

Successione schematica in Ma delle ere glaciali dall'Archeano al presente. I massimi picchi indicano glaciazioni diffuse a scala globale, quelli minori attività glaciale a scala locale (da Hambrey, 1999)

CARATTERISTICHE DEGLI ARCHIVI NATURALI

ARCHIVI	RISOLUZIONE	ANNI BP	PARAMETRI						
Anelli delle piante	anno/stagione	10^4	T	P	Ca	(V)			S
Sedimenti lacustri	anno	10^4	T		Cw	B	(V)	M	LI
Ghiacciai polari	anno	10^5	T	P	Ca	B	V	M	S
Ghiacciai temperati	anno	10^3	T	P	Ca	B	V	M	
Coralli	anno	10^5	T		Cw				L
Loess	100 a	10^6		P	Cs	B		M	
Sedimenti oceanici	100 a	10^7	T		Cw	B	V	M	L
Geomorfologia	100 a	10^7	T	P			V		L LI
Suoli	100 a	10^6	T	P	Cs	B	V		

T = temperatura

V = attività vulcanica

LI = livelli lacustri

Ca, Cw, Cs = Composizione chimica dell'aria, dell'acqua, dei suoli

P = precipitazioni

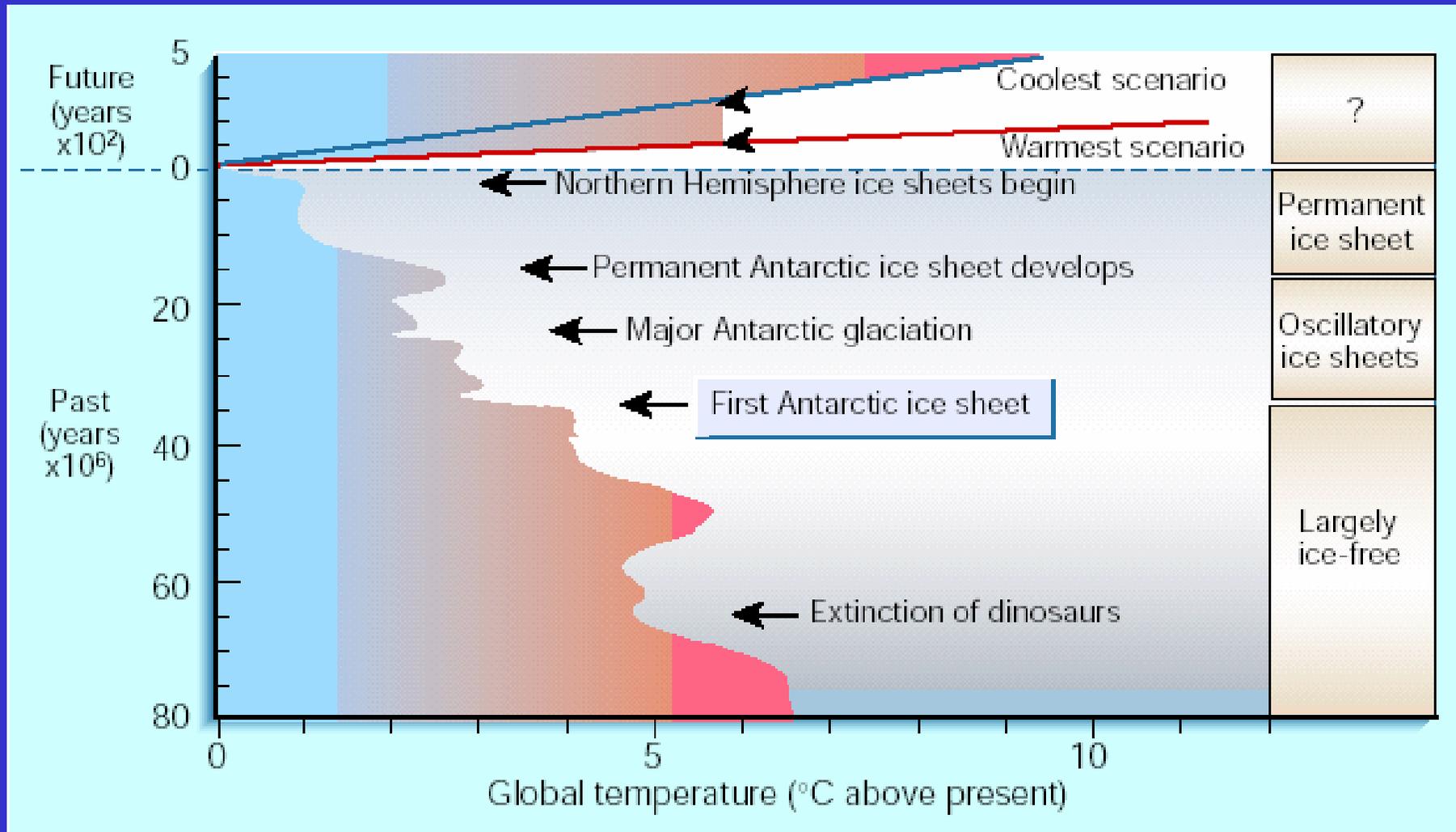
M = campo geomagnetico

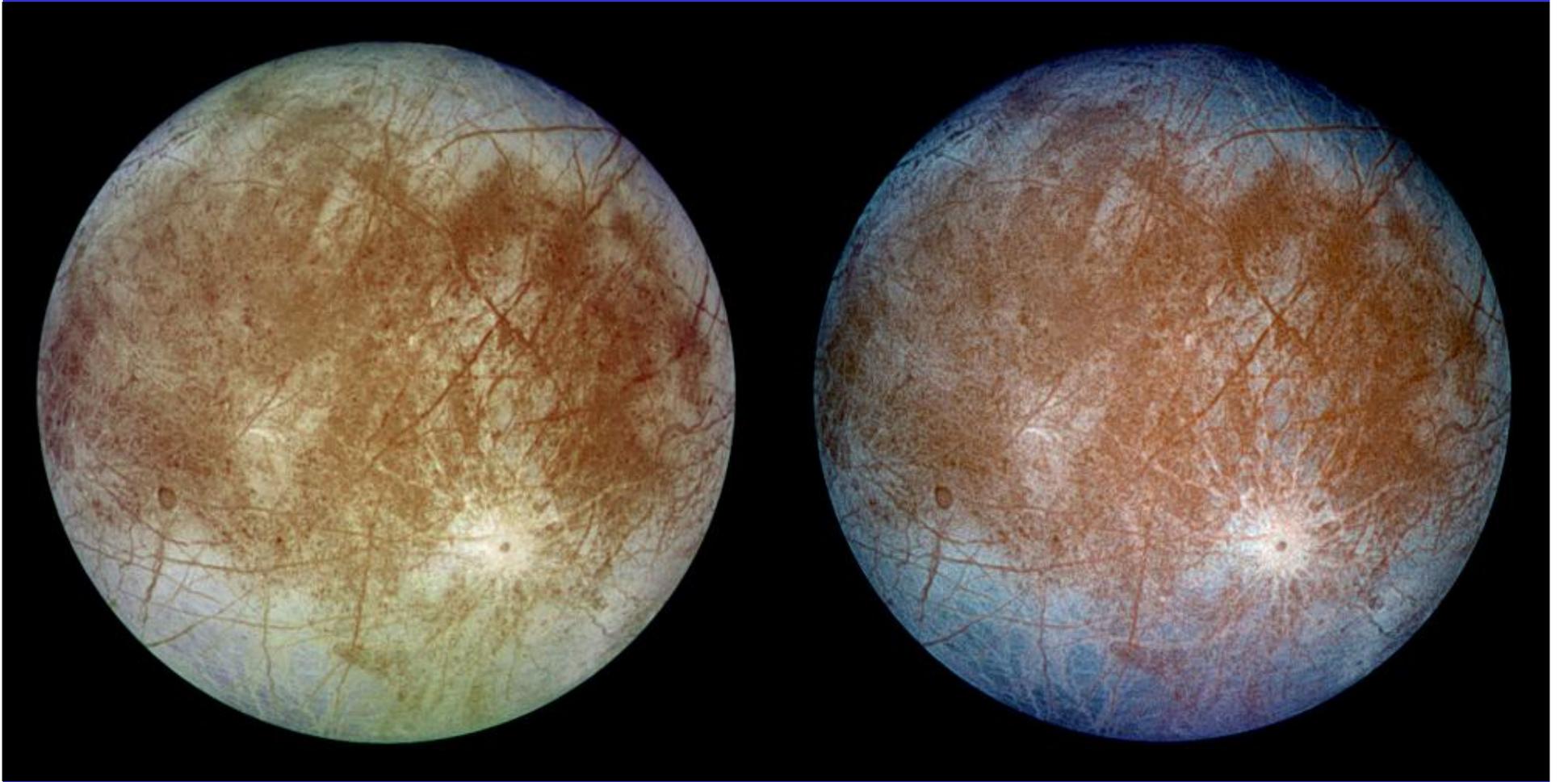
S = attività solare

B = biomassa

L = livello del mare

Decline in average global temperature over the past 80 million years

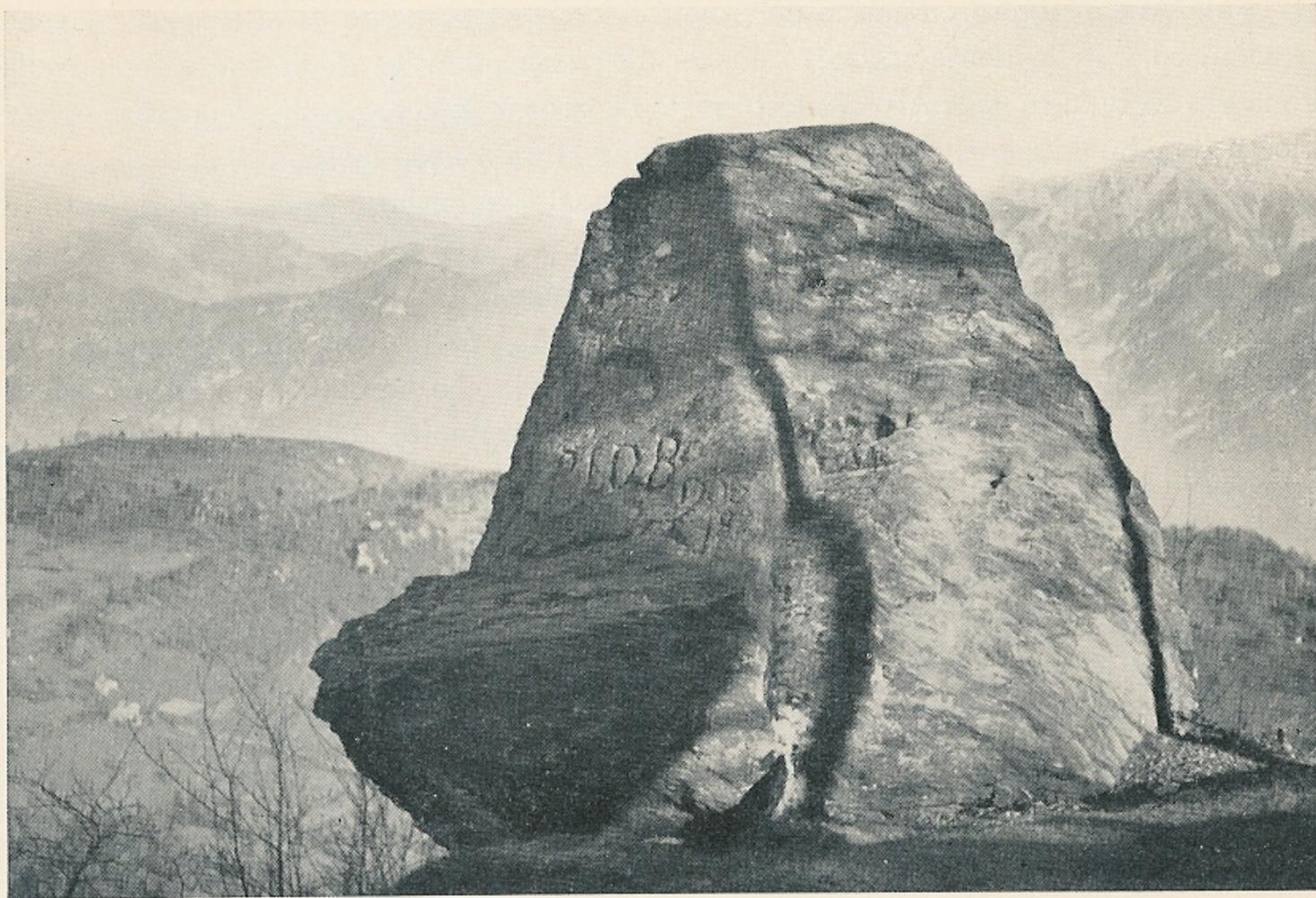






Fot. prof. G. Nangeroni

Fig. 618. È evidente che blocchi di queste dimensioni, e di rocce diverse da quelle del substrato, non possono essere stati trasportati dalle acque. L'erosione, isolandoli, rende ancora più vistoso il loro carattere di « erratici » dovuti al trasporto glaciale. L'esempio figurato è del Monte Piatto, presso il lago di Como.



Fot. prof. G. Nangeroni

Fig. 619. Un altro masso erratico di trasporto glaciale: la « Pietra Luna » sopra Bellagio.
La roccia è diversa da quelle del substrato locale; è un micascisto noto come roccia in posto nella Valtellina.



Fot. prof. G. Nangeroni

Fig. 617. Un taglio fresco nella morena würmiana di Torrevilla in Brianza. È ben visibile una delle caratteristiche dei depositi morenici: la mancanza di stratificazione e la mescolanza disordinata di blocchi e ciottoli delle più svariate dimensioni, dovuta al fatto che il ghiaccio — a differenza delle acque correnti — non opera alcuno smistamento per grandezza e peso dei materiali che trasporta.



Fot. Geological Survey Dept.; Crown copyright

Fig. 602. I detriti che un ghiacciaio trasporta nel suo movimento esercitano sul fondo un'azione di lima. Non è raro trovare ancora fresche le striature dei ghiacciai delle espansioni quaternarie, specialmente dove l'erosione ha da poco asportato il mantello morenico che proteggeva la superficie della roccia.

Le striature glaciali presentano un interesse particolare perchè indicano nettamente la direzione del movimento del ghiaccio. La figura rappresenta un chiaro esempio nell'isola di Islay (Inghilterra).



Fot. L. Trevisan

Fig. 603. I ciottoli delle morene sono spesso striati e levigati in modo tipico, anche quando sono poco arrotondati. Quello raffigurato è di calcare nerastro, e proviene da un deposito morenico della penultima glaciazione, pochi chilometri a nord del Lago di Garda.

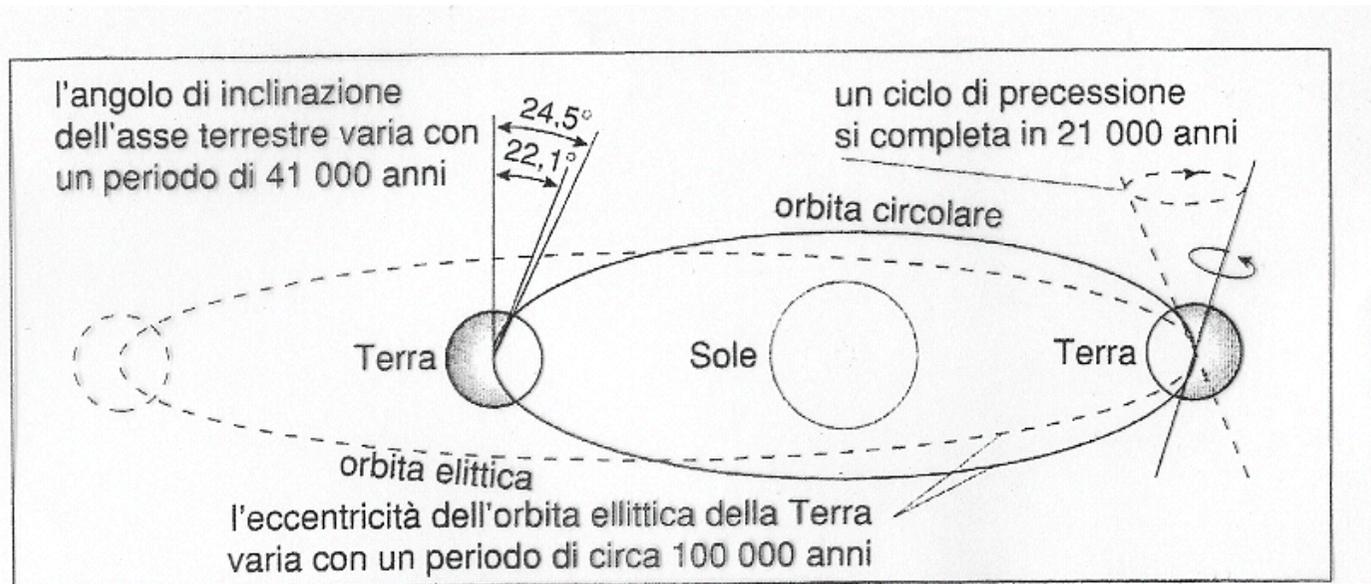


Figura 6.35. Cause delle variazioni cicliche nell'entità della radiazione solare ricevuta dalla Terra (da Selby, 1985; ridisegnato; reprinted by permission of Oxford University Press).

L'effetto serra



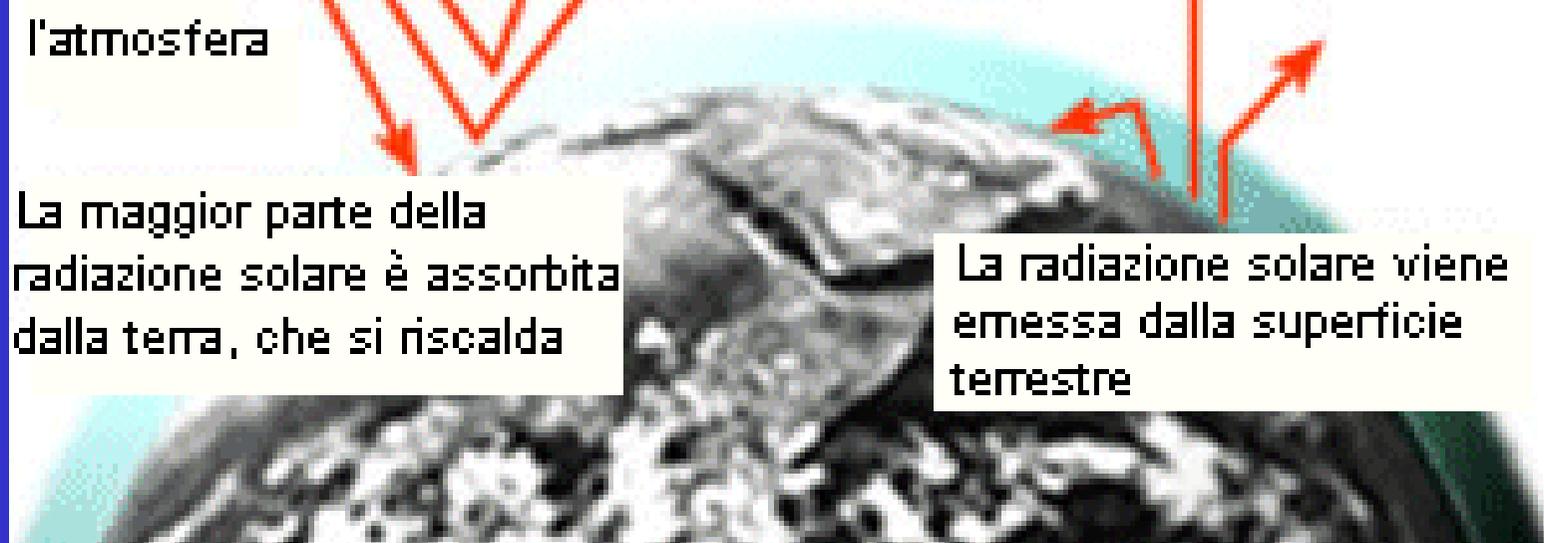
La radiazione solare passa attraverso l'atmosfera

Una parte della radiazione solare è riflessa dall'atmosfera

Parte della radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre si perde nello spazio attraversando l'atmosfera, mentre parte viene assorbita dai gas serra e riemessa in ogni direzione. Questo provoca un riscaldamento della superficie terrestre e degli strati più bassi dell'atmosfera

La maggior parte della radiazione solare è assorbita dalla terra, che si riscalda

La radiazione solare viene emessa dalla superficie terrestre



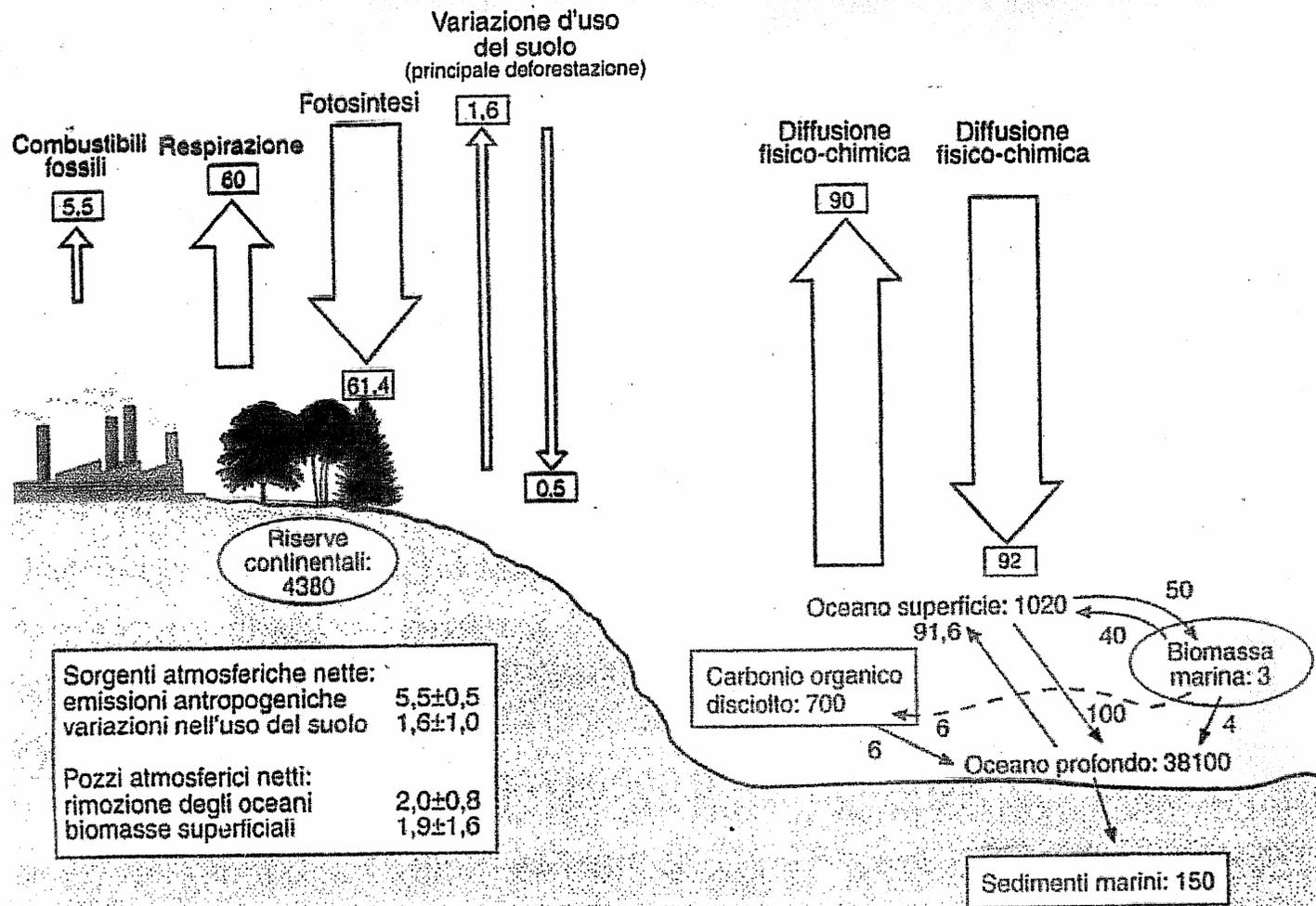
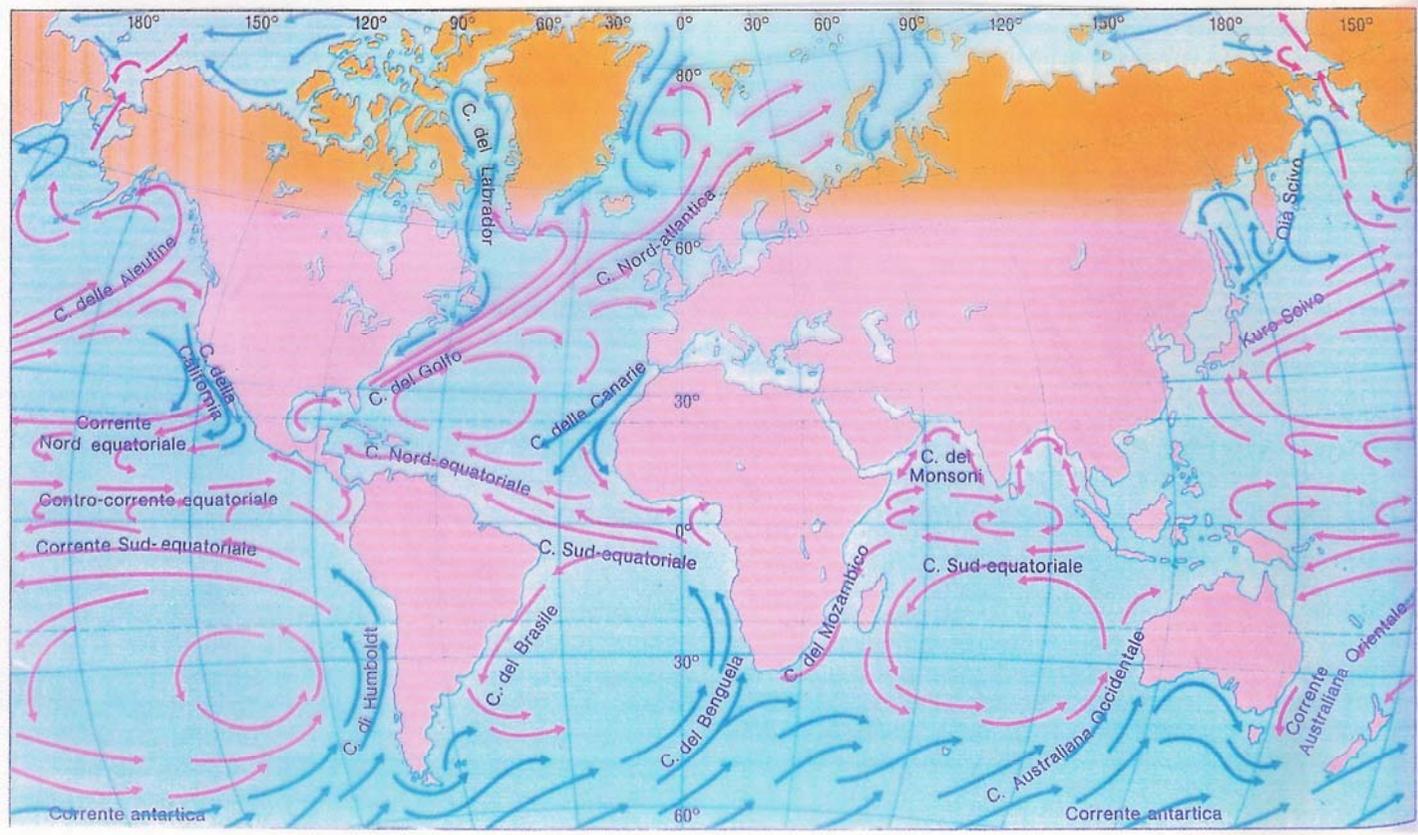


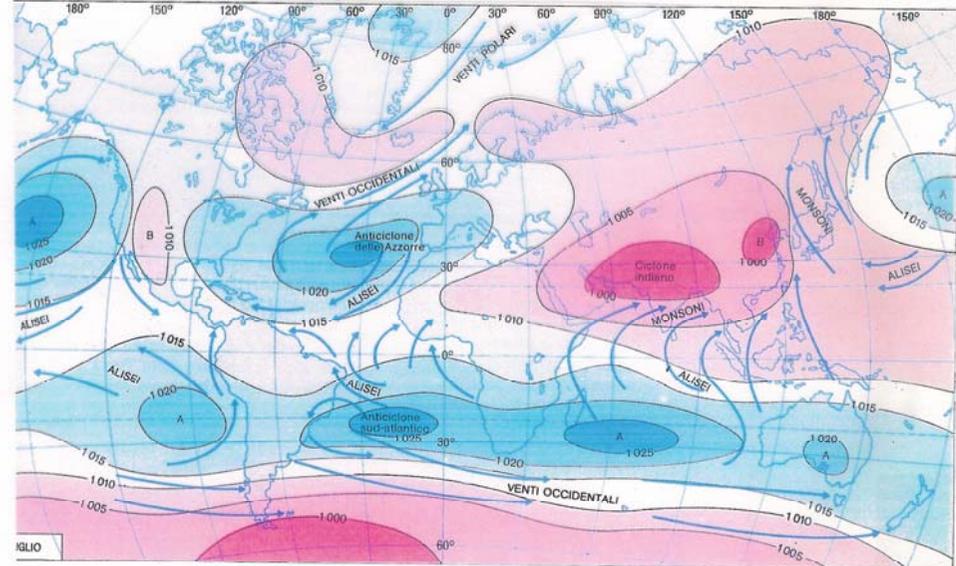
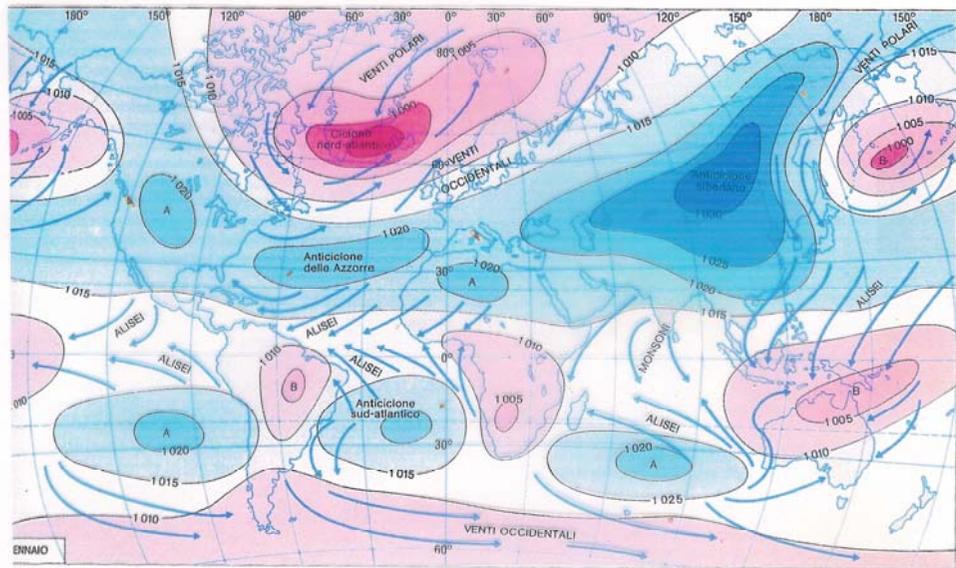
Figura 2.29 – Ciclo del carbonio.
I quantitativi riportati sono in Gt (Gt = gigatonnellate = un miliardo di tonnellate).

Fig. 15.25. *Correnti marine superficiali.* In base alla temperatura, si distinguono *correnti calde*, che hanno temperatura superiore a quella dell'acqua entro cui scorrono, e *correnti fredde*, che presentano temperatura inferiore a quella delle acque circostanti. Le prime si spostano dall'Equatore verso i poli, mentre quelle fredde chiudono il ciclo muovendo dalle alte latitudini verso l'Equatore; per entrambe, la velocità di spostamento si mantiene di solito su pochi chilometri orari, ma può raggiungere, in casi particolari, anche i 10 km/h.

Una circolazione completa delle masse di acqua si può riscontrare soltanto nell'Oceano Pacifico e nell'Oceano Atlantico, dove le correnti equatoriali, provenienti dalle aree orientali dei bacini oceanici, si scindono in due rami principali che danno origine alla circolazione oceanica nei due emisferi. In prossimità dell'Equatore si osservano anche delle *controcorrenti*, ossia degli scorrimenti di masse d'acqua in senso opposto al corso generale della circolazione oceanica; la loro origine è legata all'esistenza di correnti che scorrono inizialmente una accanto all'altra: a causa dell'attrito esistente sui loro margini, al momento in cui esse si dividono, si crea un vortice cui segue uno spostamento di acqua in direzione opposta a quella principale. Il meccanismo è analogo a quello di due ruote dentate: se una si muove in un senso, l'altra si deve automaticamente muovere in senso opposto. Mentre nell'Oceano Pacifico, che ha una forma abbastanza regolare, la circolazione si sviluppa secondo due circuiti ben distinguibili, l'Oceano Atlantico, per la sua forma allungata e sinuosa, pre-

senta una circolazione irregolare, particolarmente nell'emisfero settentrionale, con lunghi rami che si spingono verso le zone polari. L'Oceano Indiano, essendo sviluppato essenzialmente nell'emisfero australe, presenta solo in questo un circuito completo e regolare; difatti l'emisfero boreale è quasi completamente occupato da masse continentali ed inoltre, per lo spirare dei monsoni, presenta una circolazione alternata, con correnti che si muovono per sei mesi in senso orario e per sei mesi in senso antiorario. La conoscenza dell'andamento delle correnti è assai utile per la navigazione, specie quella tra i vari continenti; essa investe fra l'altro anche il campo della climatologia e quello della pesca. Infatti le correnti, a seconda delle loro caratteristiche, tendono a spostare le fasce climatiche verso Nord o verso Sud, compiendo un'azione mitigatrice particolarmente nelle zone costiere lungo le quali scorrono: in genere le correnti calde apportano notevole umidità, causando abbondanti precipitazioni, mentre quelle fredde favoriscono l'aridità del clima. Inoltre, le correnti fredde sono generalmente ricche in sali nutritivi ed in microscopici organismi animali e vegetali: la loro presenza permette un abbondante sviluppo della vita nelle acque superficiali, rendendole estremamente pescose. Basta ricordare che le aree più pescose del mondo sono essenzialmente localizzate nella zona giapponese, lungo la costa pacifica americana (soprattutto quella peruviana) e, per l'Atlantico, nella zona di incontro tra la fredda Corrente del Labrador e la calda Corrente del Golfo (Terranova), per citare solo le più importanti.





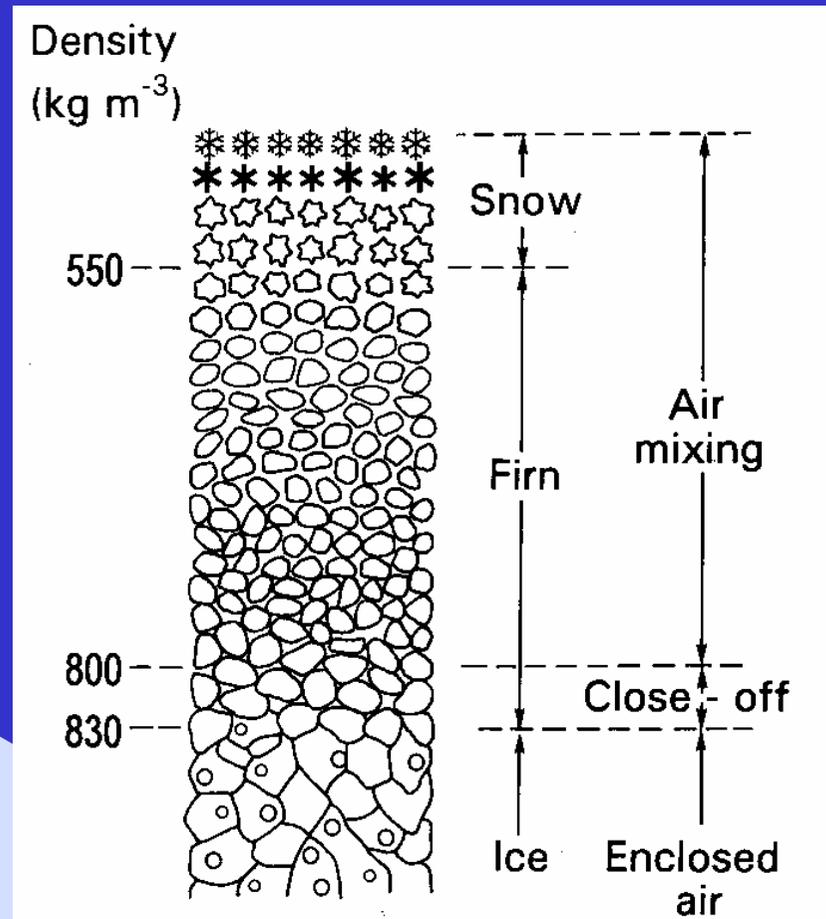
3.14. **Isobare e venti di gennaio e di luglio.** Procedendo dall'Equatore le alte latitudini, in entrambe le carte si osserva il susseguirsi di serie di cellule discontinue cicloniche (B) ed anticicloniche (A) in parte a fattori termici e in maggior parte a fattori dinamici; e si sviluppano diversi sistemi di venti, che escono dalle aree anticicloniche fluendo in senso orario nell'emisfero boreale ed in senso antiorario nell'emisfero australe, mentre entrano nelle aree cicloniche ruotando in modi rispettivamente opposti. La distribuzione delle cellule ba-

rometriche e dei venti è diversa nei due periodi dell'anno: il moto apparente del Sole determina il loro spostamento complessivo verso Sud in gennaio e verso Nord in luglio. L'influsso termico si fa sentire soprattutto nel nostro emisfero, dove sono più accentuati i contrasti fra continenti e oceani, e fa variare anche l'estensione delle cellule cicloniche ed anticicloniche; esso è particolarmente marcato sul continente asiatico, dove si verifica un nettissimo capovolgimento barico stagionale che determina l'andamento periodico dei monsoni.





The air trapping process in cold dry glaciers



From Legrand, Jouzel and Raynaud (1995)

OXYGEN ISOTOPES

^{18}O
Heavy

^{16}O
Light

Water

Evaporation

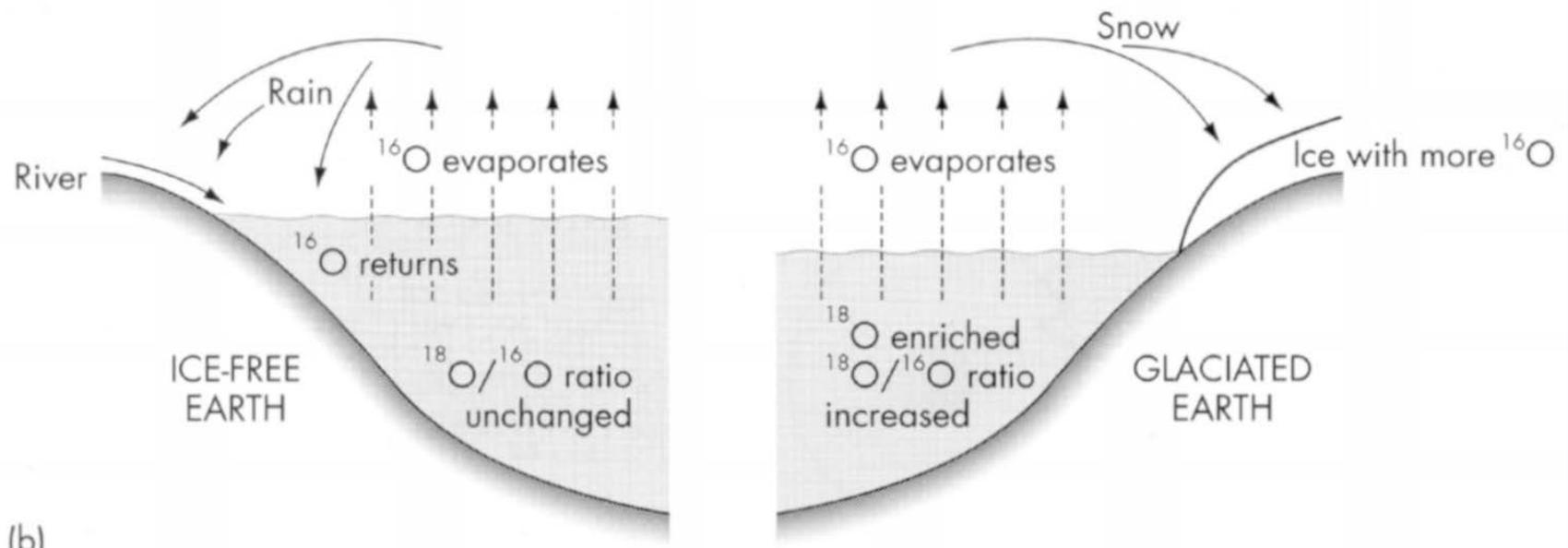
Water vapour

Rain/Snow

Condensation

Water vapour

(a)



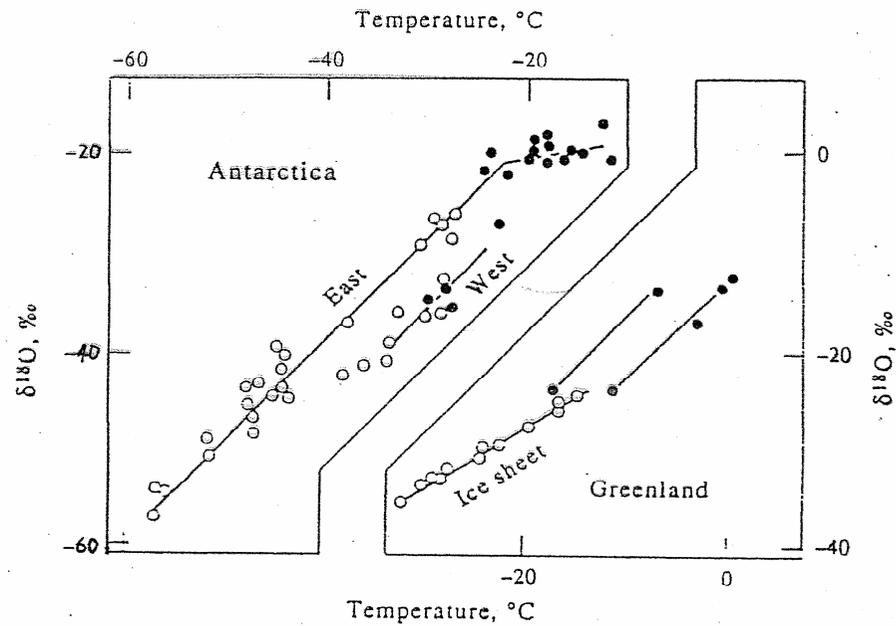
(b)

$$\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}; \frac{D}{H} = R$$

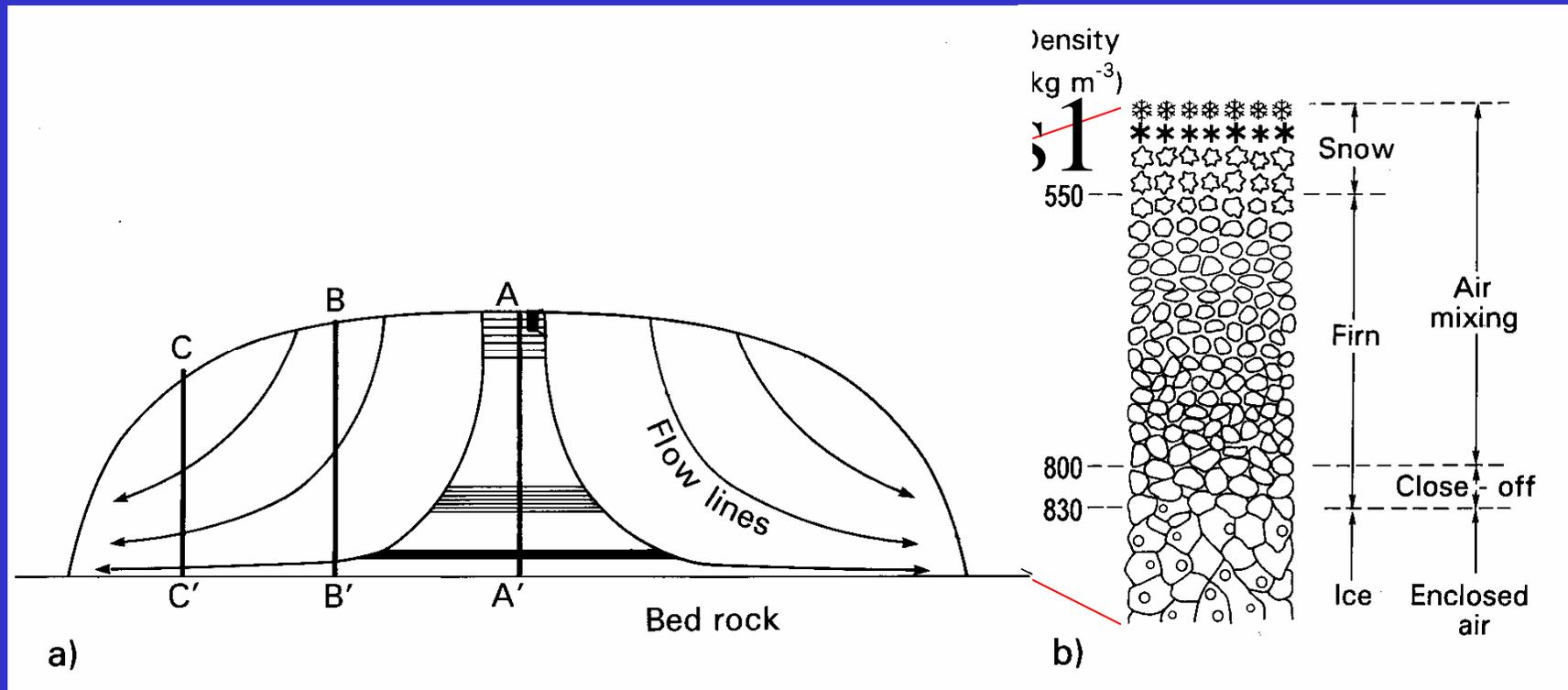
R_0 Valore medio oceanico

$$\delta = 10^3 \frac{(R - R_0)}{R_0}$$

$$\delta^{18}\text{O} = -0.67T - 13.7 \quad (\text{Joachim, 1989})$$



LANGWAY 1967
DANS GAFFER 1973



b) The transformation of snow into firn and glacier ice, with increase in density and reduction of open voids. At the transition between firn and ice, pores are sealed and air entrapped. The depth and age of the “close off” depend on the temperature and the accumulation rate.

(Modified after Bradley, 1992 and after Legrand et al., 1995)

