

# METEOROLOGIA AERONAUTICA

## Parte II

### II Wind Shear



# DEFINIZIONE DI WIND SHEAR

“Una variazione nella velocità e/o nella direzione del vento, includendo correnti ascendenti o discendenti.”

La definizione è tratta dalla Circolare ICAO 186 del 1987, che descrive il fenomeno del wind shear, fornisce gli standard, gli strumenti atti a rilevarlo ecc.

Il wind shear è:

- una variazione del vettore vento o di una delle sue componenti in una data direzione.
- Quindi il vettore differenza tra due vettori vento osservati, diviso la distanza che separa i due punti di misura.

# MISURA DEL WIND SHEAR

- Dimensionalmente il wind shear è una velocità diviso una distanza
- solitamente si misura in ( m/s/30 m ) o in ( kt/100 ft )
  - entrambe dimensionate come [s]<sup>-1</sup>
- in ambito aeronautico si misura lo shear rate in kt / s, che rappresenta l'accelerazione percepita dall'aeromobile

# CLASSIFICAZIONE DEL WIND SHEAR

La classificazione ICAO del wind shear prevede quattro classi, misurate in shear rate:

LEGGERO (LIGHT)	0-4 kt/s
MODERATO (MODERATE)	5-8 kt/s
FORTE (STRONG)	9-12 kt/s
SEVERO (SEVERE)	>12 kt/s

## RIPORTI:

**Annexo 3:** I piloti possono, nel segnalare wind shear, usare le diciture MOD, STRONG o SEV basandosi sulla loro esperienza di stime soggettive del wind shear incontrato.

# CLASSIFICAZIONE DEL WIND SHEAR

In base alla durata dei fenomeni il wind shear si può dividere in:

- Wind shear non transitorio
  - la cui persistenza su una stessa area dura per un tempo relativamente lungo (dell'ordine delle ore)
  - questo tipo di wind shear è associato a fronti, fronti di brezza e onde orografiche
- Wind shear transitorio
  - è più pericoloso
  - ha maggiore intensità e minore vita media (dell'ordine dei minuti)
  - la sua scala spaziale è dell'ordine delle decine di metri
  - è difficile da prevedere e da segnalare
  - è associato a nubi temporalesche o convettive in genere

# CAUSE DEL WIND SHEAR

Il wind shear è storicamente associato alle forti correnti discendenti presenti al di sotto delle nubi temporalesche, ma essendo una variazione di vento, si può verificare anche in altri fenomeni meteorologici.

In effetti un aereo incontra wind shear ogni volta che si presenta una variazione di vento, lungo il piano orizzontale (**wind shear orizzontale**) o lungo il piano verticale (**wind shear verticale**).

I fenomeni meteorologici cui può essere associato il wind shear sono:

- i temporali
- i fronti
- i fronti delle brezze
- il flusso attorno a ostacoli
- le inversioni termiche

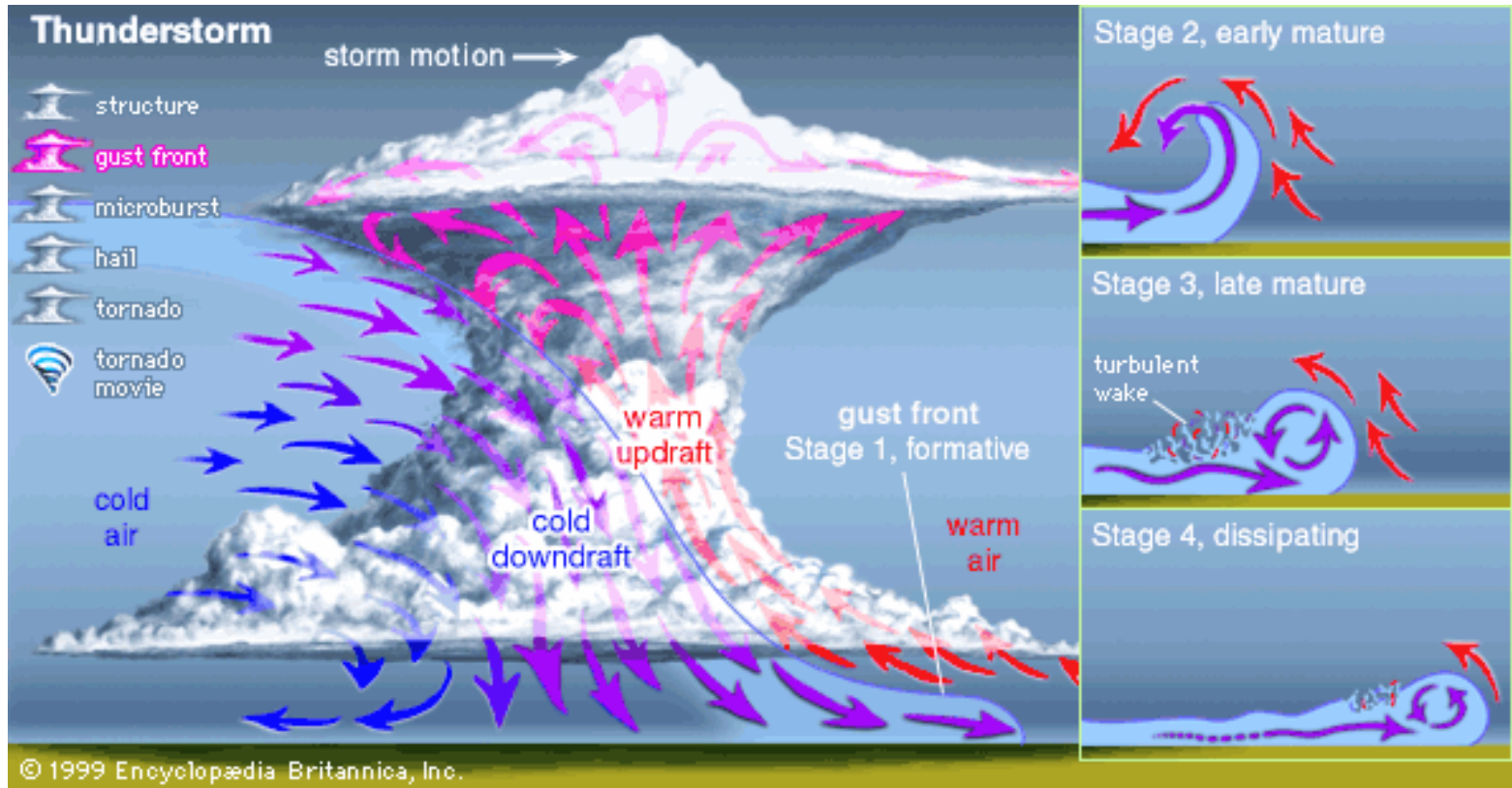
# WIND SHEAR ORIZZONTALE

**Definizione:** una rapida variazione della componente longitudinale del vento.

Si può trovare:

- nel fronte delle raffiche associato ai temporali:
  - la discesa delle precipitazioni dal cumulonembo (CB) trascina con sé una colonna di aria fredda
  - l'aria impatta con il suolo e si espande lateralmente (forma il fronte delle raffiche, in inglese *gust front*)
  - il fronte si incunea sotto l'aria calda richiamata dal basso dal CB
  - lungo la linea del fronte l'aereo incontra forti variazioni di vento
- attraversando un fronte freddo:
  - in questo caso la superficie frontale (dove si ha la rotazione longitudinale del vento) è tuttavia più spessa che nel fronte delle raffiche, e l'aereo ha il tempo di adattarsi alla variazione incontrata

# GUST FRONT O FRONTE DELLE RAFFICHE





# WIND SHEAR ORIZZONTALE

- nel flusso del vento attorno a ostacoli notevoli
  - edifici o altre costruzioni lungo la pista possono creare una “zona d’ombra” per il flusso del vento
  - l’orografia locale può provocare variazioni brusche del flusso del vento dominante
    - è il caso dell’aeroporto di Palermo Punta Raisi, dove la presenza del monte a ridosso dell’aeroporto, in presenza di vento di scirocco, provoca episodi di wind shear anche di forte intensità
- in altre situazioni di discontinuità
  - scorrimento reciproco tra correnti d’aria
    - la diversità in direzione e/o intensità delle correnti genera wind shear
- nei fronti delle brezze:
  - la transizione tra il vento di brezza e il vento dominante al suolo può generare wind shear

# WIND SHEAR VERTICALE

**Definizione:** si ha wind shear verticale a ogni incontro con correnti ascendenti o discendenti

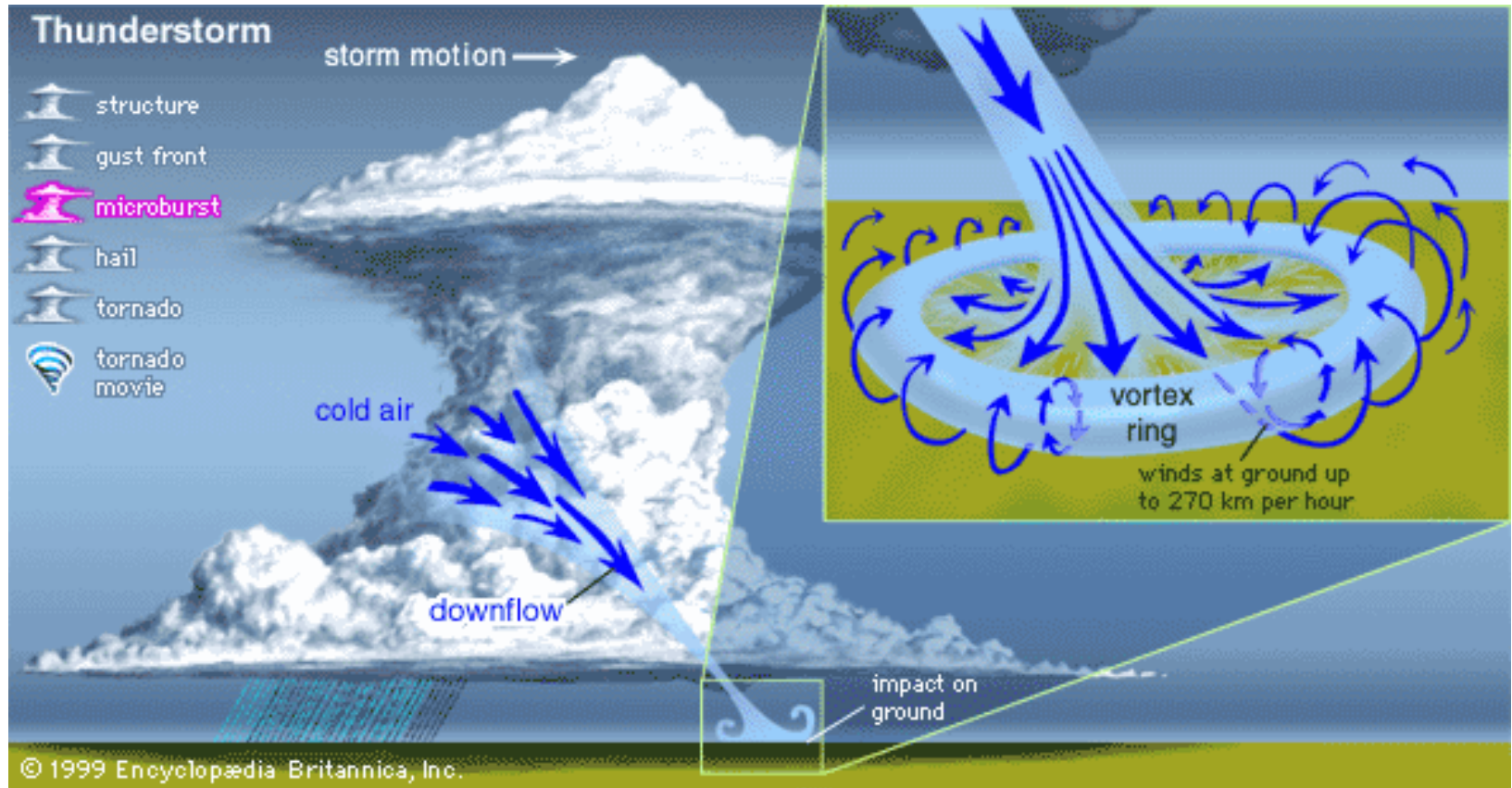
L'origine delle correnti discendenti più intense può essere:

- orografica (MTW, foehn)
- convettiva (temporali)
  - le correnti discendenti più violente sono quelle associate alle celle temporalesche:
    - vengono classificate in **downburst** e **microburst** a seconda della loro estensione orizzontale

# DOWNBURST E MICROBURST

- **Downburst:**
  - sono generalmente associate ai temporali
  - il diametro della corrente discendente è di 3 o 4 miglia in quota, 15 miglia in prossimità del suolo
- **Microburst:**
  - sono associate ai temporali violenti, ma anche ai forti piovvaschi da TCU (towering cumulus, cumulo torreggiante)
  - possono trovarsi anche sotto le nubi verticali non ancora allo stadio di maturazione
  - possono essere associate a virga (pioggia che evapora prima di raggiungere il suolo)
  - il diametro della corrente discendente è minore di due miglia
  - sono state osservate anche discendenze di velocità maggiore di 1800 ft/min a 200 ft GND

# MICROBURST

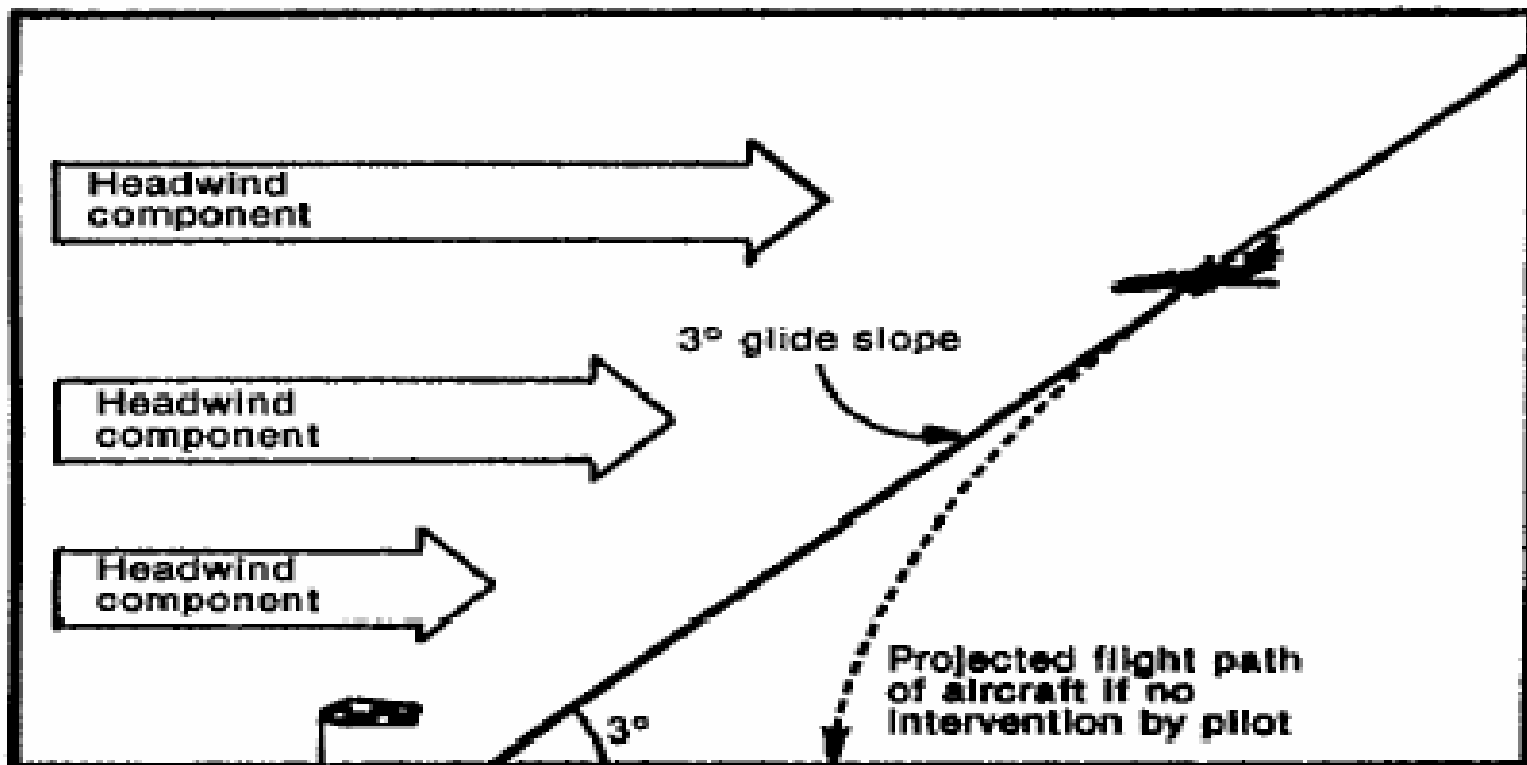


# EFFETTI DEL WIND SHEAR SUGLI AEROMOBILI

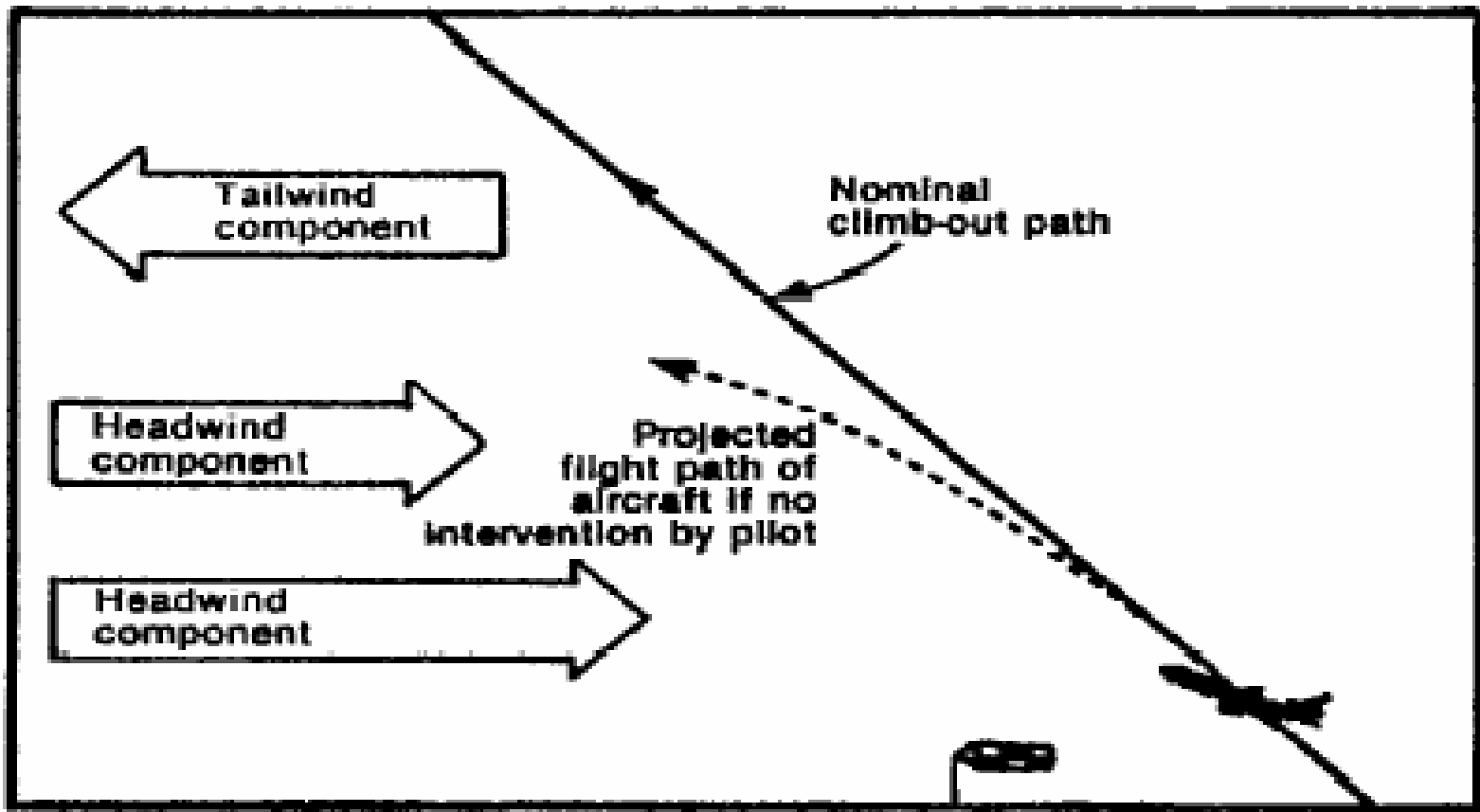
- La pericolosità del wind shear dipende da:
  - tipo di aereo
  - fase di volo
  - scala del wind shear
  - durata del wind shear
  - intensità del wind shear
- Il più pericoloso è il LLWS (*low level wind shear*):
  - si verifica quando il wind shear si presenta nei primi 600 m:
    - lungo il sentiero di avvicinamento
    - nella fase terminale di atterraggio
    - nella fase iniziale di decollo

# EFFETTI DEL WIND SHEAR SUGLI AEROMOBILI

- Gli effetti del wind shear orizzontale sono:
  - una diminuzione e/o un aumento del vento di testa e/o di coda
    - una diminuzione del vento testa o un aumento del vento di coda provocano:
      - riduzione della portanza
        - » abbassamento del sentiero di avvicinamento o di decollo
      - un aumento del vento di testa o una diminuzione del vento di coda provocano:
        - aumento della portanza
          - » innalzamento del sentiero di avvicinamento o di decollo
  - Gli effetti del wind shear verticale sono:
    - le correnti discendenti agiscono sull'angolo di incidenza
      - una diminuzione dell'angolo porta a una diminuzione di portanza
        - abbassamento della traiettoria dell'aereo

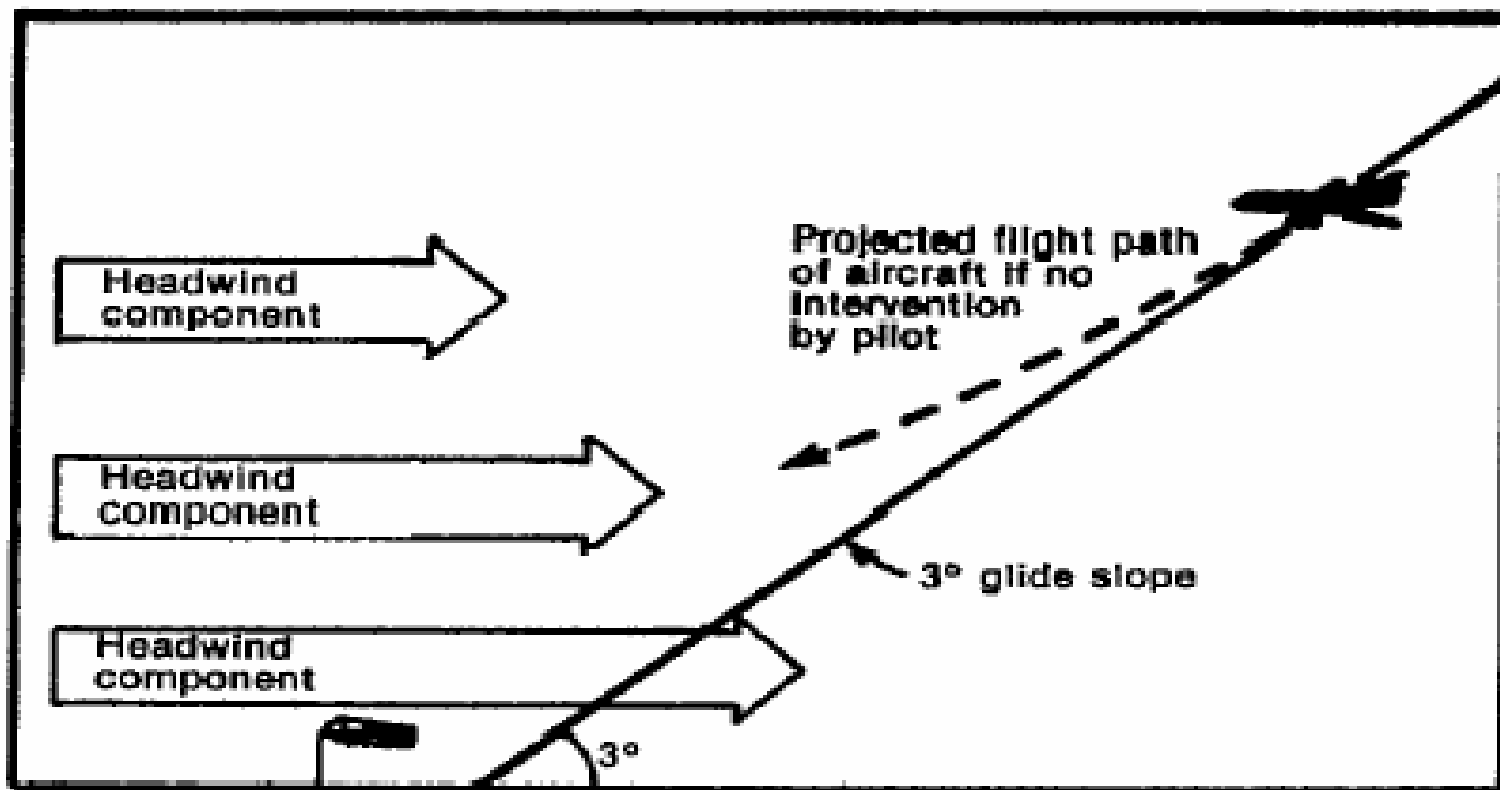


a) Landing in decreasing headwind

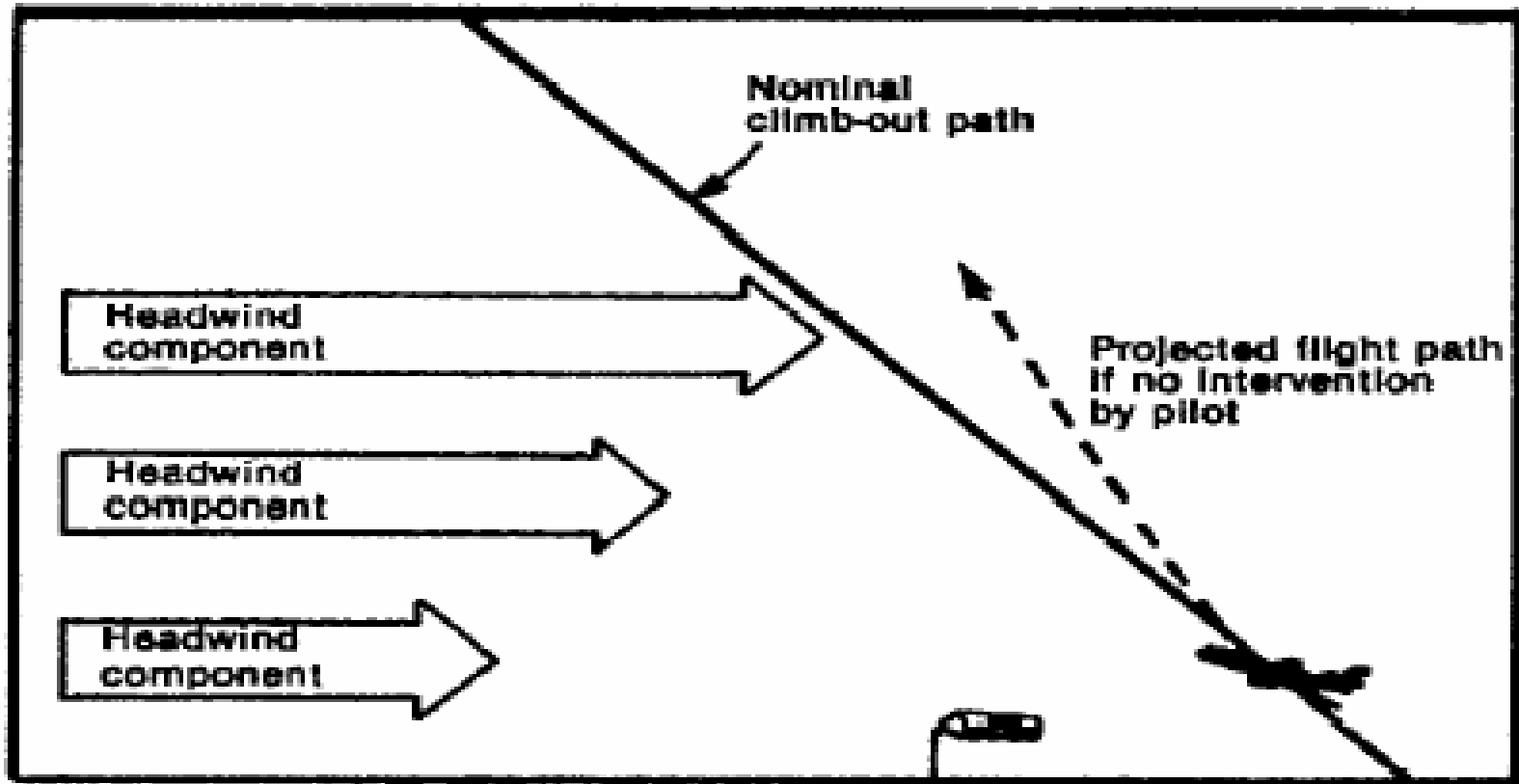


b) Take-off in decreasing headwind





c) Landing in increasing headwind



d) Take-off in increasing headwind

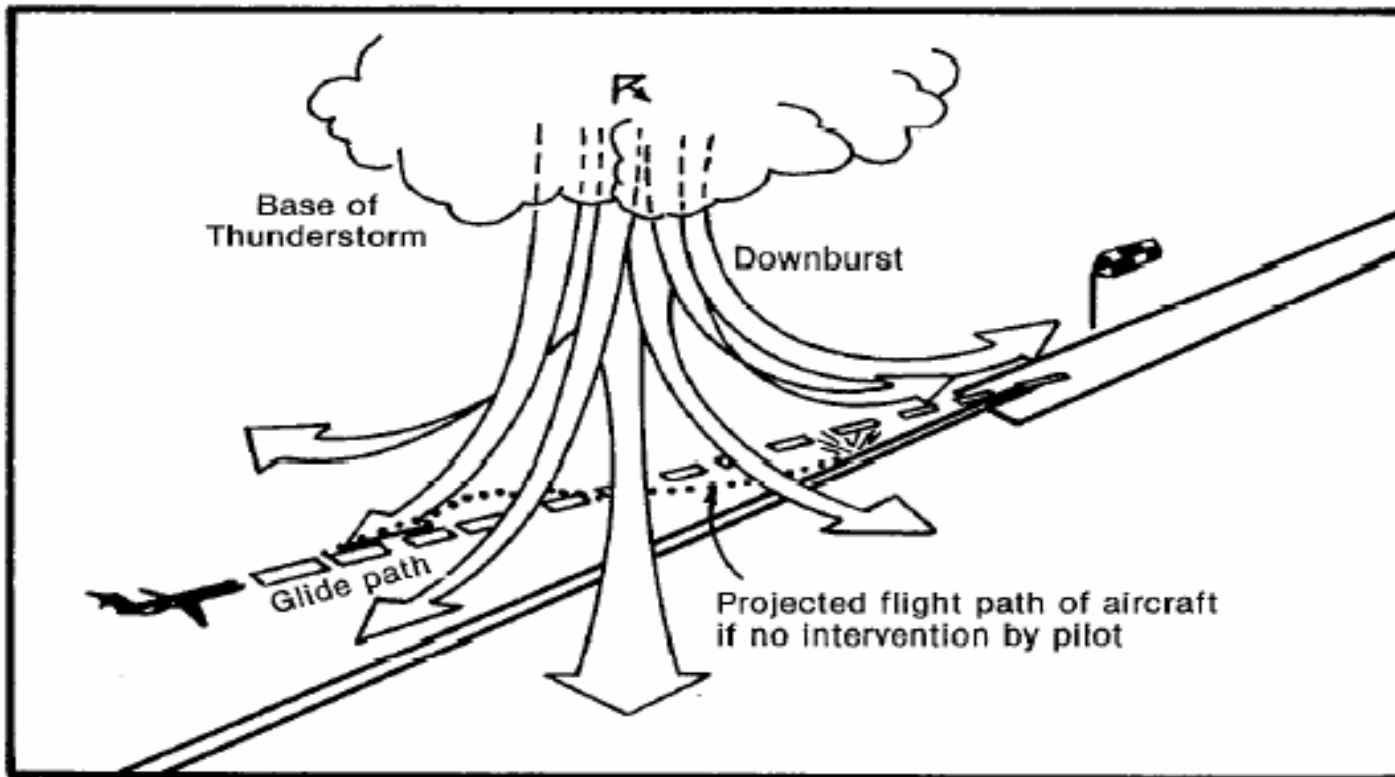


Figure 4-11. Landing through a downburst results in a change in flight path (after Melvin, 1977)