritte dall'art. 25 del vigente regolamento edilizio:

Le aree, ai fini suddetti, vincolate ad uso comune e libere in superficie da costruzioni e divisioni, potranno essere vincolate a « passaggio privato » quando possono avere sbocco su due diverse vie pubbliche o private ed abbiano le caratteristiche tecniche delle vie private, oppure quando la loro caratteristica, quale lunghezza, confini irregolari, servizio di molte proprietà, specie se non allineate, non possono avere la configurazione di « cortile » come più comunemente inteso; dovranno, invece, essere vincolate a « cortile comune » fra le proprietà interessate in tutti gli altri casi.

Con particolare considerazione».

IL SINDACO

### Interventi governativi a favore della economia nazionale

Legge 24 luglio 1959 n. 622 Gazzetta Ufficiale n. 198 del 19 agosto 1959.

La legge succitata dispone notevoli agevolazioni in favore della economia nazionale. Riportiamo qui di seguito i vari campi d'azione ai quali detta legge si rivolge. I nostri iscritti che possono avervi interesse possono consultare la Gazzetta Ufficiale sopra indicata.

Capo 1° Ricerca scientifica; Capo 2° Bonifica, miglioramenti fondiari, piccola proprietà contadina; Capo 3° Interventi vari in agricoltura, opere di bonifica, avversità atmosferiche; Capo 4° Potenziamento rete stradale, sistemazione corsi d'acqua opere marittime, edilizia popolare; Capo 5° Interventi ministeriali per sistemazione arginature nel Delta Padano, strade in Sicilia, riparazione strade statali; Capo 6° Cassa del mezzogiorno; Capo 7° Aree depresse centro nord; Capo 8° Potenziamento trasporti ferroviari; Capo 9° Trasporti in concessione; Capo 10° Naviglio mercantile; Capo 11° Artigianato; Capo 12° Anticipazioni per imprese danneggiate da pubbliche calamità; Capo 13° Aziende termali.

I fondi previsti per far fronte all'onere ammontano a Lire 286.200.000.

## REGOLAMENTAZIONE PROFESSIONALE

### Ancora sulla competenza dei geometri nel campo del cemento armato

quidazione di costruzioni rurali e di edifici per uso industrie e attinenti all'agricoltura, in struttura ordinaria per opere inerenti alle aziende agrarie, opere di irrigazioni e di bonifica, provviste di acqua, acquedotti, riparto delle spese per opere consorziali.

b) Costruzioni civili industriali e pubbliche: progetto, direzione, sorveglianza e manutenzione, misura, contabilità, collaudo e liquidazione di costruzioni in struttura ordinaria.

c) Opere idrauliche, igieniche e stradali: progetto, direzione, sorveglianza, misura, contabilità, collaudo e liquidazione di strade periferiali, vicinali, comunali ed intercomunali e relative opere d'arte anche a sé stanti; opere di bonifiche idrauliche relative ad aziende agrarie, acquedotti, fognature, cimiteri, macelli e scuole.

Sono considerate strutture ordinarie, e rientrano pertanto nella competenza dei Geometri anche quelle con elementi di calcestruzzo, in cemento armato e misto di laterizio e cemento, la progettazione e calcolo delle quali non implichi la risoluzione di problemi di matematica superiore; nonchè quelle che possono essere facilmente progettate e calcolate con l'aiuto dei formulatori di uso corrente o che, comunque, rientrano nel settore delle strutture brevettate, precalcolate e prefabbricate.

A tali effetti sono da considerarsi strutture ordinarie, le pareti, i muri di sostegno, le strutture di fondazione in calcestruzzo semplice od armato, i pilastri, le travi in cemento armato quando non costituiscono nell'insieme una struttura a telaio; le mensole con sbalzo non superiore ai metri 2,50.

Tutte le opere di cui alle lettere a), b), e c) rientrano nella competenza professionale dei geometri anche se finanziate o sovvenzionate dallo Stato.

Su tale proposta nessun migliore commento del telegramma inviato dal Presidente della A.N.I. A.I. Ing. Pinchera ai ministri

competenti, telegramma, che pubblichiamo per intero e che rappresenta efficacemente la realtà della situazione e lo scopo finale dell'attacco combinato con la detta proposta di legge.

S. E. Gonella Ministro di Grazia e Giustizia - Roma.

Riferimento disegno legge iniziativa parlamentare presentato Geom. On. Longoni et altri contenente modifiche art. 16 regolamento per esercizio professione geometra tende aggirare direttive E. V. intese preventivo coordinamento nuove norme ordinamenti professioni tecniche stop chiaro preciso inquadramento espoto E. V. Congresso ordini Firenze relativo interdipendenza tra grado preparazione scolastica et limiti competenza esercizio professioni tecniche escludo che disegno legge Longoni possa considerarsi ammissibile stop questa associazione fa pieno affidamento su intervento E. V. perchè non si affermi attraverso proposta legge Longoni principio inutilità perfezionamento cognizioni scientifiche universitarie mentre sempre maggiori esigenze progresso tecnico tendono approfondire tutto mondo civile.

Lo stesso On. Geometra Longoni non ha però riposato e con altra proposta di Legge presentata il 25 luglio ha attaccato decisamente e senza infingimenti tattici il Campo completo delle costruzioni in cemento armato. Le limitazioni attuali così piene di dubbi e di casistica delle indicazioni di Costruzioni di modeste importanza e di limitazioni di portata, di sbalzi ecc. sono decisamente abbandonate. La proposta di Legge, firmata da un notevole numero di onorevoli suona come segue:

Modifiche del R. D. 16 novembre 1939, n. 2229, concernente la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice ed armato:

Art. 1) Il primo comma dell'art. 1 del R. D. 16 novembre 1939, n. 2229, è sostituito dal seguente:

« Ogni opera in conglomerato cementizio semplice ed armato, la cui stabilità possa comunque interessare l'incolumità delle persone, deve essere costruita in base ad un progetto esecutivo firmato da un ingegnere ovvero da un ar-

chitetto, ovvero da un geometra iscritti all'Albo ai sensi dei rispettivi regolamenti professionali ».

Art. 2) L'art. 3 del R. D. 16 novembre 1939, n. 2229, è sostituito dal seguente:

« L'esecuzione delle opere deve essere diretta possibilmente dal tecnico o dai tecnici progettisti firmatari dei progetti a norma dell'art. 1 del presente decreto e deve essere affidato soltanto a costruttori iscritti nell'elenco delle Ditte specializzate, che sarà tenuto presso il Ministero dei LL. PP. ».

Art. 3) Il 7° e l'8° comma dell'art. 4 del R. D. 16 novembre 1939, n. 2229, sono sostituiti dai seguenti:

« Ai tecnici iscritti all'Albo professionale incaricati delle visite di controllo sono corrisposte, a carico dei costruttori, le competenze sancite dalla loro tariffa professionale vigente, approvata a norma di legge.

Al termine dei lavori il committente per ottenere la licenza di uso della costruzione, deve presentare alla Prefettura il certificato di collaudo delle opere, rilasciato da un tecnico di riconosciuta competenza, iscritto all'Albo ».

Siamo giunti adunque alla proposta di parità perfetta fra laureati e diplomati nel campo del cemento armato e questo proprio quando le teorie del cemento armato si affinano e si appoggiano sempre più sul calcolo superiore, e le tecniche esecutive richiedono una sempre maggiore cultura tecnico-scientifica, assolutamente lontana dai programmi e dalle possibilità della scuola per geometri.

Vorremmo davvero sapere quanti fra gli onorevoli sottoscrittori del progetto di Legge Longoni hanno nozioni precise sulle competenze professionali dei vari professionisti, sui programmi di stu-

dio delle diverse scuole, sulla importanza o meno del cemento armato, così da poter firmare con sicurezza una tale proposta di Legge.

Al momento di pubblicare il presente Bollettino ci giunge la notizia che anche il Consiglio Nazionale degli Ordini degli Ingegneri ha tempestivamente ed energicamente protestato presso i competenti Ministeri per contrastare le iniziative di Legge sopra riportate.

## Statistica degli iscritti morosi

In febbraio del corrente anno l'Ordine diede notizia agli Iscritti della quota annuale fissata dall'Assemblea Ordinaria del mese di gennaio (L. 3.500) invitandoli al relativo versamento.

In luglio tutti gli Iscritti che ancora non avevano provveduto sono stati sollecitati. A settembre i ritardatari erano 352. Ad ognuno di questi venne inviata lettera personale di sollecito dando tempo tutto ottobre.

Il 9 novembre a 147 Iscritti ancora ritardatari è stato inviato un ulteriore sollecito con raccomandata r.r. fissando come termine ultimo la fine novembre e ricordando le disposizioni di Legge sulla cancellazione per morosità.

Di questi al 25 novembre 86 avevano provveduto scusandosi del ritardo e del disturbo causato; tre hanno fatto obiezioni verbali ed uno a mezzo lettera.

I 57 ultimi ritardatari hanno ancora pochi giorni per provvedere.

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI TORINO

Via Giolitti, 1 - Telefono 46.975

Direttore Responsabile: Goffi Achille