



# **Cambiamenti climatici e viticoltura**

di Luigi Mariani - Lombard Museum of Agricultural History



# Valore strategico di una prospettiva storica sui c.c.

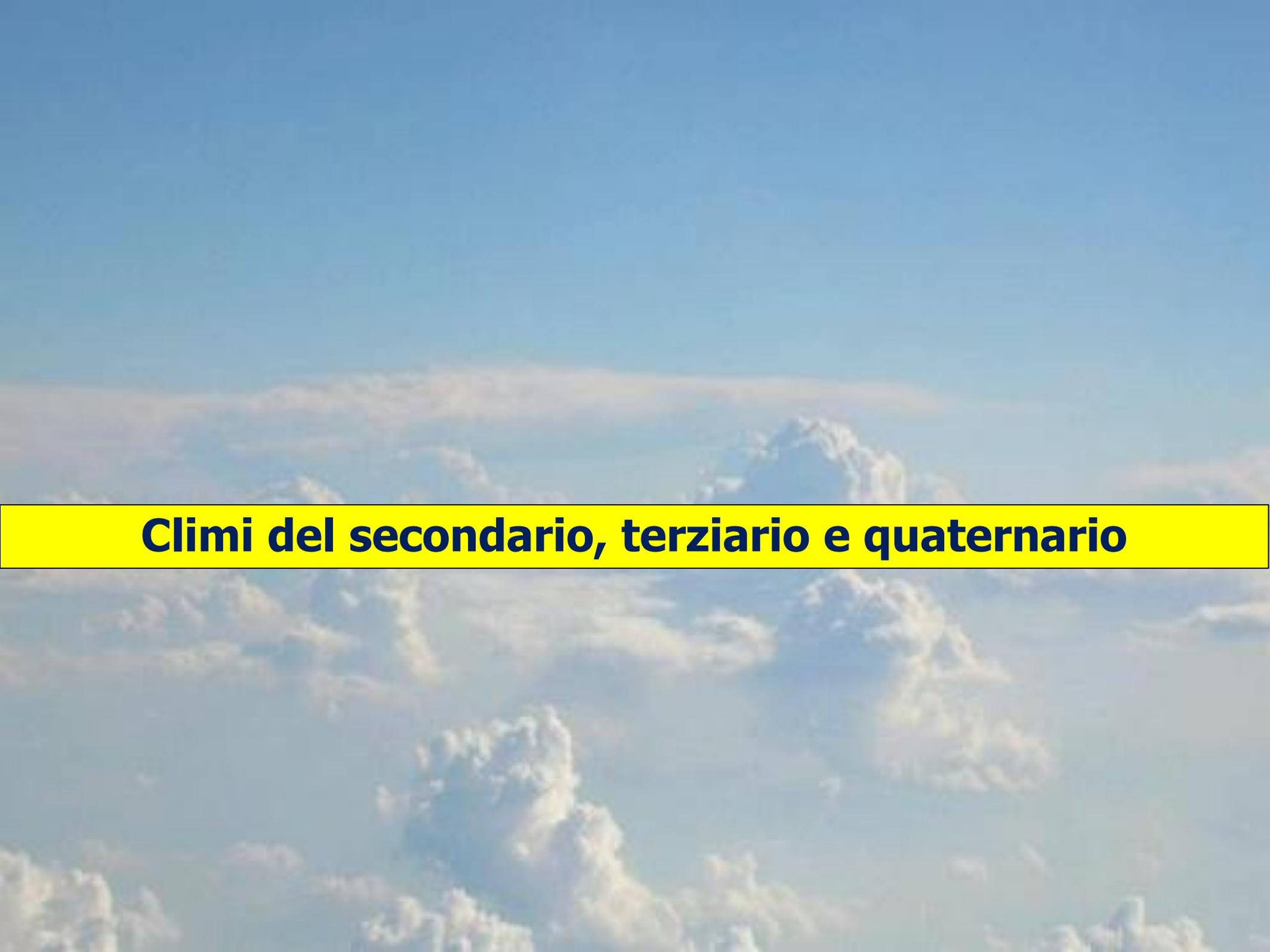
Passato utile per interpretare il presente e progettare il futuro (G.B. Vico) -> ciò è particolarmente per una coltura con un passato d'eccezione : *Vitis vinifera* ha 130-200 milioni di anni e la viticoltura ne ha 6-8000)

“La civiltà può essere letta come l'insieme degli strumenti messi a punto dall'uomo per combattere la dittatura del clima” (Emmanuel Leroy Ladurie). -> “Combattere” = strategie di adattamento

Esempio da Leroy Ladurie: carestia del 1740 vs. quelle del 1594/97 e del 1693/95 -> sistema delle scorte.

## **Strategie di adattamento in viticoltura:**

- genetica (nuove varietà)
- agrotecniche (sistemi di allevamento, sistemazione dei suoli, inerbimento, gestione irrigua, ecc.)
- tecniche enologiche (es: tecnica Champenoise figlia del cambiamento climatico).

An aerial photograph showing a vast, flat landscape, likely a coastal plain or a large field, with scattered white clouds. The sky is a clear, pale blue. The clouds are mostly concentrated in the lower half of the image, with a few larger, more distinct ones in the foreground. The overall scene is bright and clear.

## **Climi del secondario, terziario e quaternario**

# Clima del secondario, terziario e quaternario

Comparsa di *Vitis vinifera*: fra 130 e 200 milioni di anni orsono

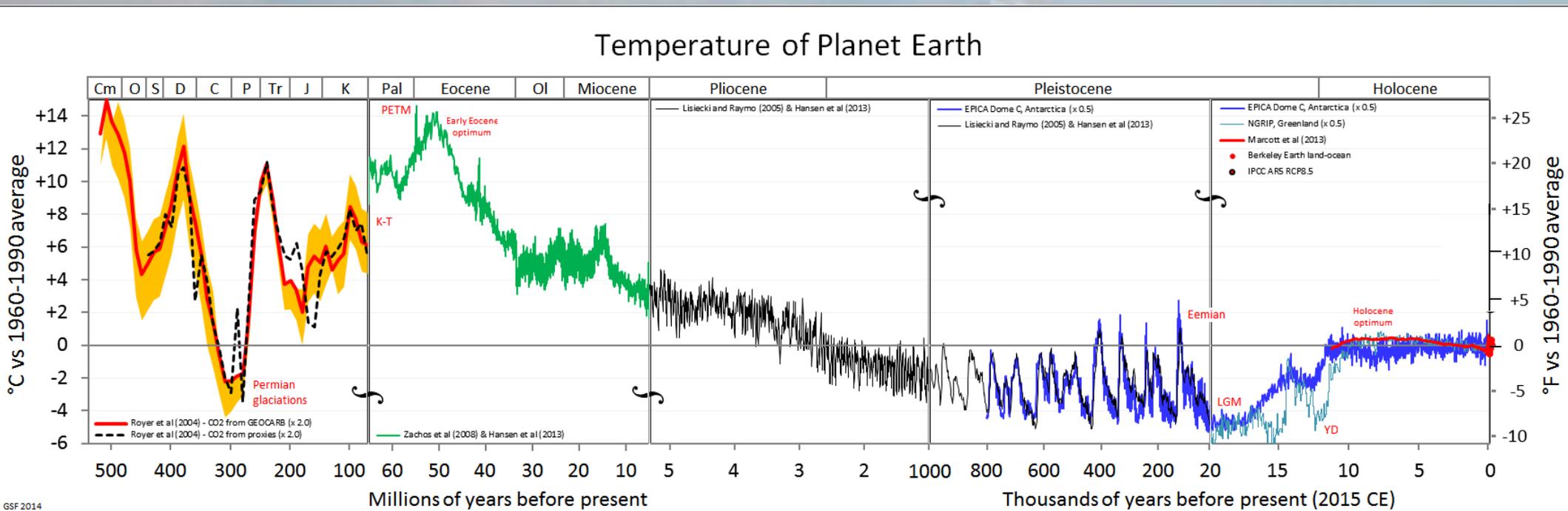
Secondario (mesozoico): 220-65 milioni di anni BP

Terziario (cenozoico): 65-2.5 milioni di anni BP

Quaternario (pleistocene): 2.5 milioni – 10mila anni BP

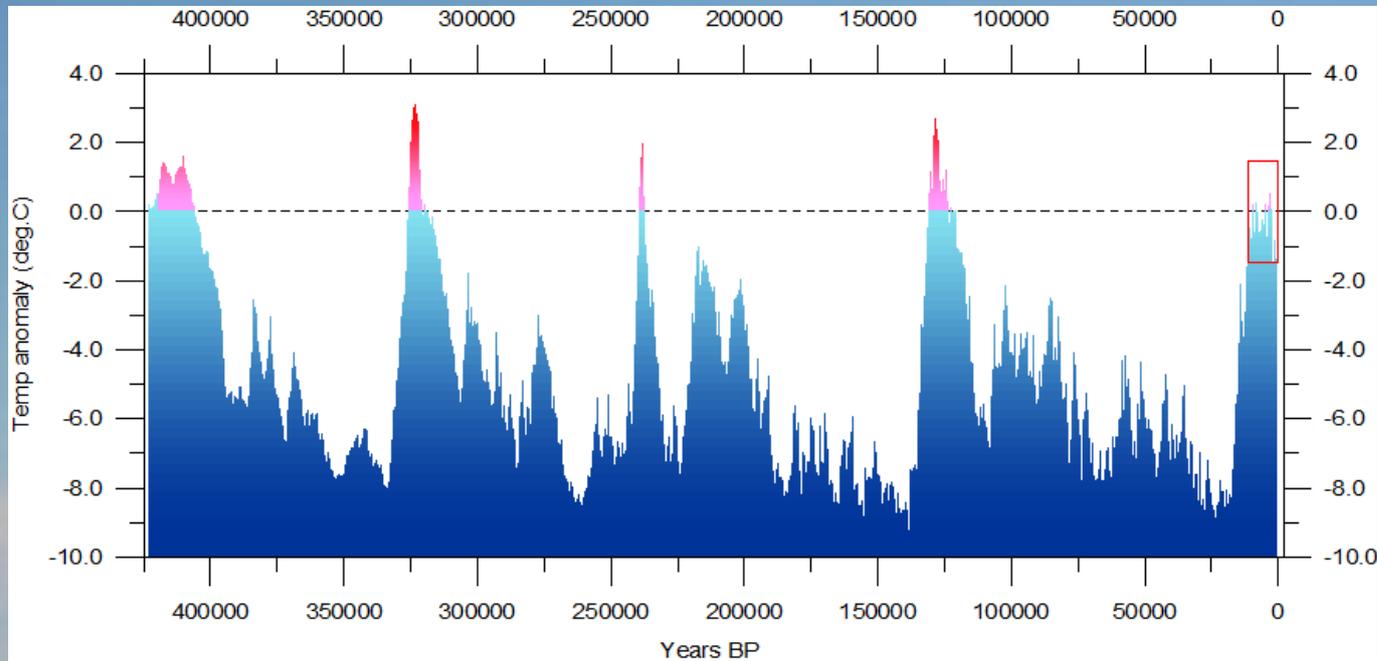
Olocene (fase attuale): ultimi 10mila anni.

Un diagramma geniale....



# IL QUATERNARIO

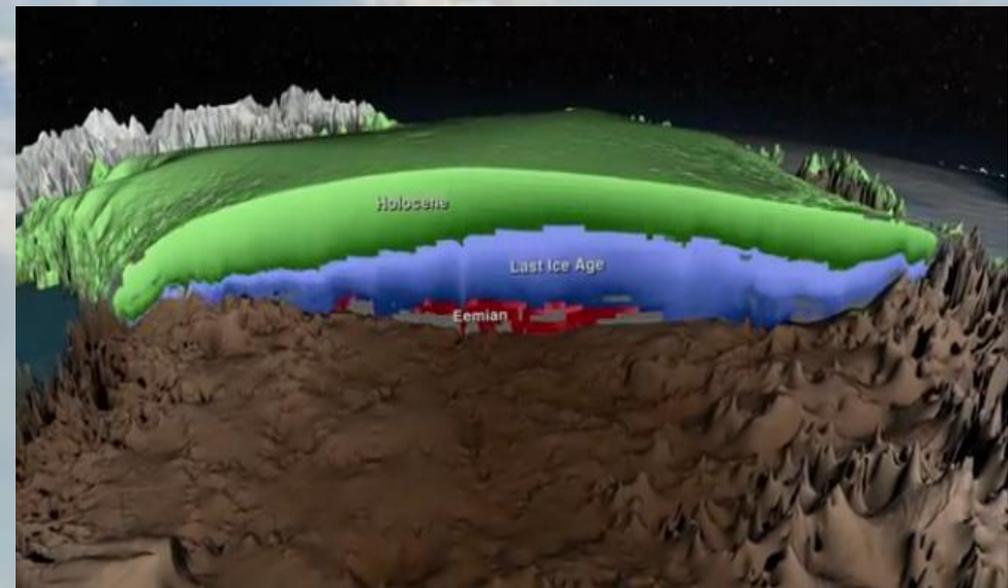
## Gli ultimi 4 interglaciali: nettamente più caldi di quello attuale



Petit et al., 1999, Climate and Atmospheric History of the Past 420,000 years from the Vostok Ice Core, Antarctica, Nature, 399, pp.429-436



Antonioli F., e Silenzi S., (2007). Variazioni relative del livello del mare e vulnerabilità delle pianure costiere italiane. Quaderni della Società Geologica Italiana, 2, 29 pp. (



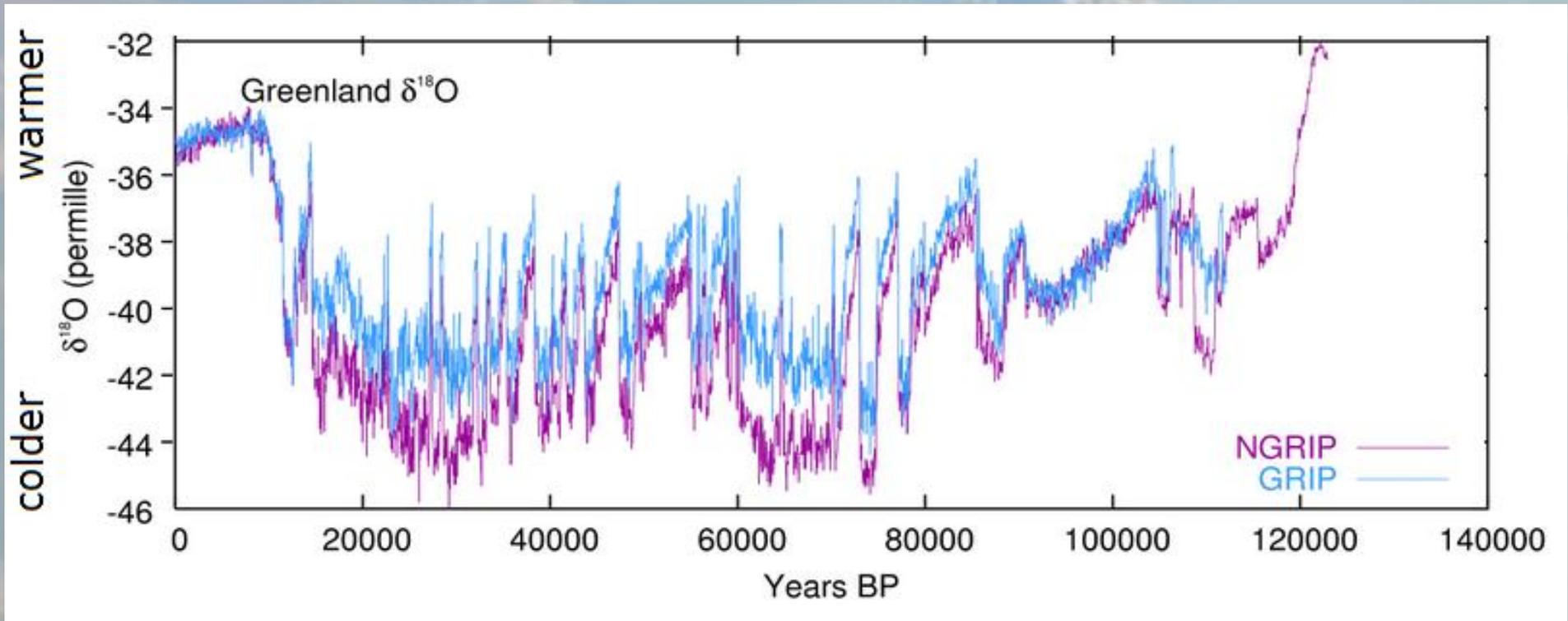
McGregor et al 2015 Radiostratigraphy and age structure of the Greenland Ice Sheet, Journal of geophysical research, Earth surface, Volume 120, Issue 2, pages 212–241, February 2015

# Glaciazioni quaternarie come periodi di grande variabilità

Durante la glaciazione di Wurm si sono registrati 25 eventi di riscaldamento improvviso (eventi di Dansgaard–Oeschger D-O) seguiti da bruschi raffreddamenti (eventi di Heinrich).

La causa di tali fluttuazioni è tuttora ignota.

Proxies termici dalle Carote glaciali groenlandesi (glaciazione di Wurm)



# Climi del quaternario – perché ci interessano

Perché sono gli unici periodi freddi nella storia della *Vitis vinifera* (reliitto delle fasi molto calde del mesozoico e del terziario) -> grande impatto a livello evolutivo (plasticità).

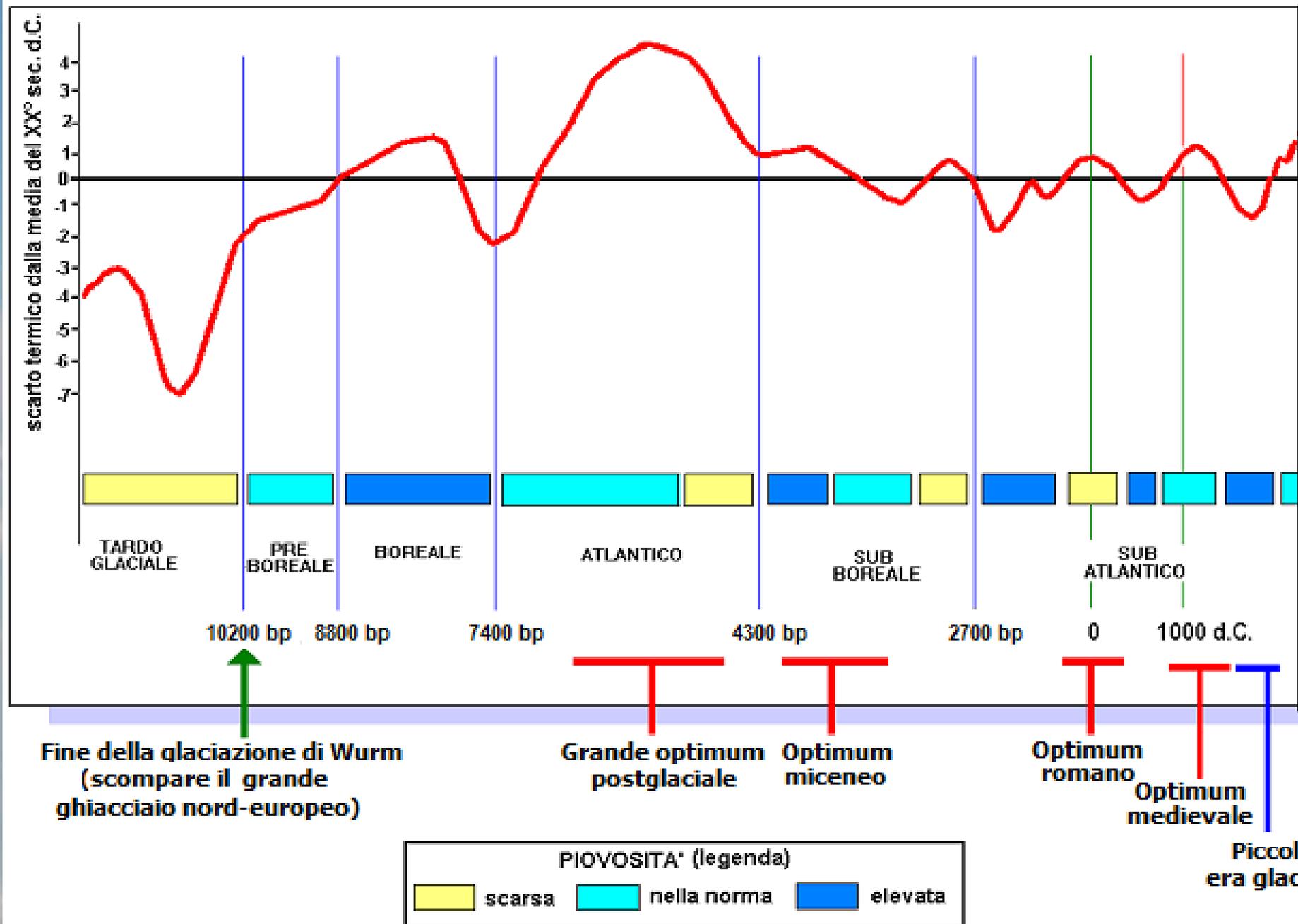
## Aspetti rilevanti:

- aree rifugio nelle fasi glaciali (es: sud delle Alpi, dei Pirenei e del Caucaso)
- Espansione verso Nord e confronto con climi molto più caldi di quelli attuali negli interglaciali

An aerial photograph showing a wide, flat landscape, likely a coastal plain or a large field, with numerous white, fluffy clouds scattered across the terrain. The sky is a clear, pale blue. A yellow rectangular box is superimposed horizontally across the middle of the image, containing the text 'Climi dell'olocene' in bold black font.

## **Climi dell'olocene**

# Diagramma termo-pluviometrico dell'Olocene in Europa



# Il grande optimum postglaciale – perché ci interessa

Coincide con l'epoca di domesticazione delle vite nell'areale sub-caucasico (fra Caucaso e Zagros)

Mare è mare più alto di oggi di 1-2 m (Stategger et al, 2013; Lewis et al 2013);

Ghiacciai alpini quasi del tutto scomparsi (Hormes et al, 2001; Goering et al, 2011)

(1) Wick L., Lemcke G., Sturm M., 2003. Evidence of Lateglacial and Holocene climatic change and human impact in eastern Anatolia: high-resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van, Turkey *The Holocene* July 1, 2003 13: 665-675

(2) Stattegger K., Tjallingii R., Saito Y., Michelli M., Thanh N.T., Wetzel A., 2013. Mid to late Holocene sea-level reconstruction of Southeast Vietnam using beachrock and beach-ridge deposits, *Global and planetary change*, vol 110 B, nov. 213, 214-222.

(3) Lewis, S. E., Sloss, C. R., Murray-Wallace, C. V., Woodroffe, C. D. & Smithers, S. G. (2013). Post-glacial sea-level changes round the Australian margin: a review. *Quaternary Science Reviews*, 74 115-138.

(4) Hormes A., Müller B.U., Schlüchter C., 2001. The Alps with little ice - evidence for eight Holocene phases of reduced glacier extent in the Central Swiss Alps, *The Holocene* 11,3, 255–265.

(5) Goehring B.M., Schaefer J.M., Schluechter C., Lifton N.A., Finkel R.C., Timothy Jull A.J., Akçar N., Alley R.B., 2011. The Rhone Glacier was smaller than today for most of the Holocene, *Geology*, July 2011; v. 39; no. 7, 679–682.

# Il primo vino - Cosa ci dice la bibliografia più recente

Region	Period (years before present)												
	8000-7500	7500-7000	7000-6500	6500-6000	6000-5500	5500-5000	5000-4500	4500-4000	4000-3500	3500-3000	3000-2500	2500-2000	2000-1500
Georgia – <u>Shulaveri Gora</u> (2)	X												
Iran (Zagros mountains) (3)		X											
Northern Greece (1)				X									
Caucasian area (4)					X								
Armenia (5)					X								
North Mesopotamia						X							
East-South Circum-Mediterranean (6)						X							
North Circum-Pontus (7)							X						
South Balkans								X					
South-Caucasus east (Azerbaijan)									X				
South Italy and Sardinia (8)											X		
Central Italy											X		
South France (9)											X		
North Italy												X	
Iberian peninsula												X	
Central Europe (10)													X
Atlantic Europe													X
North-Caucasus													X
Trans-Caspian area													X

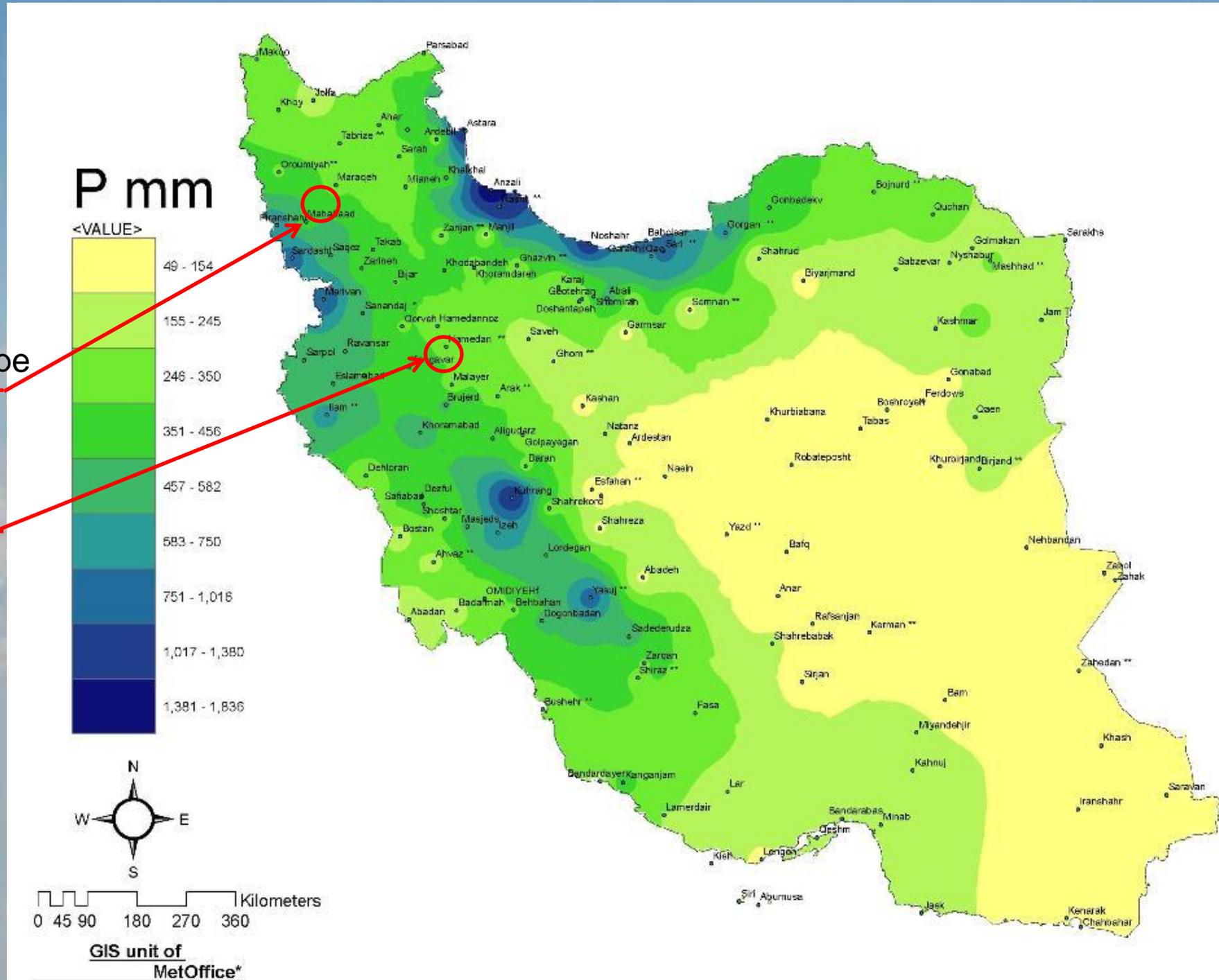
Mariani, 2015 (unpublished data)



# Iran – precipitazione media annua – valori odierni

Hajji Firuz Tepe

Godin tepe



# Perché la zona iraniana di origine del vino è oggi ostile alla vite? Evidenze paleoclimatiche

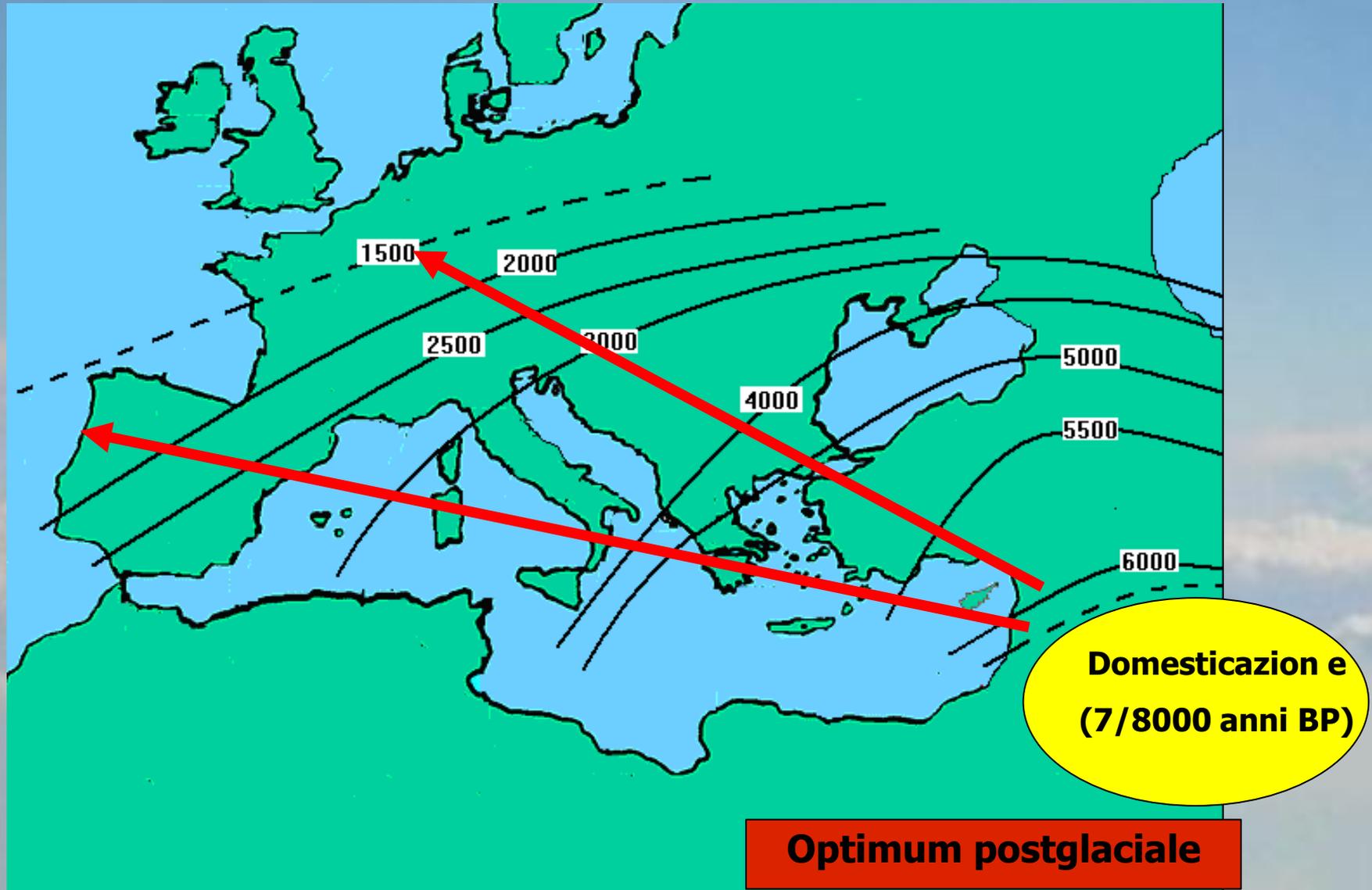
Le indagini effettuate sui sedimenti del lago di Van (Turchia orientale) mostrano sei fasi climatiche principali (1):

1. Dryas recente (circa 11.500 BP) -> molto secca
2. 11000-8200 BP -> arido
3. 8200-6200 BP -> graduale aumento delle precipitazioni
4. 6000-4000 BP -> optimum termo-pluvometrico
5. 4000 BP -> transizione rapida alle condizioni aride esistenti.
6. 3800 BP -> inizio dell'impatto umano nella zona del lago.

(1) source: Wick L., Lemcke G., Sturm M., 2003. Evidence of Lateglacial and Holocene climatic change and human impact in eastern Anatolia: high-resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van, Turkey *The Holocene* July 1, 2003 13: 665-675

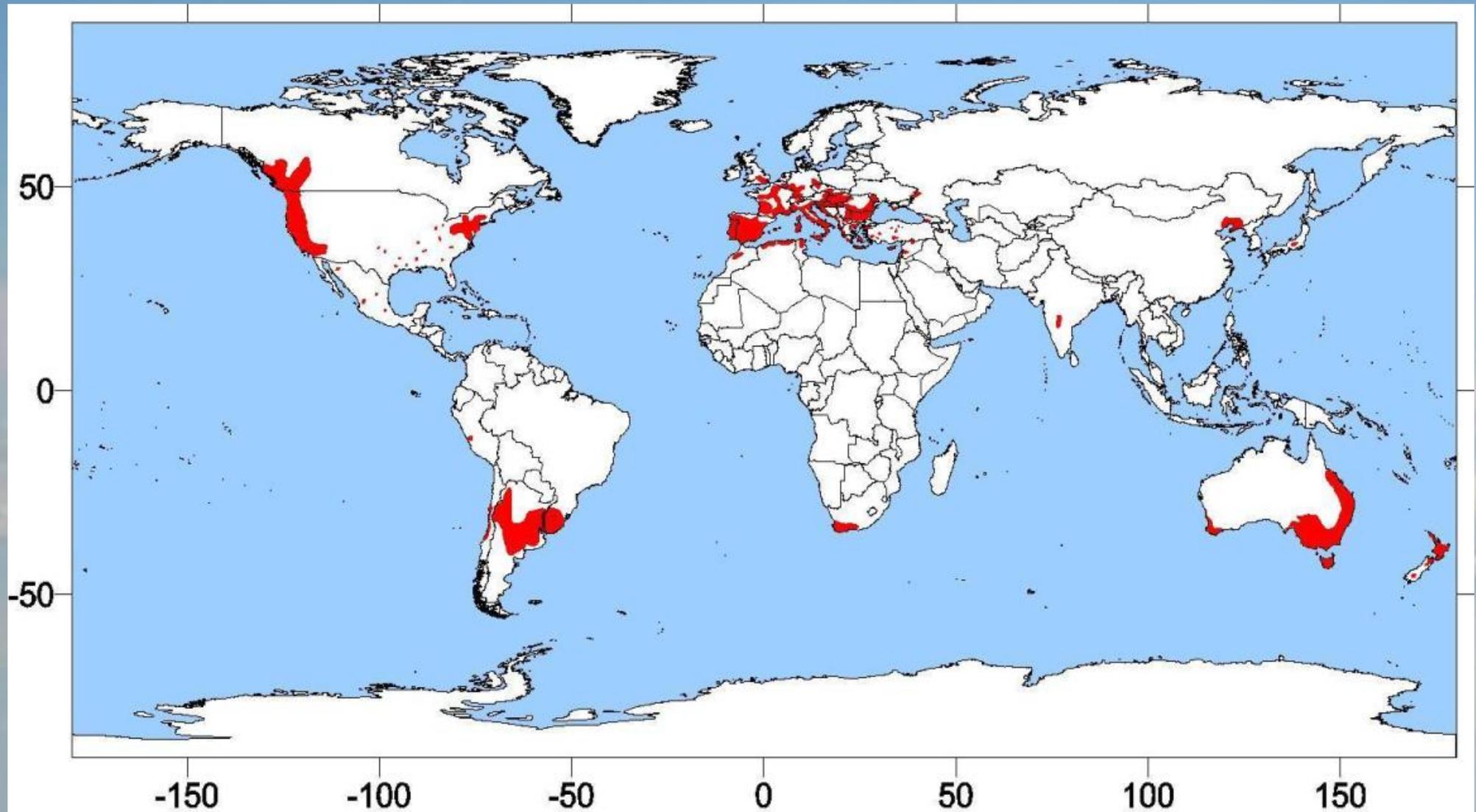
# Traiettoria di espansione della viticoltura

(date = anni da oggi - BP)



Da una carta del prof. Gaetano Forni

# Conquista dell'Europa come primo passo verso l'areale attuale



# Deduzioni

1. tra 6000 e 2000 anni fa, il centro di gravità della viticoltura migra dalla zona sub-caucasica verso Europa e Nord Africa
2. Tra le concause di tali movimenti vi è certamente il clima.
3. Da allora la vite inizia a confrontarsi con la variabilità del clima europeo e ad incrociarsi con genotipi selvatici pre-esistenti -> viene valorizzata la grande plasticità propria di tale coltura.

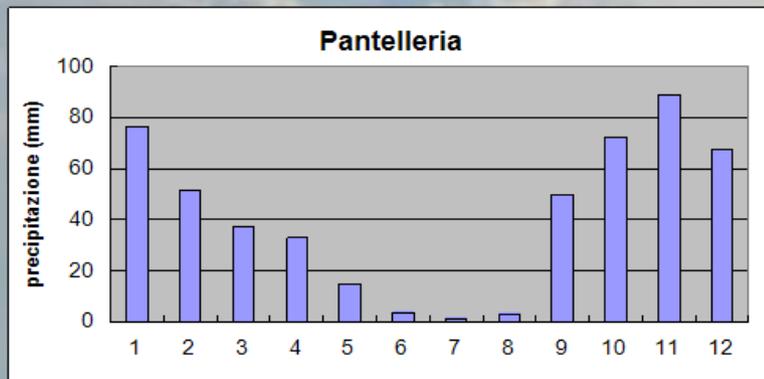
# Esempi di ambienti molto vocati per la viticoltura

## OCEANICO (KOEPPEN Csa)

Verzenay–Champagne Pantelleria (36.45°N)  
yearly data: TD=17.9°C; RR=501 mm; NGP=59



(foto Massimo Brambilla)



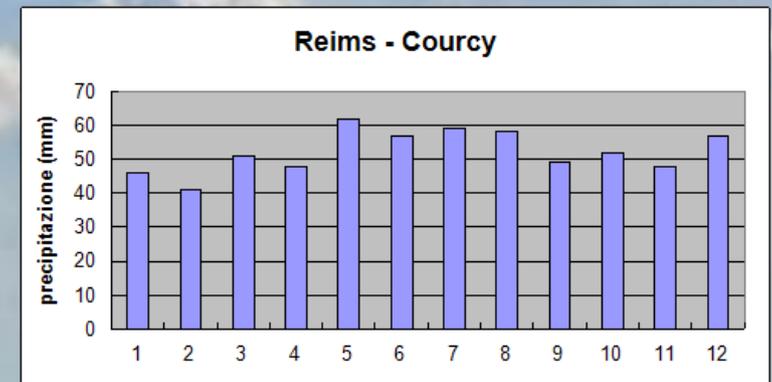
source: Serv. Meteorologico Aeronautica  
Militare  
Atlante climatico 1971-2000  
(<http://clima.meteoam.it/downloads.php>)

## MEDITERRANEO (KOEPPEN Cfb)

Verzenay–Champagne (49.10°N)  
yearly data: Td=10°C; Rr=628 mm; Rd=114



(fonte. Wikipedia)



source: Météofrance  
([http://climat.meteofrance.com/chgt\\_clima\\_t2/climat\\_france?89461.path=climatstationn%252F51183001](http://climat.meteofrance.com/chgt_clima_t2/climat_france?89461.path=climatstationn%252F51183001))



**I climi dell'optimum medioevale e  
della piccola era glaciale**

# Fase calda medioevale (MWP)



The month of september -  
Benedetto Antelami (1200  
circa), Cycle of the months in  
the baptistery of Parma

Adattamento alla fase calda:

- Vite coltivata in Valle d'Aosta fino a 1350 m di quota ove oggi raggiunge gli 850 m;

L'olivo da olio raggiunge l'areale alpino (Valle d'Aosta, Valcamonica) e la pianura padana.

Crescenti U, Mariani L (2010). È mutato il clima delle Alpi in epoca storica? L'eredità scientifica di Umberto Monterin. GEOITALIA, vol. 1, p. 22-27, ISSN: 1724-4285

## Piccola era glaciale (PEG)

Adattamento alla fase più fredda e piovosa:

- Vigneti terrazzati sulle Alpi (Valtellina, Vallese, Val d'Aosta, ecc.).
- Vinificazione in bianco di varietà a bacca rossa che non raggiungono la maturità (tecnica Champenoise)
- Interramento invernale della vite

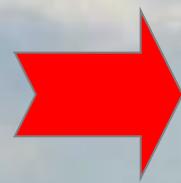


Occorre tuttavia superare i miti della PEG nel senso che non fu un periodo di freddo continuo → E. Leroy Ladurie 2004 "Canicules and glaciers", Fayard. Esempi del 1740 e del 1816

# L'interramento invernale della vite



Interramento invernale della vite in Armenia - Foto di Osvaldo Failla (2011)



Nel Nord Italia (Oltrepò pavese) tale tecnica fu abbandonata solo alla fine del XIX secolo.

# Cronache della Piccola Era Glaciale

**TOSCANA (1765):** fra le ore 2 e 4 della mattina del 14 aprile 1765 in pochi momenti il gelo bruciò nelle pianure della Toscana gli occhi delle viti, dei peschi dei fichi e dei noci...”, .... " da molti anni in qua abbiamo perso la bussola e non si riconoscono più le stagioni...abbiamo avuta la primavera nell'inverno, l'inverno nella primavera, la primavera nell'estate e l'estate è iniziata a mezzo settembre". Insomma "l'ordine antico delle stagioni pare che vada pervertendosi, e qui in Italia è voce comune, che i mezzi tempi non sono più.

Giovanni Targioni Tozzetti, 1767. Cronica meteorologica della Toscana per il tratto degli ultimi sei Secoli relativa principalmente all'Agricoltura (Alimurgia, pt. III).

**MEAUX - Francia (1788):** Quest'anno non c'è stato inverno, la primavera non è stata favorevole alle colture, ha fatto freddo, la segale non è stata buona, il grano è stato abbastanza buono ma il caldo eccessivo ha disseccato i chicchi, cosicché il raccolto di grano era molto scarso....; il 13 luglio c'è stata un'ondata di grandine che, cominciata dall'altra parte di Parigi, ha attraversato tutta la Francia fino alla Picardia e ha fatto grossi danni; la grandine pesava 8 libbre e ha falciato grano e alberi al suo passaggio; si estendeva su una fascia larga due leghe e lunga 50.....; invece la vendemmia è stata buonissima e i vini eccellenti. L'uva è stata raccolta a fine settembre; il vino valeva 25 lire dopo la vendemmia e il grano 24 lire dopo il raccolto.

Dal diario di un viticoltore dei dintorni di Meaux (fonte: Emmanuel Le Roy Ladurie, 2011. *Les Fluctuations du climat de l'an mil à aujourd'hui*, avec Daniel Rousseau et Anouchka Vasak, Fayard, 332 pages).

**TIRANO - "1816 - il 30 ottobre:** ...Il raccolto dell'uva che si è fatto in questi giorni in generale fu scarso ma il peggio è che nei luoghi più caldi e nelle migliori situazioni non si è rinvenuto un grappolo maturo. La costiera di sopra S. Gervaso non presentò che uve, se non in uno stato, quale solitamente si osserva nel mese di Agosto, cioè senza avere ombra di tintura. Il vino dell'anno scorso si paga l. 214 alla soma...". D. Zoia, *Vite e vino in Valtellina e Valchiavenna - La risorsa di una valle alpina*, Sondrio, 2004.

# Gli ultimi 650 anni

## Date di vendemmia del Pinot nero a Beaune (1371 – 2009)

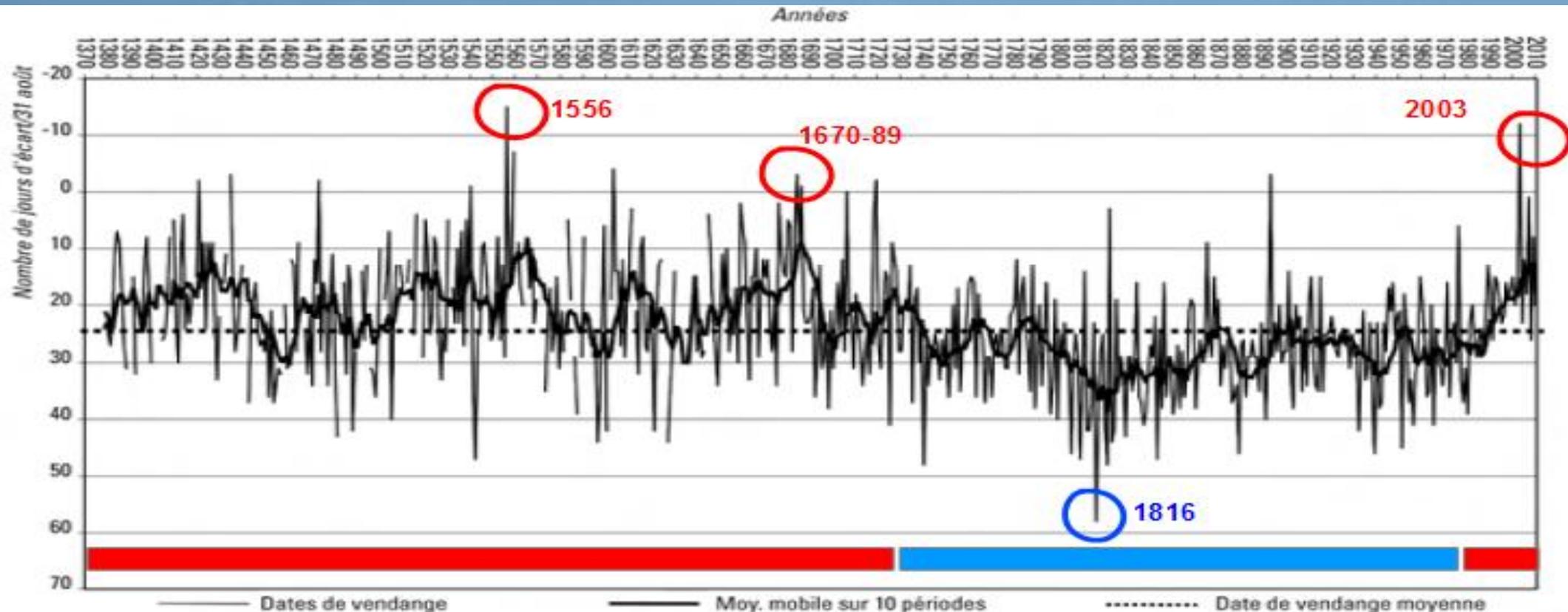


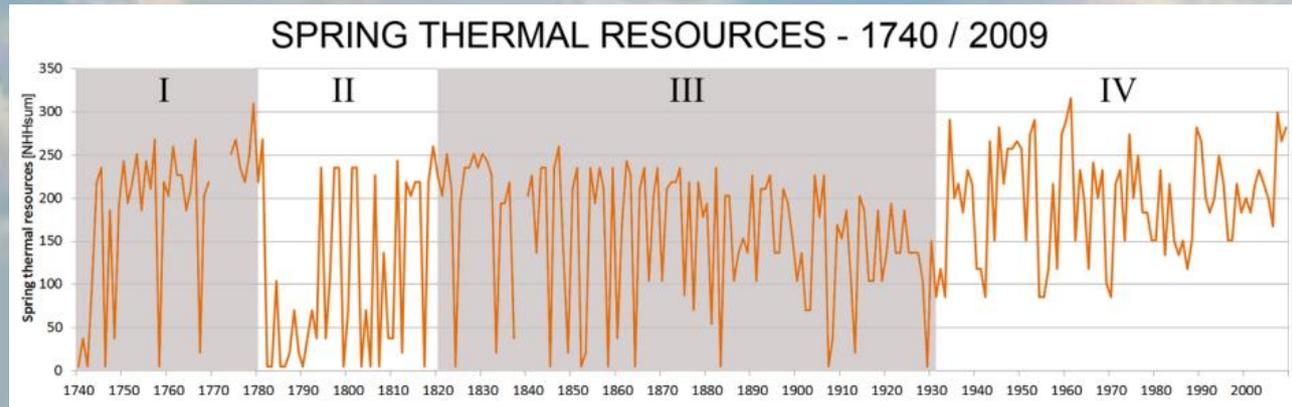
Fig. 8 : *Dates d'ouverture des vendanges à Beaune (1371-2010)*

**In ordinata:** giorni dal 31 agosto (=0)

**Commento generale:** forte variabilità interannuale; cicli multidecadali. Data media di vendemmia: (linea tratteggiata): 23 Settembre; vendemmia più tardiva: 1816 (28 Ottobre); vendemmia più precoce: 1556 (16 Agosto)

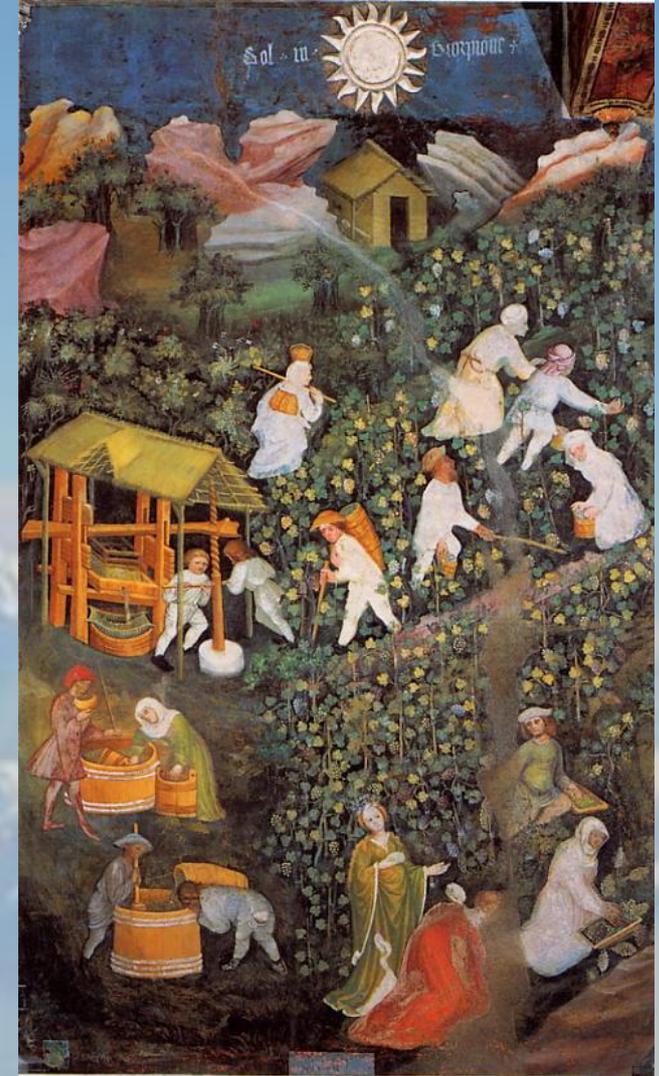
[fonte Labbé T., Gaveau F., 2013. *Les dates de vendange à Beaune (1371-2010). Analyse et données d'une nouvelle série vendémiologique*, *Revue historique*, n° 666, 2013/2, p. 333-367].

# I germogli di Kőszeg



Parisi SG, Antoniazzi MM, Cola G., Lovat L., Mariani L., Morreale G., Zoltan K., Calò A., 2014. Spring thermal resources for grapevine in Kőszeg (Hungary) deduced from a very long pictorial time series (1740 – 2009) Climatic Change DOI 10.1007/s10584-014-1220-2

# Precocità della vite - Conferme iconografiche



**Il mese di settembre**  
Benedetto Antelami –  
battistero di Parma, ciclo  
dei mesi

**Il mese di settembre**  
Ciclo dei mesi – cattedrale  
di S.Martino in Lucca

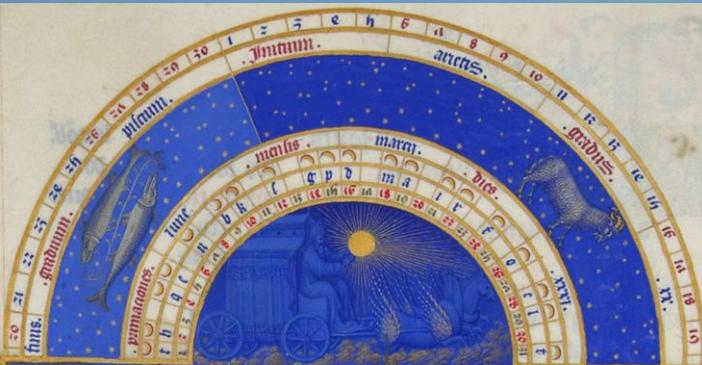
[http://www.biblioarti.beniculturali.it/opencms/multimedia/BollettinoArtelt/documents/1415625921263\\_04\\_-\\_Stefano\\_Bottari\\_p.\\_560.pdf](http://www.biblioarti.beniculturali.it/opencms/multimedia/BollettinoArtelt/documents/1415625921263_04_-_Stefano_Bottari_p._560.pdf)

**Il mese di ottobre**  
Ciclo dei mesi – cattedrale  
di S.Martino in Lucca

[http://www.biblioarti.beniculturali.it/opencms/multimedia/BollettinoArtelt/documents/1415625921263\\_04\\_-\\_Stefano\\_Bottari\\_p.\\_560.pdf](http://www.biblioarti.beniculturali.it/opencms/multimedia/BollettinoArtelt/documents/1415625921263_04_-_Stefano_Bottari_p._560.pdf)

# Precocità dela vite - Conferme iconografiche

Marzo



**sfondi:** castello di Lusignan  
(Poitou)

Settembre



Castello di Saumur  
(Anjou)

Octobre

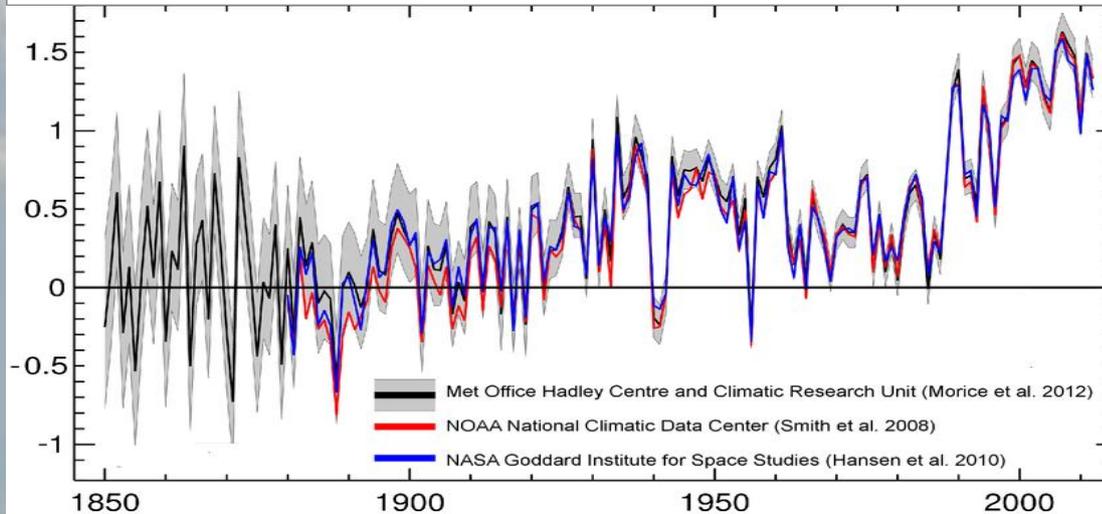
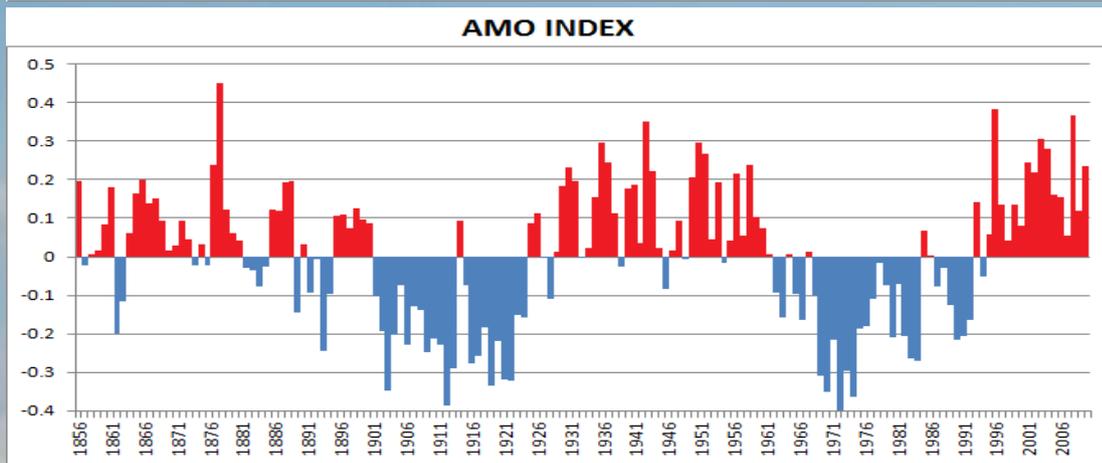
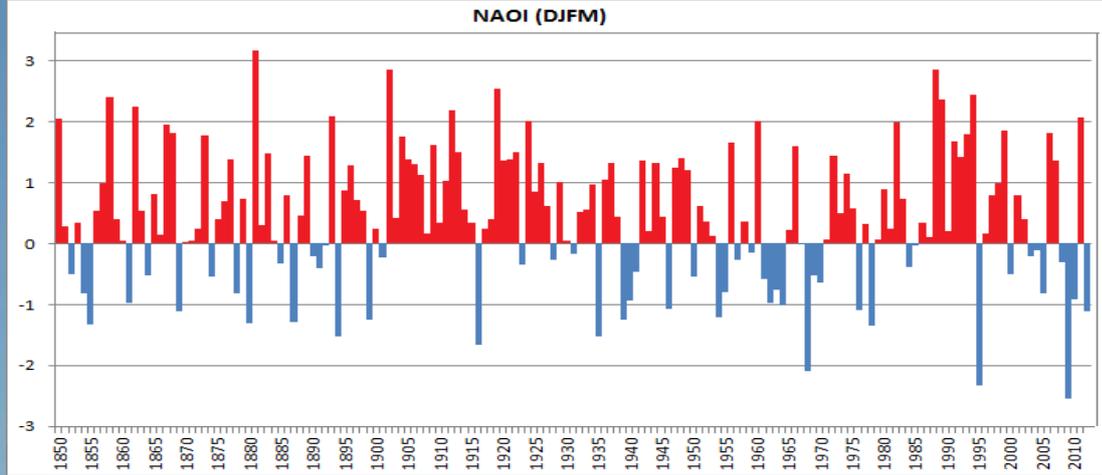


Palazzo del Louvre  
(Parigi)



**La fase calda attuale (ultimi 150 anni)**

Europe temperature and atmospheric/oceanic determinants



Caldo Max 1880      Freddo Min 1910      Caldo Max 1940      Freddo Min 1970      Caldo Max 2000

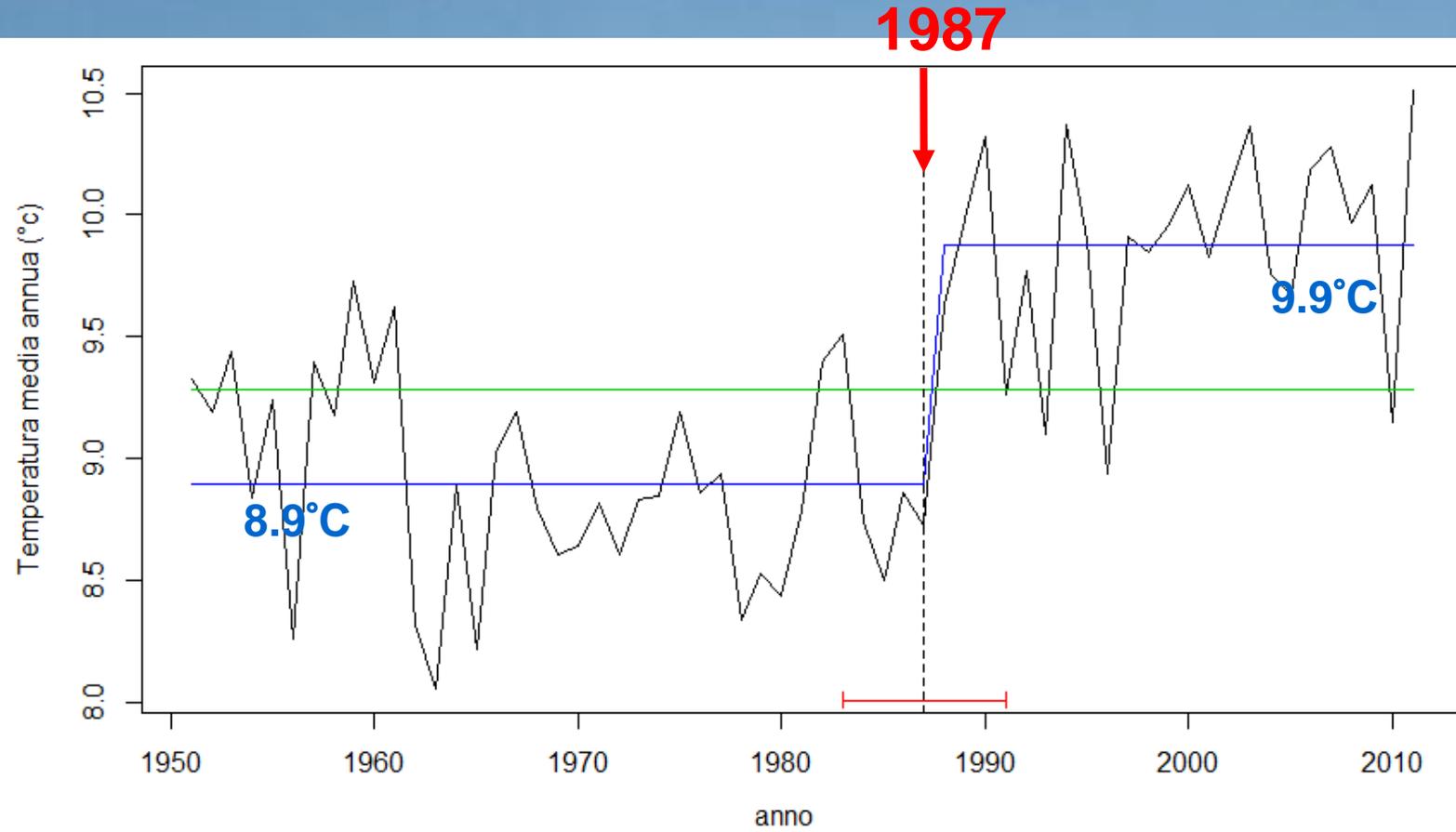
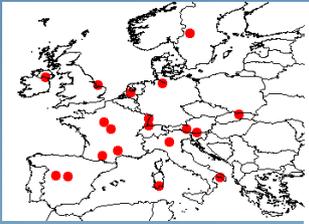
NAOI - source CRU  
East Anglia University

AMO - source NOAA

EUROPE land - yearly mean temperature (°C relative to pre-industrial)

<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/european-annual-average-temperature-deviations-1850-2008-relative-to-the-1850-1899-average-in-oc-the-lines-refer-to-10-year-moving-average-the-bars-to-the-annual-land-only-european-average-4>

# Mean yearly temperatures in Europe from 1951 to 2011 (average of 20 stations)

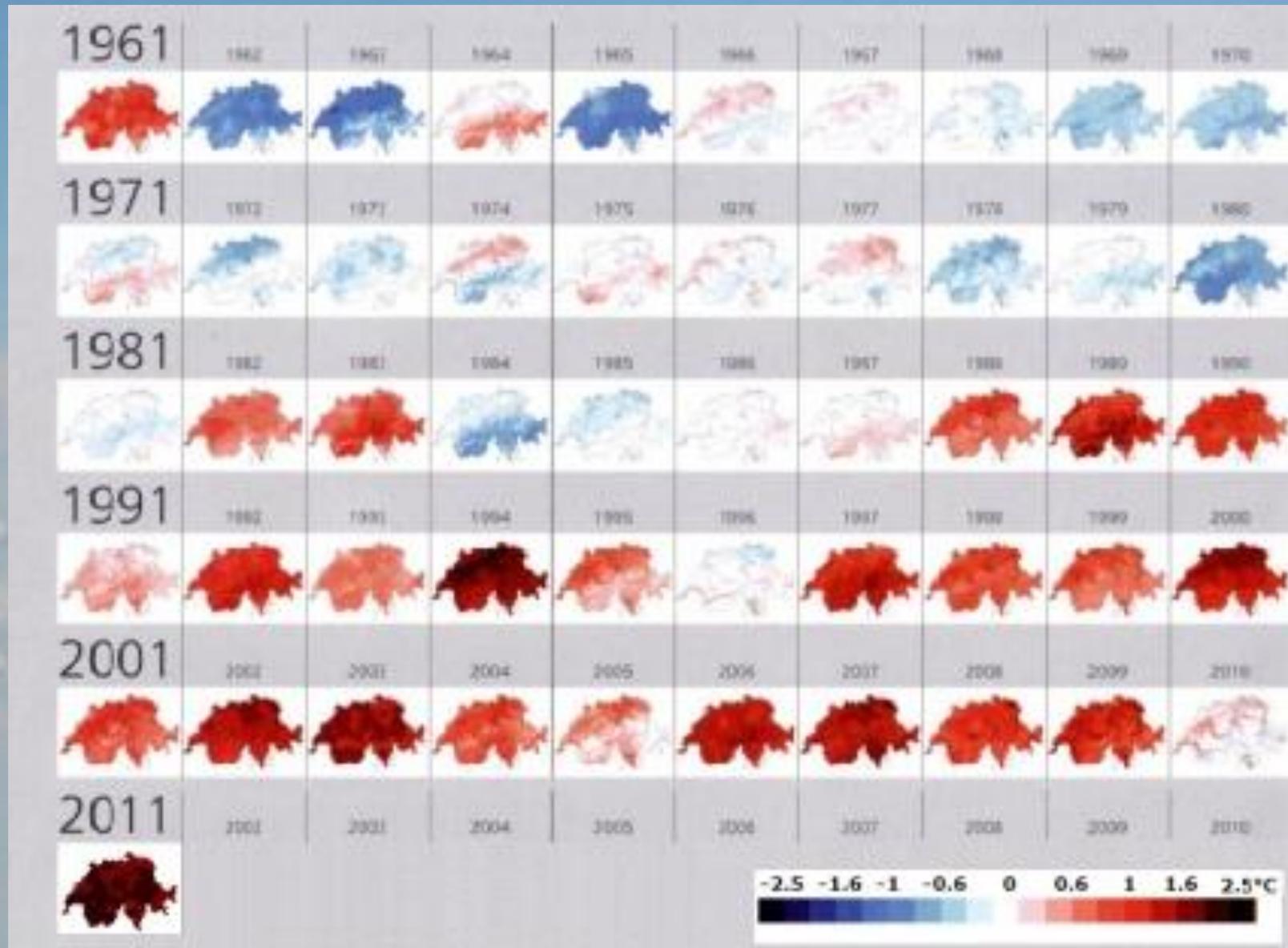


Statistical analysis (analysis of discontinuity performed through the statistical test of Bai and Perron) indicates that a significant 99% thermal discontinuity occurs between 1983 to 1999 (red horizontal line), and that the most probable year of this discontinuity is 1987 (vertical dashed line). As a result of this discontinuity, technically classified as "abrupt climate change", the average temperature for the 20 European stations under consideration (horizontal blue line) changes abruptly from 8.9 °C in the previous period to 9.9 °C for the period after 1987.

L. MARIANI, S.G. PARISI, G. COLA, O. FAILLA (2012). Climate change in Europe and effects on thermal resources for crops. INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOMETEOROLOGY, ISSN: 0020-7128, doi: 10.1007/s00484-012-0528-8

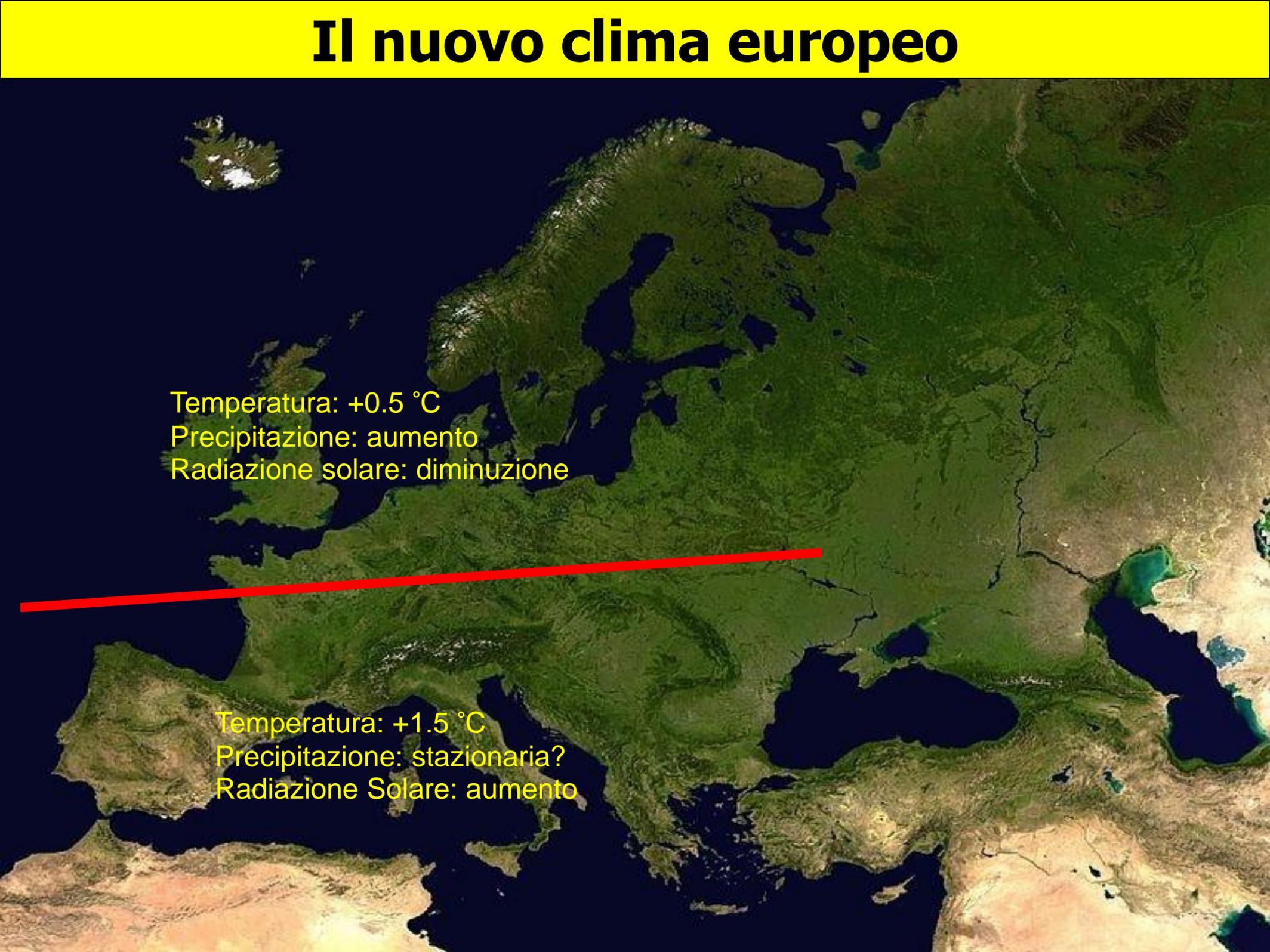
# Il cambiamento climatico europeo del 1987

Meteosvizzera – Temperature medie annue dal 1961 al 2011



Il colore rosso (anni caldi) interessa solo il 10% degli anni nel 1961-1987 period. La percentuale sale 90% nel periodo 1988-2011

# Il nuovo clima europeo

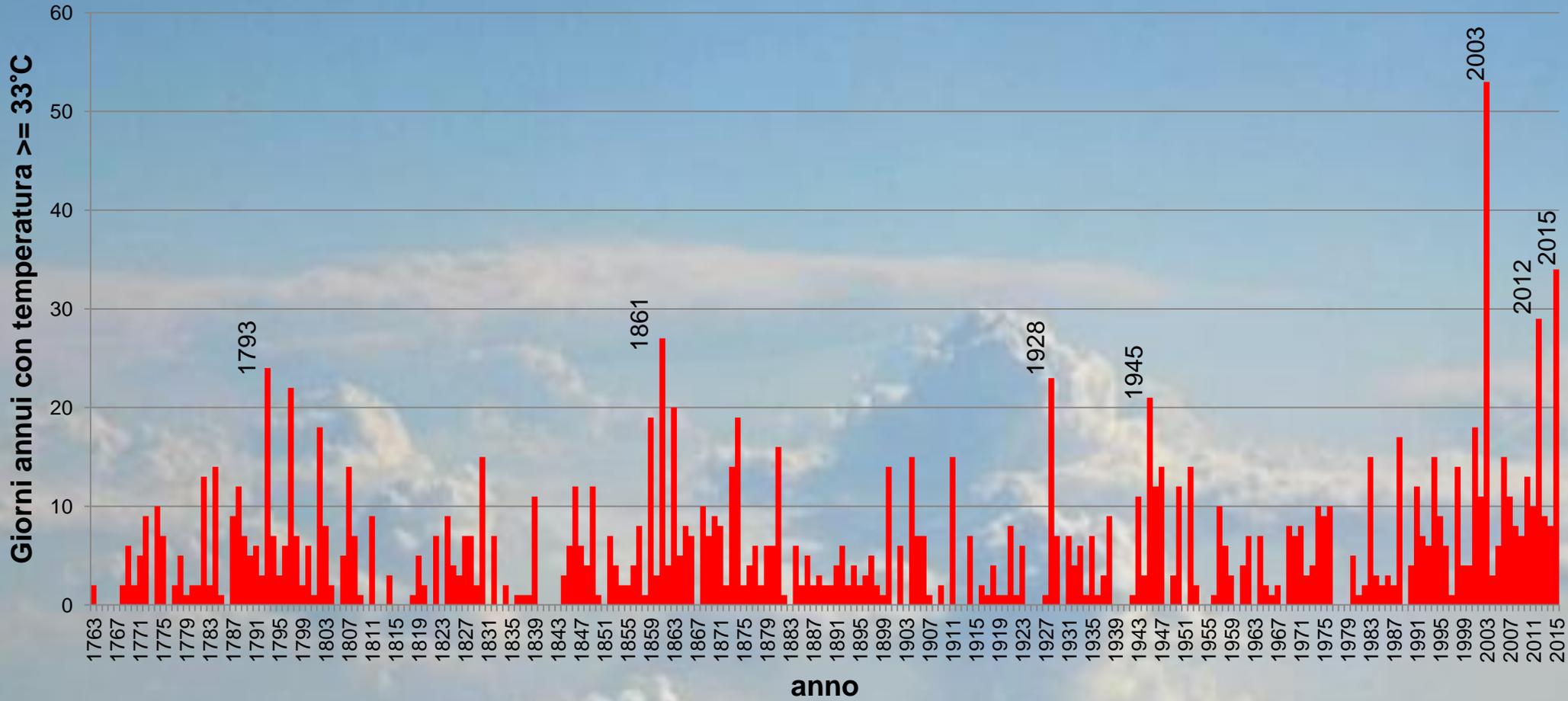


Temperatura: +0.5 °C  
Precipitazione: aumento  
Radiazione solare: diminuzione

A satellite-style map of Europe and the Mediterranean region. A thick red line runs diagonally across the map, separating the northern and southern climate zones. The northern part of the map is predominantly green, while the southern part shows more brown and tan terrain, indicating a transition to a more arid climate.

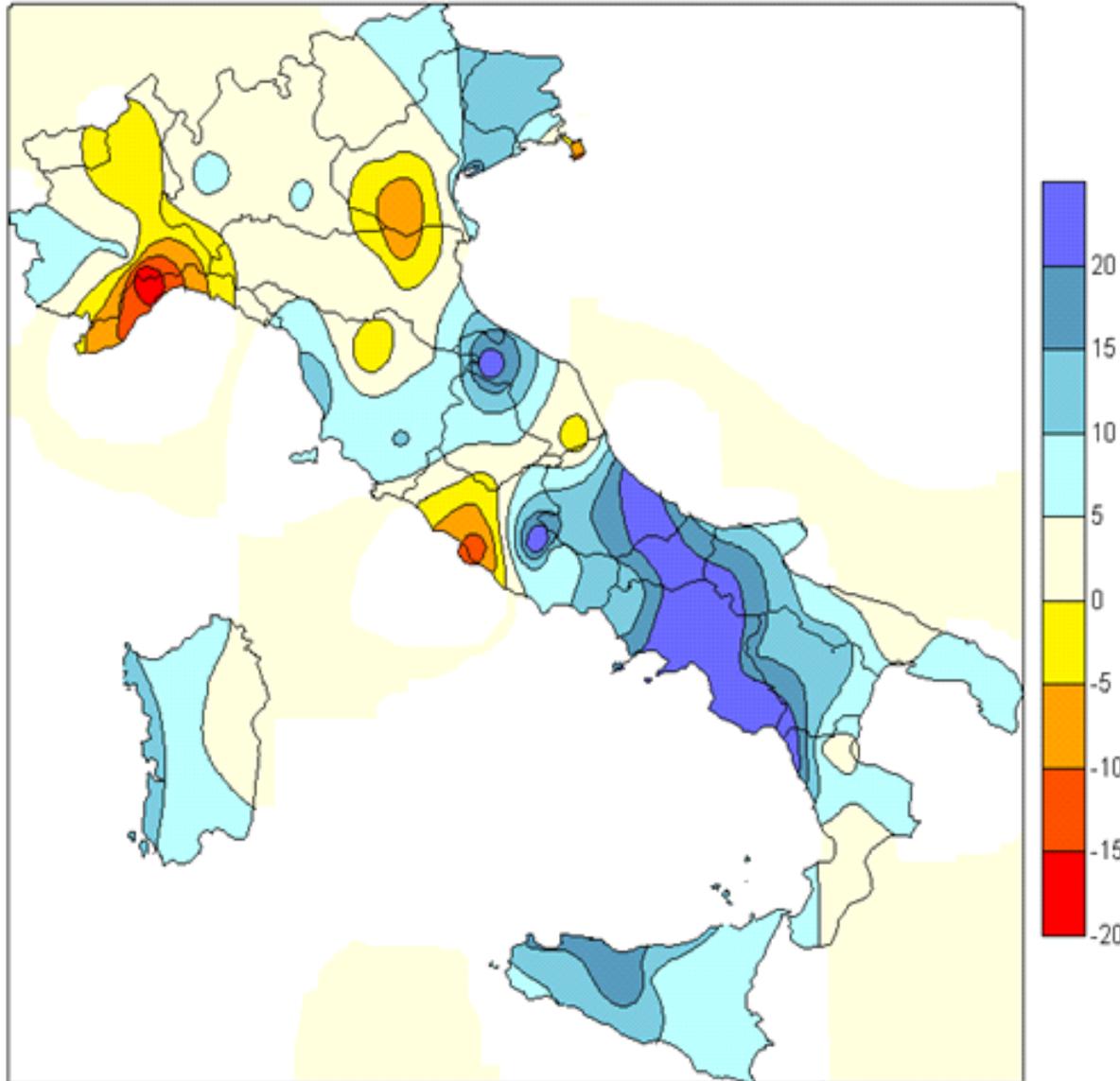
Temperatura: +1.5 °C  
Precipitazione: stazionaria?  
Radiazione Solare: aumento

# Ondate di caldo sulla serie storica di Milano Brera (1763-2015)



# Trend pluviometrici in Italia (1995 - 2010)

Trend delle precipitazioni (mm/anno)



Trend analizzati applicando una regressione lineare ai dati medi annui delle 92 stazioni della rete CRA-Cma (aumento o decrescita in mm/anno).

## Bibliografia che conferma la stazionarietà delle piogge estreme

1. **Wesrta et al. (2013)** analizzando a livello globale un dataset di 8326 stazioni trovano che l'89% delle serie di precipitazione massima giornaliera annua non presenta trend significativi nell'ultimo secolo mentre il 2% presenta un decremento e l'8% un incremento.
2. **Screen e Simmonds (2014)**, lavorando su un dataset di rianalisi relativo alle medie latitudini dell'emisfero Nord hanno evidenziato la sostanziale stazionarietà degli eventi pluviometrici e termici estremi nel periodo 1979-2012.
3. **Mariani e Parisi (2013)**, analizzando un vasto dataset di dati pluviometrici giornalieri per stazioni dell'area euro-mediterranea per il periodo 1973-2010 ed utilizzando lo schema di analisi proposto da Alpert et al. (2002) hanno evidenziato l'infondatezza dell'aumento parossistico delle piogge estreme giornaliera affermato dagli stessi Alpert et al nel lavoro del 2002.
4. **Fatichi e Caporali (2009)**, lavorando sulle serie storiche di precipitazione di 785 stazioni della Toscana per il periodo 1916-2003, hanno posto in evidenza l'assenza di trend nel regime precipitativo medio e nell'intensità degli eventi estremi di 3,6 e 12 h in pressoché tutte le stazioni analizzate.

# Strategie genetiche e agronomiche per la fase climatica post 1987

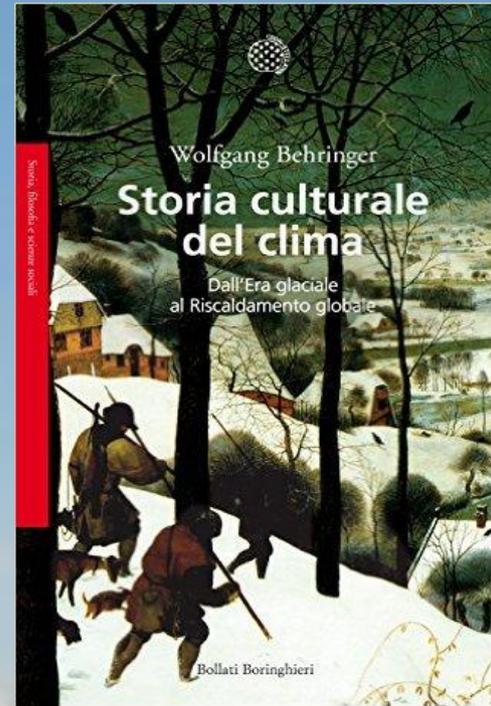
**GENETICA:** ragionare sul parco varietale in funzione del nuovo clima ->  
anticipo medio di 10 dd nelle fasi fenologiche ->  
-germogliamento anticipato: maggiore rischio di ritorni di freddo  
- sviluppo grappolo anticipato: possibilità di sfuggire a siccità agostane  
-raccolta anticipata ->possibilità di sfuggire alla fase piovosa autunnale->  
Possibilità di utilizzare CV più tardive.

## **STRATEGIE AGRONOMICHE:**

-gestione suolo in fase di impianto-> favorire approfondimento radicale  
-sistemazioni idraulico – agrarie (affossature) -> favorire allontanamento delle acque piovane in eccesso evitando erosione  
-inerbimento controllato -> gestire con cura  
-sistemi d'irrigazione (da valutare con analisi costi benefici - effetto umettante e climatizzante)  
-strategie di gestione della chioma ombreggiare meglio i grappoli / gestire i problemi fitosanitari  
-tecniche enologiche funzione delle caratteristiche del prodotto (annate umide con problemi fitosanitari; annate caldo-aride con acidità scarsa,...)

# Letture di approfondimento consigliate

Wolfgang Behringer, 2010. Storia culturale del clima, Boringhieri, 349 pp.



Luigi Mariani, 2014. Clima e agricoltura: storia, attualità e prospettive di un rapporto inscindibile, ed. Scienza attiva Torino, 64 pp.

[http://www.scienzattiva.eu/wp-content/uploads/2014/10/INNO\\_B\\_Clima-e-Agricoltura\\_MARIANI.pdf](http://www.scienzattiva.eu/wp-content/uploads/2014/10/INNO_B_Clima-e-Agricoltura_MARIANI.pdf)

