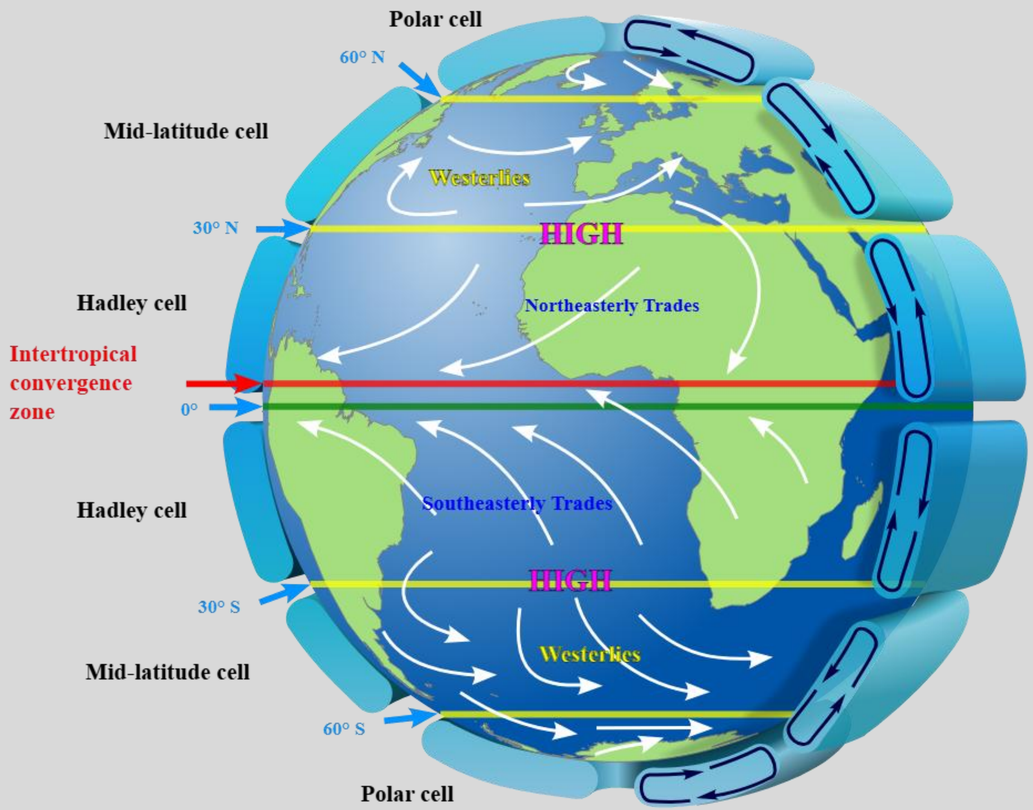
Winds : Classification & types

General Circulation of the Atmosphere

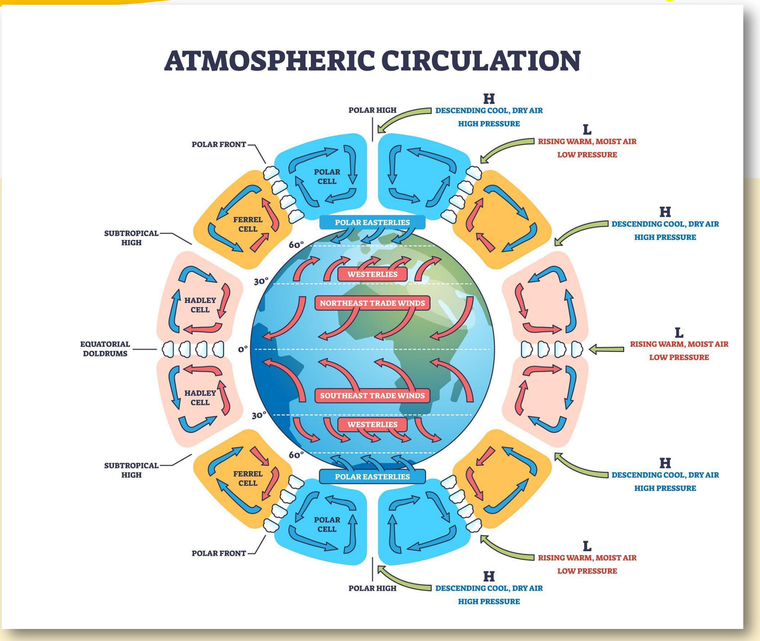
- The general circulation is the global wind system pattern caused by:
- सामान्य वायुसंचलन पृथ्वी की वैश्विक पवन प्रणाली का पैटर्न है, जो निम्न कारणों से उत्पन्न होता है:



- Unequal heating of Earth (equator vs poles)
- पृथ्वी का असमान तापन (भूमध्य रेखा एवं ध्रुवों के बीच)
- Pressure belt formation
- दाब पेटियों (Pressure Belts) का निर्माण
- Movement of pressure belts with the sun
- सूर्य के साथ दाब पेटियों का स्थानांतरण
- Distribution of land and oceans
- स्थल और महासागरों का वितरण
- Earth’s rotation
- पृथ्वी का घूर्णन
- This circulation also affects ocean currents and global climate
- यह वायुसंचलन महासागरीय धाराओं एवं वैश्विक जलवायु को भी प्रभावित करता है।

Atmospheric Cells (Global Circulation Cells)

Hadley Cell (हैडली कोशिका)

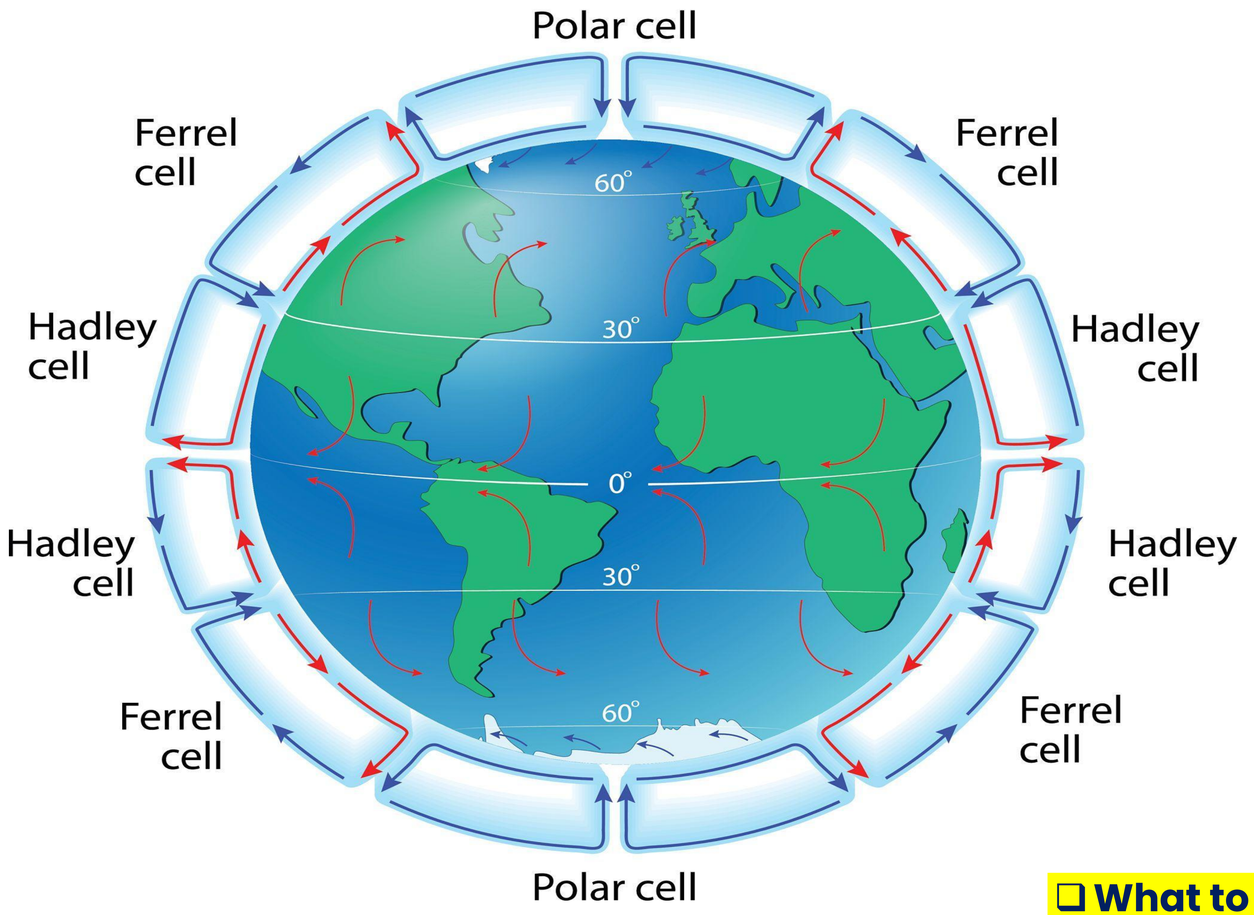


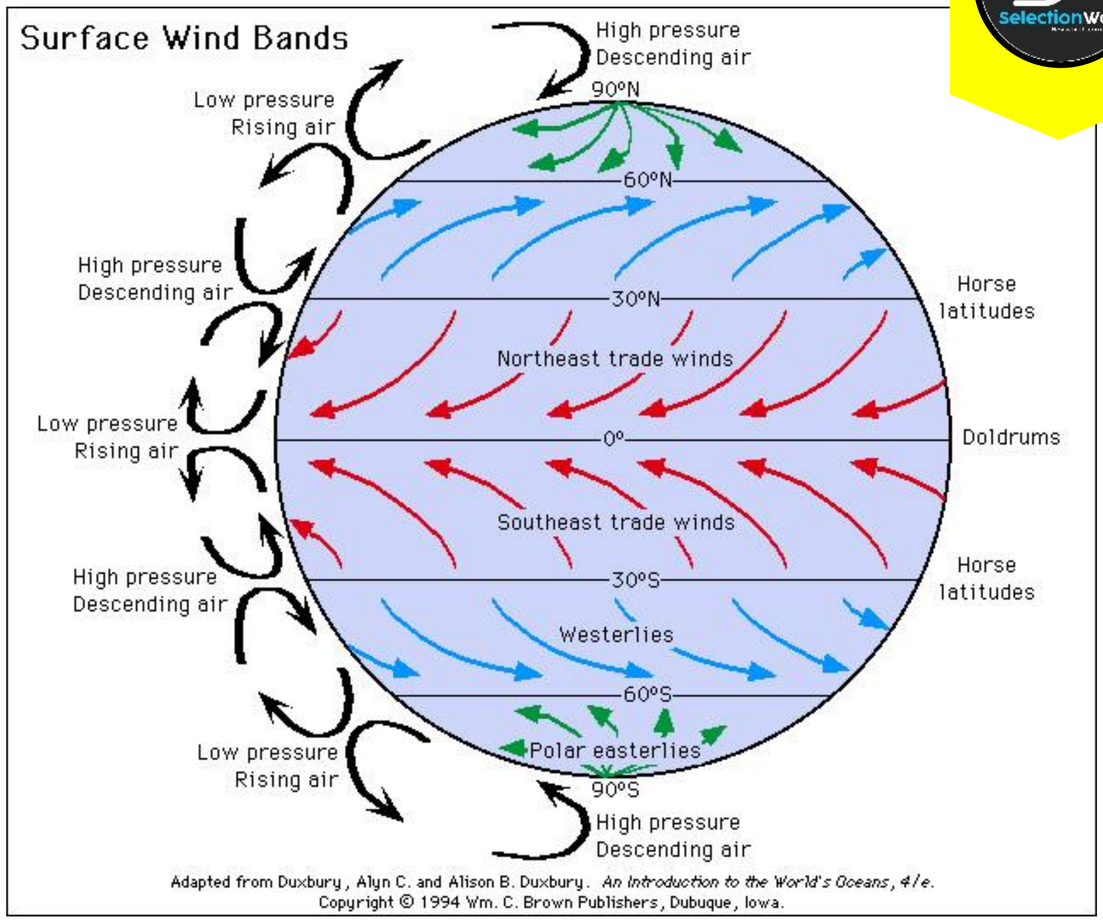
- Warm air rises at the equator (low pressure) due to strong heating.
- तीव्र तापन के कारण भूमध्य रेखा पर गर्म वायु ऊपर उठती है (निम्न दाब बनता है)।
- It rises up to ~14 km and flows towards poles aloft.
- यह वायु लगभग 14 किमी तक ऊपर उठकर ऊपरी वायुमंडल में ध्रुवों की ओर प्रवाहित होती है।
- At ~30° N & S it cools and sinks → forms subtropical high.
- लगभग 30° उत्तरी एवं दक्षिणी अक्षांश पर वायु ठंडी होकर नीचे उतरती है → उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब का निर्माण होता है।
- Near ground it flows back towards equator as easterlies (trade winds).
- भूमि की सतह के निकट यह वायु पुनः भूमध्य रेखा की ओर पूर्वी पवनों (व्यापारिक पवनों) के रूप में प्रवाहित होती है।

❑ **What to notice**

- Hadley → Trade winds
- Ferrel → Westerlies
- Polar → Polar easterlies

GLOBAL ATMOSPHERIC CIRCULATION

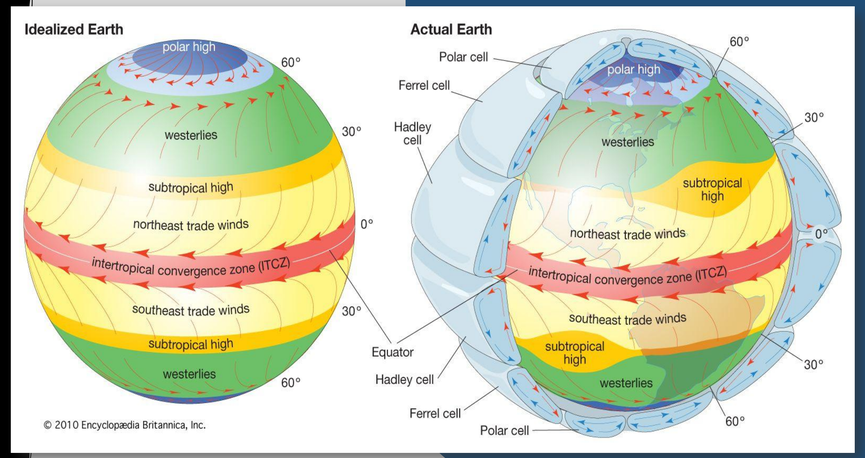




❑ **What to notice**

0°: Equatorial Low (ITCZ) — rising air
30°: Subtropical High — sinking air
60°: Sub-polar Low — rising air
90°: Polar High — sinking air
Cells: Hadley, Ferrel, Polar

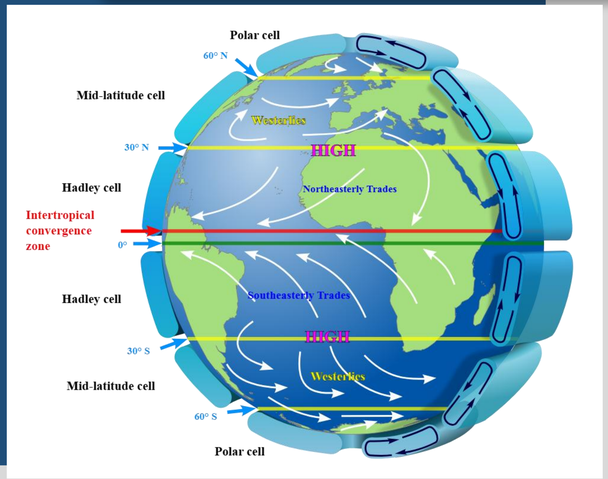
Ferrel Cell



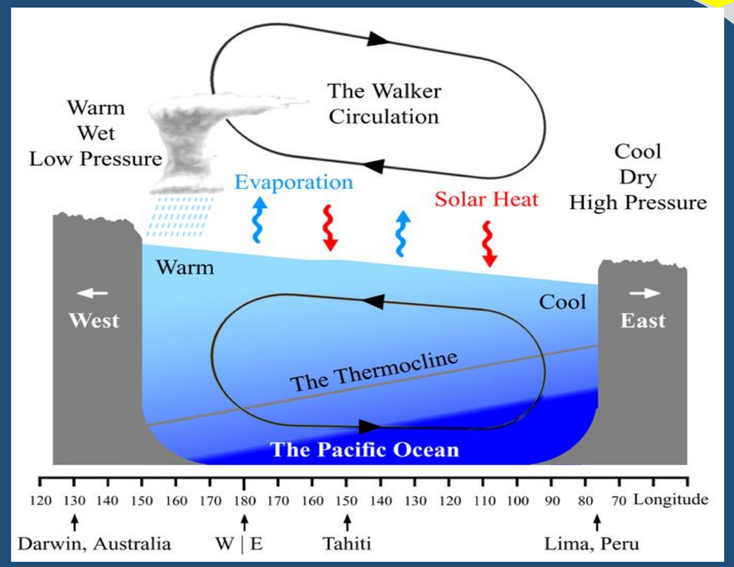
- In mid-latitudes (~30°–60°), cold air from the poles meets warmer air from subtropics.
- मध्य अक्षांशों (लगभग 30°–60°) में ध्रुवों की ठंडी हवा उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों की गर्म हवा से मिलती है।
- Warm air rises while cold air sinks.
- गर्म हवा ऊपर उठती है जबकि ठंडी हवा नीचे बैठती है।
- Near the surface this circulation produces the westerlies.
- पृथ्वी की सतह के पास यह परिसंचरण पश्चिमी पवनों (Westerlies) को उत्पन्न करता है।
- This pattern is called the Ferrel Cell.
- इस पैटर्न को फेरेल सेल (Ferrel Cell) कहा जाता है।

Polar Cell

- At high latitudes (near poles), cold dense air sinks and flows toward lower latitudes.
- उच्च अक्षांशों (ध्रुवों के निकट) में ठंडी और सघन हवा नीचे बैठती है और निम्न अक्षांशों की ओर प्रवाहित होती है।
- Wind at the surface blows from the polar high pressure toward sub-polar low pressure.
- सतह पर पवनें ध्रुवीय उच्च दाब से उप-ध्रुवीय निम्न दाब की ओर बहती हैं।
- These winds are called polar easterlies.
- इन पवनों को ध्रुवीय पूर्वी पवनें (Polar Easterlies) कहा जाता है।
- The complete loop of rising and sinking air here is the Polar Cell.
- यहाँ हवा के ऊपर उठने और नीचे बैठने का पूरा चक्र ध्रुवीय सेल (Polar Cell) कहलाता है।



Walker Cell



- A special circulation in the Pacific Ocean region.
- प्रशांत महासागर क्षेत्र में होने वाला एक विशेष वायुमंडलीय परिसंचरण।
- Warm water from the central Pacific moves eastward toward South America.
- मध्य प्रशांत महासागर का गर्म जल पूर्व दिशा में दक्षिण अमेरिका की ओर बढ़ता है।
- When warm water replaces cool water near Peru, this is called El Niño.
- जब पेरू के पास ठंडे जल की जगह गर्म जल आ जाता है, तो इसे एल नीनो (El Niño) कहा जाता है।
- Changes in Pacific pressure (Southern Oscillation) combine with this to form ENSO (El Niño–Southern Oscillation).
- प्रशांत महासागर में दाब परिवर्तन (दक्षिणी दोलन / Southern Oscillation) इसके साथ मिलकर ENSO (एल नीनो–दक्षिणी दोलन) बनाते हैं।
- ENSO causes large-scale global weather variations, including floods and droughts.
- ENSO के कारण वैश्विक स्तर पर मौसम में बड़े परिवर्तन होते हैं, जिनमें बाढ़ और सूखा शामिल हैं।

❑ **What to notice**

- Normal: Rising air over Indonesia, sinking near Peru
- सामान्य स्थिति में इंडोनेशिया के ऊपर हवा ऊपर उठती है और पेरू के पास नीचे बैठती है।
- El Niño: Weakened trades, warm water shifts east
- एल नीनो की स्थिति में व्यापारिक पवनें (Trade Winds) कमजोर हो जाती हैं और गर्म जल पूर्व दिशा की ओर खिसक जाता है।
- La Niña: Strong trades, strong upwelling Peru
- ला नीना की स्थिति में व्यापारिक पवनें मजबूत हो जाती हैं और पेरू के पास ठंडे जल का तीव्र अपवेलिंग होता है।

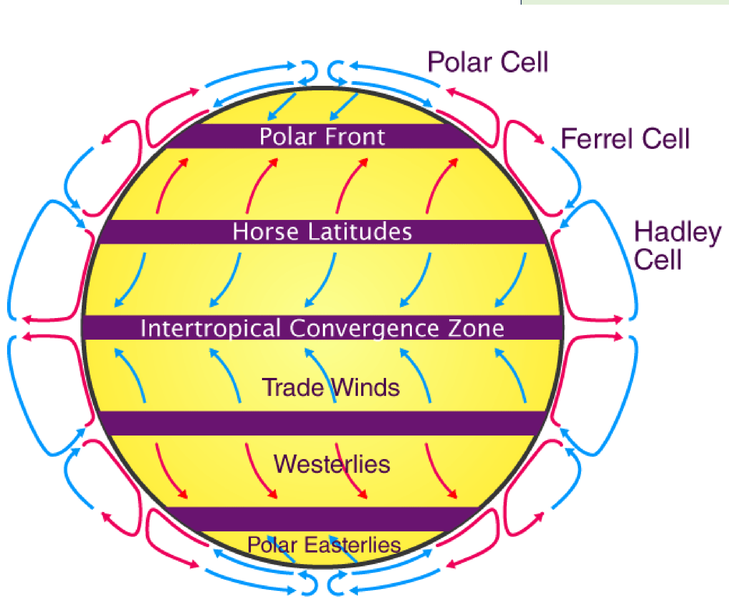
Classification of Winds

A) Permanent Winds

- Also called Primary Winds / Prevailing / Planetary Winds — blow over large areas and throughout the year.
- इन्हें प्राथमिक पवनें / प्रचलित पवनें / ग्रहिय पवनें भी कहा जाता है — ये वर्ष भर बड़े क्षेत्रों में बहती हैं।
- These winds blow extensively over oceans and continents.
- ये पवनें महासागरों और महाद्वीपों के ऊपर व्यापक रूप से बहती हैं।

Classification of Winds

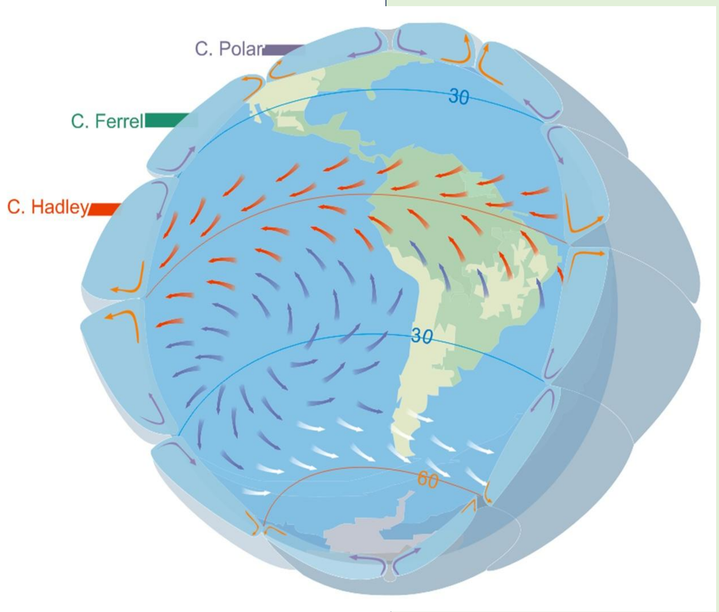
1. Trade Winds



- Blow from sub-tropical high pressure belts toward equatorial low pressure belt.
- उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब पट्टियों से भूमध्यरेखीय निम्न दाब पट्टी की ओर बहती हैं।
- Found between 30°N and 30°S.
- ये 30° उत्तरी अक्षांश और 30° दक्षिणी अक्षांश के बीच पाई जाती हैं।
- In the Northern Hemisphere they are called north-eastern trades.
- उत्तरी गोलार्ध में इन्हें उत्तर-पूर्वी व्यापारिक पवनें कहा जाता है।
- In the Southern Hemisphere they are south-eastern trades.
- दक्षिणी गोलार्ध में इन्हें दक्षिण-पूर्वी व्यापारिक पवनें कहा जाता है।
- Their direction is due to the Coriolis force and Farrel's law.
- इनकी दिशा कोरिओलिस बल और फैरेल के नियम के कारण होती है।
- Trade winds pick up moisture over oceans before reaching the equator.
- भूमध्य रेखा तक पहुँचने से पहले व्यापारिक पवनें महासागरों से नमी ग्रहण कर लेती हैं।
- Trade winds from both hemispheres meet at the equator and cause heavy rainfall.
- दोनों गोलार्धों की व्यापारिक पवनें भूमध्य रेखा पर मिलती हैं और भारी वर्षा कराती हैं।

Classification of Winds

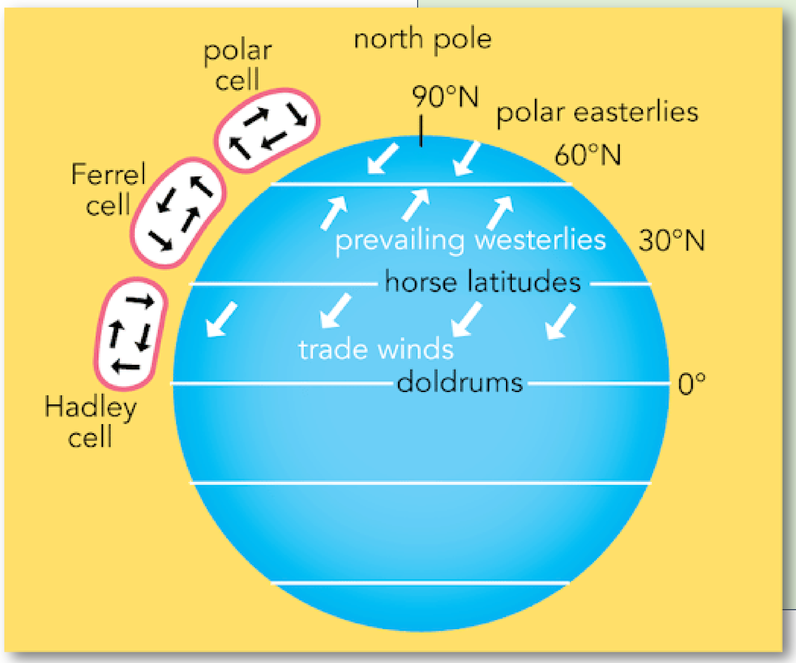
2. Westerlies



- Blow from sub-tropical high pressure belts toward sub-polar low pressure belts.
- ये उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब पट्टियों से उप-ध्रुवीय निम्न दाब पट्टियों की ओर बहती हैं।
- In the Northern Hemisphere they blow south-west → north-east.
- उत्तरी गोलार्ध में ये दक्षिण-पश्चिम से उत्तर-पूर्व दिशा में बहती हैं।
- In the Southern Hemisphere they blow north-west → south-east.
- दक्षिणी गोलार्ध में ये उत्तर-पश्चिम से दक्षिण-पूर्व दिशा में बहती हैं।
- Southern Hemisphere westerlies are stronger and more persistent due to more oceans.
- दक्षिणी गोलार्ध में अधिक महासागर होने के कारण पश्चिमी पवनें अधिक शक्तिशाली और स्थायी होती हैं।
- Best developed between 40° and 65°S latitudes — called Roaring Forties, Furious Fifties, and Shrieking Sixties by sailors.
- 40° से 65° दक्षिणी अक्षांशों के बीच ये सबसे अच्छी तरह विकसित होती हैं, जिन्हें नाविक Roaring Forties, Furious Fifties और Shrieking Sixties कहते हैं।
- Westerlies produce wet spells and variable weather.
- पश्चिमी पवनें आर्द्र मौसम और परिवर्तनशील जलवायु उत्पन्न करती हैं।

Classification of Winds

3. Polar Easterlies



- Blow from polar high pressure areas toward sub-polar low pressure belts.
- ये ध्रुवीय उच्च दाब क्षेत्रों से उप-ध्रुवीय निम्न दाब पट्टियों की ओर बहती हैं।
- In the Northern Hemisphere direction is north-east → south-west.
- उत्तरी गोलार्ध में इनकी दिशा उत्तर-पूर्व से दक्षिण-पश्चिम होती है।
- In the Southern Hemisphere direction is south-east → north-west.
- दक्षिणी गोलार्ध में इनकी दिशा दक्षिण-पूर्व से उत्तर-पश्चिम होती है।
- These winds are cold and dry.
- ये पवनें ठंडी और शुष्क होती हैं।

B) Secondary or Periodic Winds

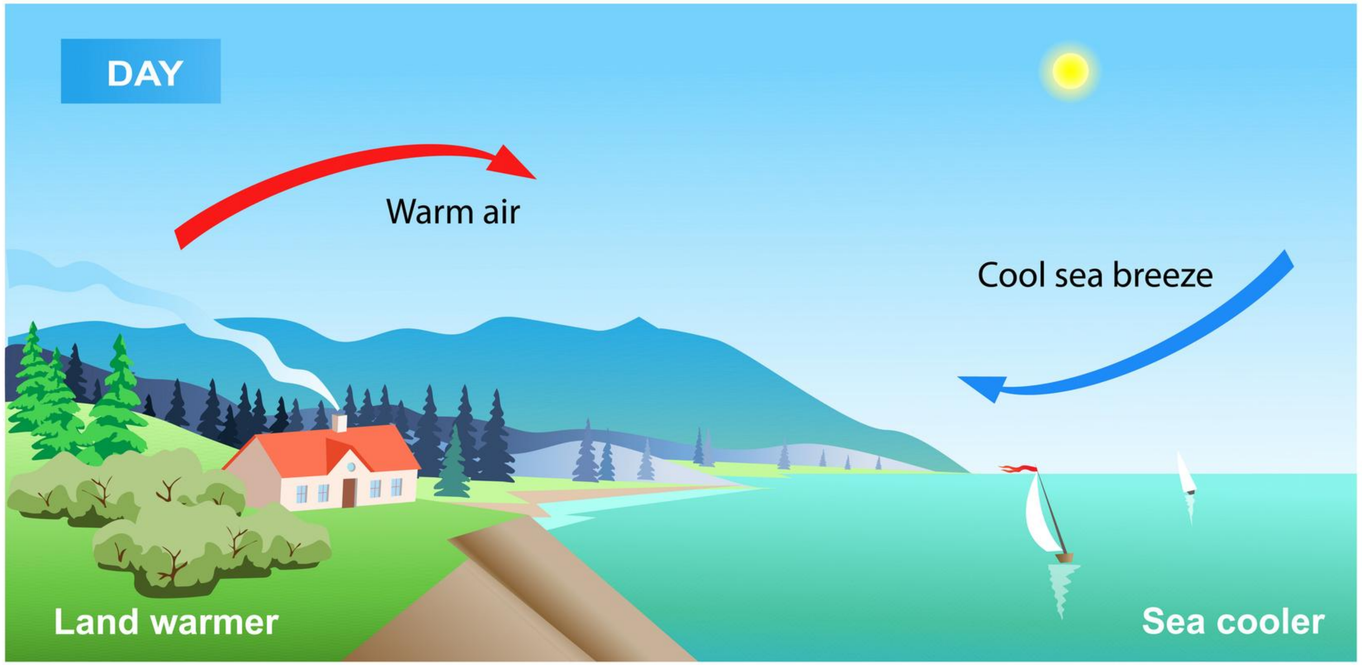
- These winds change direction with season or time:
- ये पवनें मौसम या समय के अनुसार अपनी दिशा बदलती हैं:
- Seasonal winds: e.g., Monsoons
- मौसमी पवनें: जैसे – मानसून
- Diurnal winds: Land & Sea Breezes, Mountain & Valley Breezes
- दैनिक पवनें: स्थल एवं समुद्री समीर, पर्वतीय एवं घाटी पवनें

1. Monsoon

- Seasonal winds with seasonal reversal of direction.
- मौसमी पवनें जिनकी दिशा मौसम के अनुसार उलट जाती है।
- Summer monsoon winds travel toward land (bringing heavy rain).
- ग्रीष्मकालीन मानसूनी पवनें स्थल की ओर बहती हैं और भारी वर्षा लाती हैं।
- Winter monsoon winds travel toward seas (dry conditions).
- शीतकालीन मानसूनी पवनें समुद्र की ओर बहती हैं, जिससे शुष्क मौसम रहता है।
- In India, summer monsoons originate from southern hemisphere trade winds and get deflected due to Coriolis force.
- भारत में ग्रीष्मकालीन मानसून दक्षिणी गोलार्ध की व्यापारिक पवनों से उत्पन्न होता है और कोरिओलिस बल के कारण विचलित हो जाता है।

2. Land Breeze and Sea Breeze

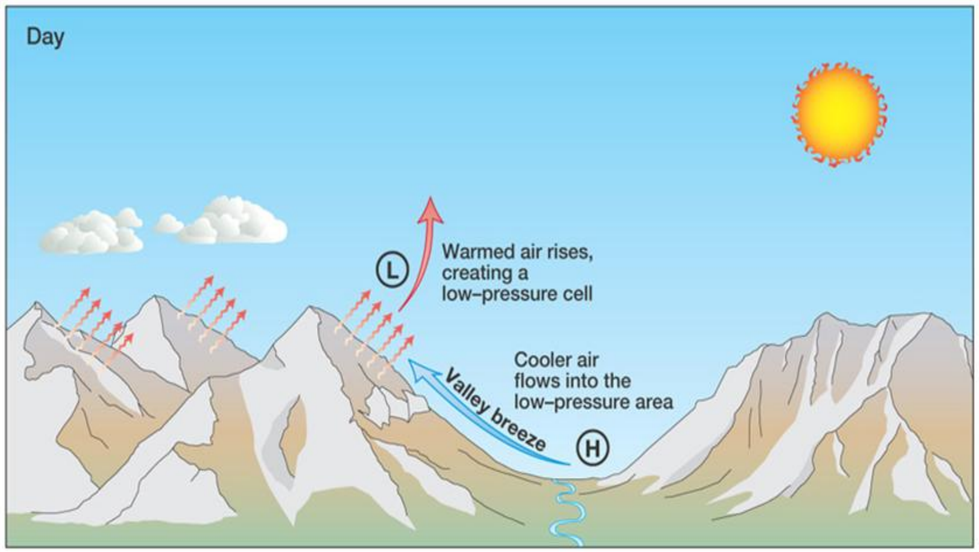
- Day: land heats faster → air rises → sea breeze (sea → land).
- दिन में भूमि जल्दी गर्म होती है → हवा ऊपर उठती है → समुद्री समीर समुद्र से स्थल की ओर बहती है।
- Night: land cools faster → air flows from land to sea → land breeze.
- रात में भूमि जल्दी ठंडी होती है → हवा स्थल से समुद्र की ओर बहती है → इसे स्थल समीर कहा जाता है।

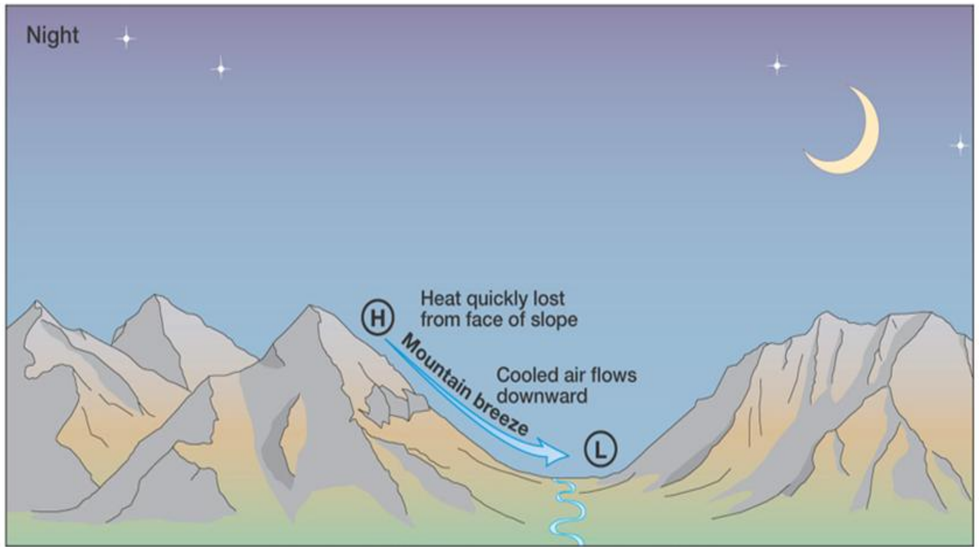

DAY
Warm air
Cool sea breeze
Land warmer
Sea cooler

NIGHT
Warm air
Cool land breeze
Land cooler
Sea warmer

3. Valley and Mountain Breeze

- Day: slopes heat up → warm air rises → valley breeze.
- दिन में: ढलान जल्दी गर्म होती है → गर्म हवा ऊपर उठती है → इसे घाटी समीर (Valley Breeze) कहते हैं।
- Night: slopes cool → cold air descends → mountain breeze (also called katabatic wind).
- रात में: ढलान जल्दी ठंडी होती है → ठंडी हवा नीचे आती है → इसे पर्वत समीर (Mountain Breeze) या काटाबैटिक विंड (Katabatic Wind) कहते हैं।





C) Local or Tertiary Winds

- Blow only in specific regions for short durations, mainly due to local temperature and pressure differences.
- ये पवनें केवल कुछ विशेष क्षेत्रों में थोड़े समय के लिए बहती हैं, मुख्य रूप से स्थानीय तापमान और दाब के अंतर के कारण।

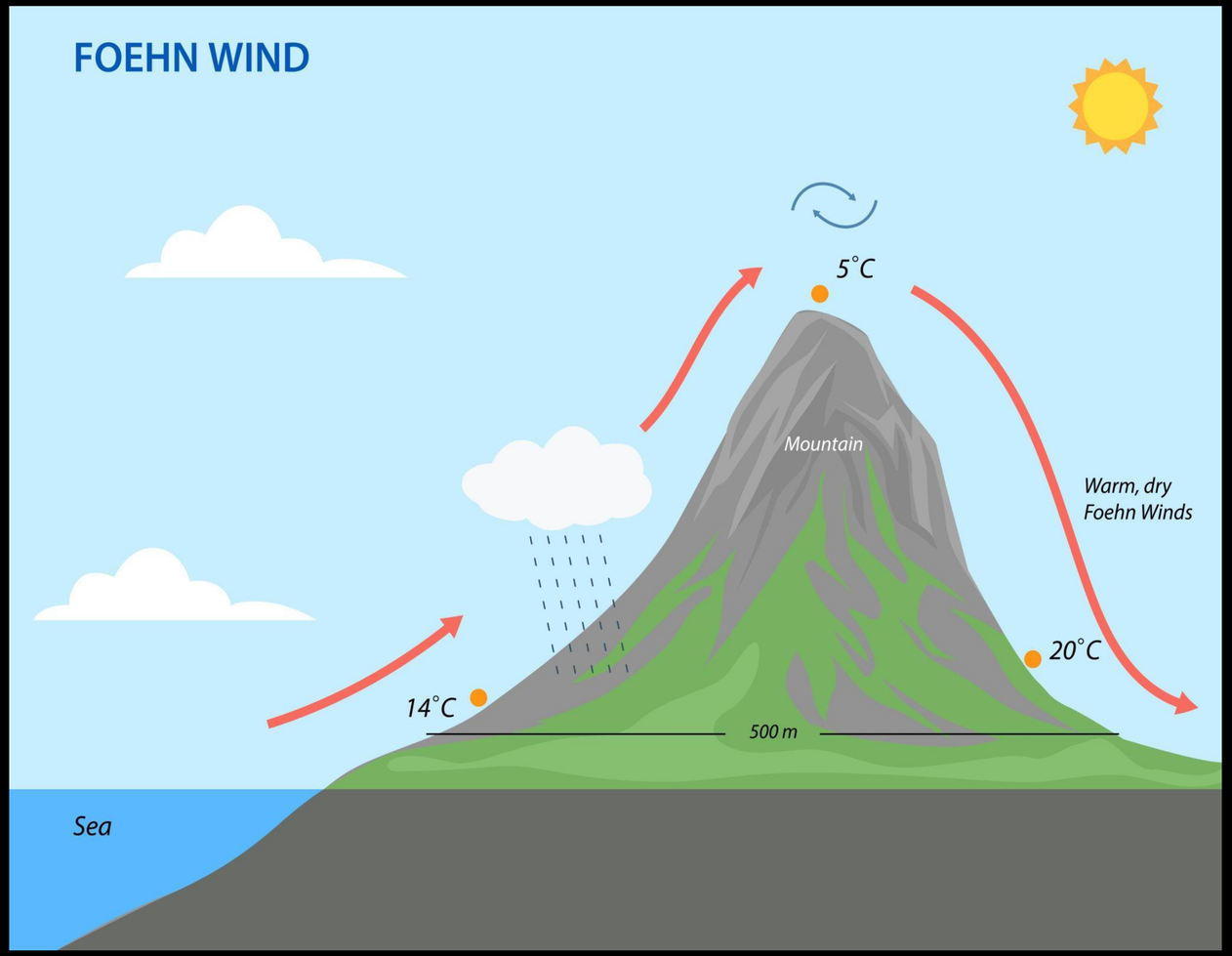
Loo

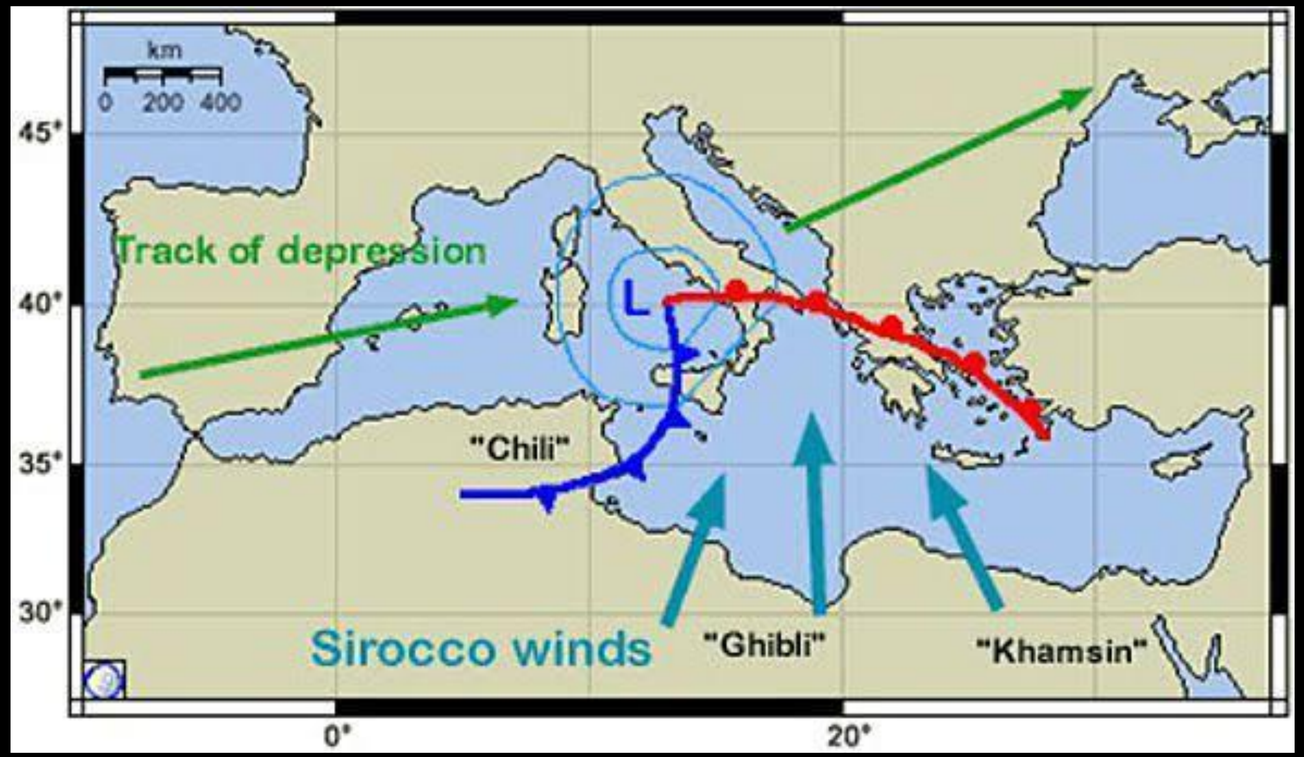
- Hot, dry wind over plains of North India and Pakistan (May–June).
- उत्तर भारत और पाकिस्तान के मैदानों में गर्म, शुष्क पवन (मई–जून)।
- Blows in afternoons with temperatures often 45–50°C.
- यह दोपहर में चलती है और तापमान अक्सर 45–50°C तक पहुँच जाता है।
- Can cause heatstroke.
- यह तापस्राव (Heatstroke) का कारण बन सकती है।

C) Local or Tertiary Winds

Foehn (or Fohn)

- Warm, dry, gusty wind on the leeward side of mountains (notably the Alps).
- पर्वतों की छाया (leeward) वाली ओर बहने वाली गर्म, शुष्क और तेज़ पवन (विशेष रूप से आल्प्स)।
- As moist air rises on windward side it cools and loses moisture.
- जब नमी युक्त हवा पर्वत की सामने की ओर (windward) उठती है, तो यह ठंडी होती है और नमी खो देती है।
- When it descends on the lee side, it warms up and becomes dry.
- जब यह पीछे की ओर (lee side) नीचे आती है, तो गर्म और शुष्क हो जाती है।
- Helps melt snow and ripen crops.
- यह बर्फ को पिघलाने और फसलों को पकाने में मदद करती है।


FOEHN WIND
5˚C
Mountain
Warm, dry
Foehn Winds
20˚C
14˚C
500 m
Sea


km
0 200 400
45°
40°
35°
30°
Track of depression
L
"Chili"
Sirocco winds
"Ghibli"
"Khamsin"
0°
20°

C) Local or Tertiary Winds

Chinook

- A foehn-type wind in USA & Canada (Rocky Mountains).
- USA और कनाडा (रॉकी पर्वत) में फोहन (Foehn) प्रकार की पवन।
- Dries and warms as it descends slopes.
- जब यह ढलानों से नीचे आती है, तो हवा गर्म और शुष्क हो जाती है।
- Beneficial by melting snow in winter.
- सर्दियों में बर्फ को पिघलाने के लिए यह लाभकारी होती है।

C) Local or Tertiary Winds

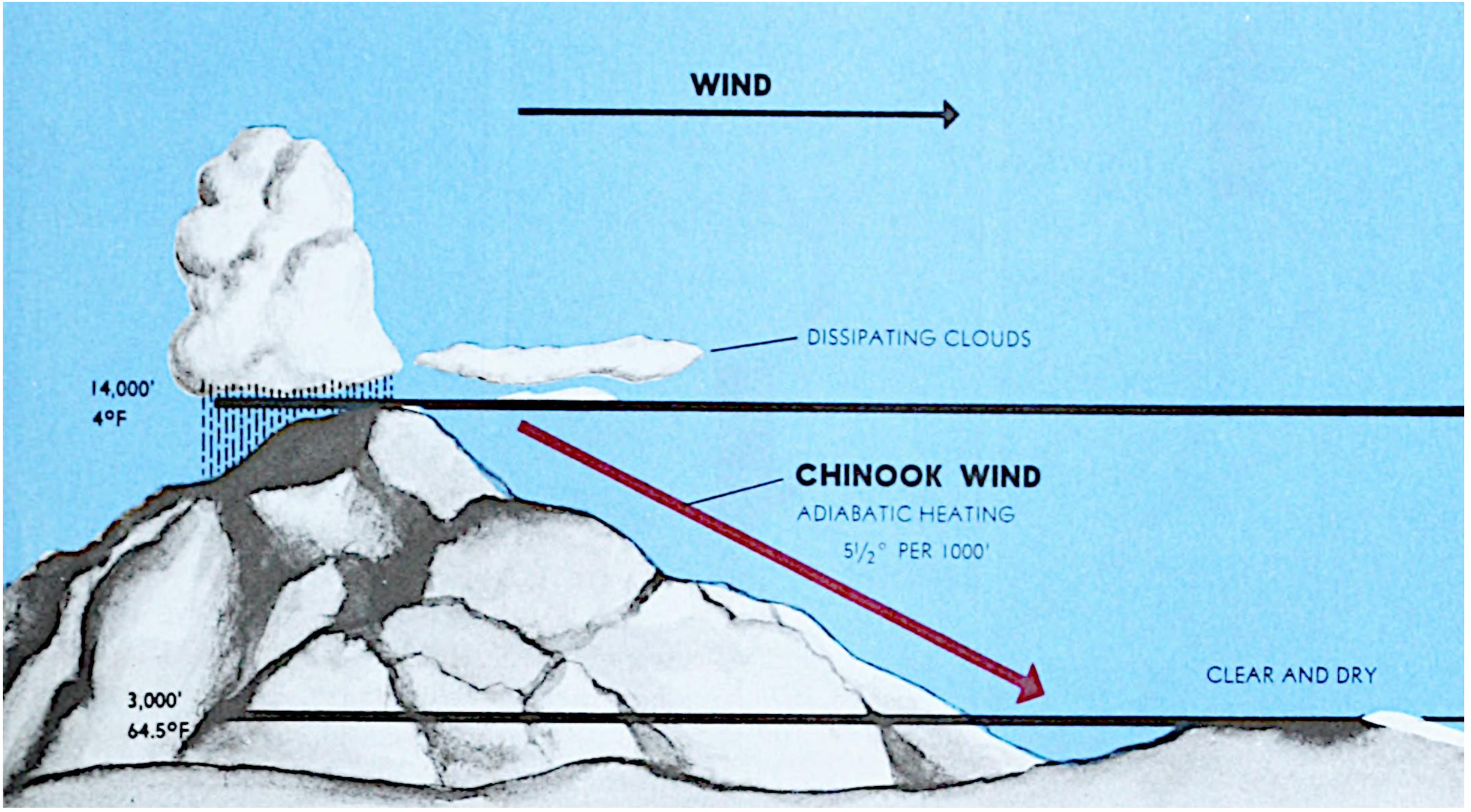
Mistral

- Cold, dry wind blowing from the Alps toward Mediterranean.
- आल्प्स से भूमध्यसागर की ओर बहने वाली ठंडी, शुष्क पवन।
- Channeled through valleys like Rhine.
- यह घाटियों जैसे राइन (Rhine) के माध्यम से बहती है।
- Brings blizzards and cold conditions to southern France.
- दक्षिणी फ्रांस में तूफान और ठंडे मौसम को लाती है।

C) Local or Tertiary Winds

Sirocco

- Hot, dry wind from the Sahara toward North Africa and Southern Europe.
- सहारा से उत्तर अफ्रीका और दक्षिणी यूरोप की ओर बहने वाली गर्म, शुष्क पवन।
- Can reach hurricane speeds.
- यह तूफानी गति तक पहुँच सकती है।
- Causes dust storms and dry heat in northern Africa; sometimes wet weather in Europe.
- यह उत्तरी अफ्रीका में धूल भरी आँधी और शुष्क गर्मी लाती है; कभी-कभी यूरोप में भी वर्षा ला सकती है।


WIND
DISSIPATING CLOUDS
14,000'
4°F
CHINOOK WIND
ADIABATIC HEATING
5½° PER 1000'
CLEAR AND DRY
3,000'
64.5°F

NORTH SEA
L
H
L
L
Mistral
UNITED KINGDOM
IRELAND
DENMARK
RIGA
LITHUANIA
THE NETHERLANDS
GERMANY
POLAND
BELGIUM
FRANCE
SWITZERLAND
AUSTRIA
SLOVAKIA
HUNGARY
SLOVENIA
CROATIA
SERBIA
ITALY
SPAIN
PORTUGAL
ALBANIA
GREECE
ALGIERIS