



**HAL**  
open science

## Variations climatiques et oléiculture durant l'Antiquité romaine: état de la question et perspectives nouvelles de recherches dans le projet MICA

Nicolas Bernigaud, Alberte Bondeau, Joel Guiot, Nuria Rovira Buendia,  
Laurent Bouby

### ► To cite this version:

Nicolas Bernigaud, Alberte Bondeau, Joel Guiot, Nuria Rovira Buendia, Laurent Bouby. Variations climatiques et oléiculture durant l'Antiquité romaine: état de la question et perspectives nouvelles de recherches dans le projet MICA. L'olivier et l'huile d'olive à l'époque romaine, perspectives comparatives et recherches pluridisciplinaires récentes (Gaule Narbonnaise, Bétique, Istrie et Dalmatie), Stéphane Mauné; Charlotte Carrato; Loïc Buffat; Nuria Rovira; Jean-Frédéric Terral; Laurent Bouby; Nicolas Bernigaud, Apr 2023, Cournonterral, France. hal-04332321

**HAL Id: hal-04332321**

<https://hal.science/hal-04332321v1>

Submitted on 11 Dec 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC0 - Public Domain Dedication 4.0 International License

# Variations climatiques et oléiculture durant l'Antiquité romaine: état de la question et perspectives nouvelles de recherches dans le projet MICA



Bernigaud Nicolas, Bondeau Alberte, Guiot Joël,  
Núria Rovira Buendia & Laurent Bouby



MICA



Oliarus - Musée de Cherchel

# Problématique

*Quels impacts des changements climatiques de l'Antiquité sur l'oléiculture?*

- Biogéographie
- Rendements
- Rentabilité des exploitations
- Adaptation (déplacement des exploitations, sélection des variétés,...)

# Oléiculture, exigences climatiques et préférences environnementales



## Précipitations

- si < 350-400 mm/an: irrigation nécessaire

## Températures minimales

- -7°C à -5°C (variable selon les auteurs)

## Altitude maximum

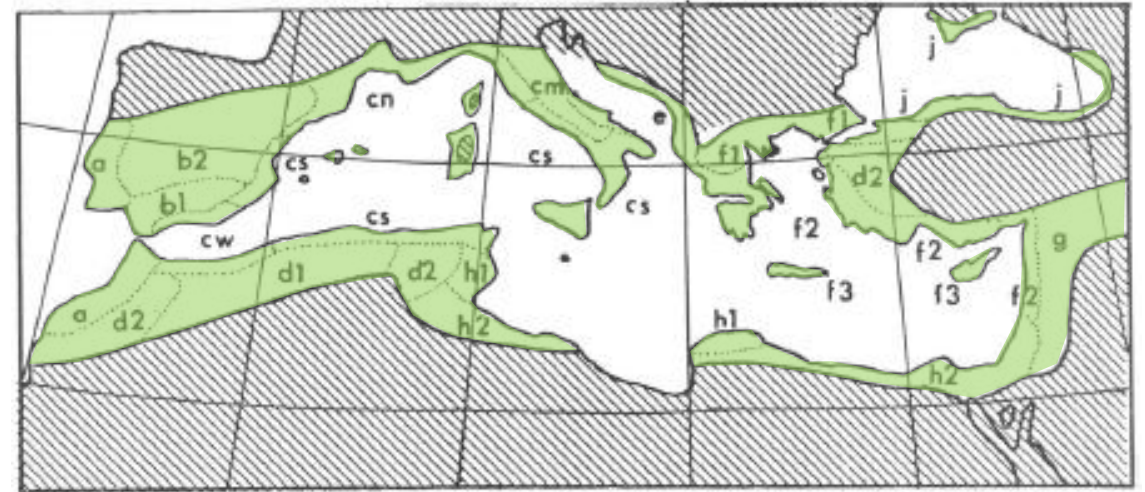
- 800-900 m pour les oliviers fructifères (selon régions et expositions)

## Sols

- Ni trop sableux, ni trop argileux
- Zones humides et terrains salés très défavorables

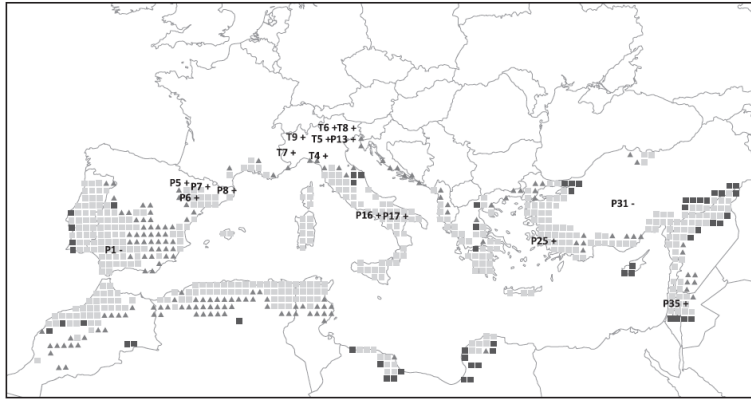
## Expositions

- Sud, Est, Ouest
- Nord défavorable (sauf pays chaud)

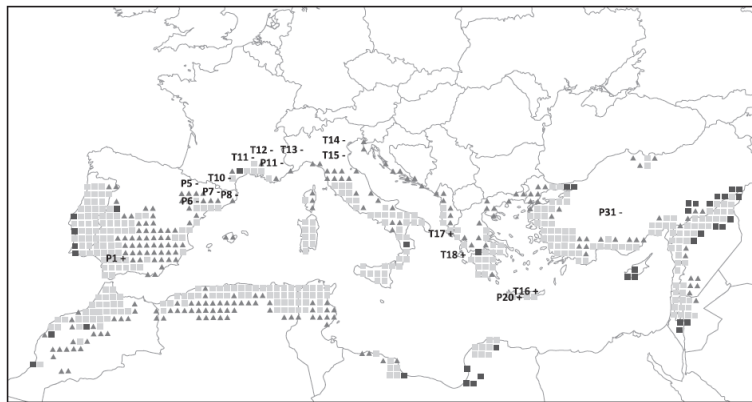


Principales zones climatiques favorables à la culture de l'olivier en Méditerranée et en Mer Noire (d'après BALDI 1990)

# Oléiculture, climats du passé et du futur



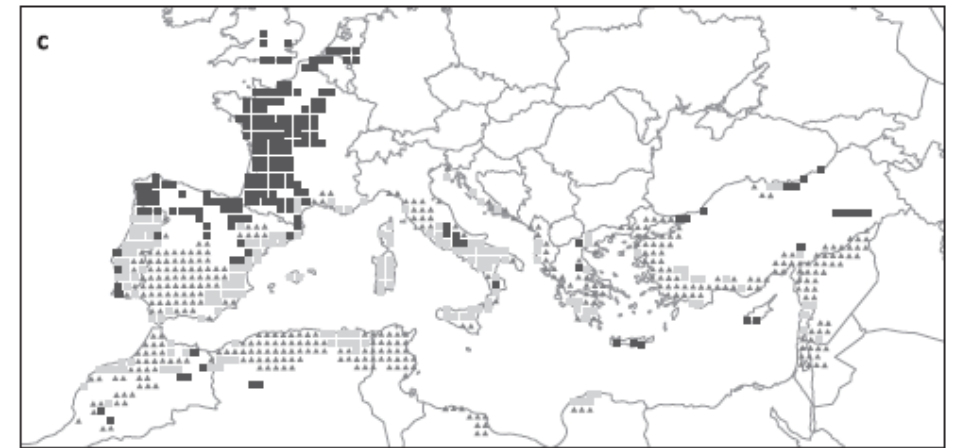
**Optimum Climatique Médiéval (1200-1300 ap. J.-C.)**



**Petit Âge Glaciaire (1600-1700 ap. J.-C.)**



**2031-2060**



**2061-2090**

# Climat(s) et oléiculture demain

## Fine-scale ecological and economic assessment of climate change on olive in the Mediterranean Basin reveals winners and losers

Luigi Ponti<sup>a,b,1</sup>, Andrew Paul Gutierrez<sup>b,c</sup>, Paolo Michele Ruti<sup>d</sup>, and Alessandro Dell'Aquila<sup>d</sup>

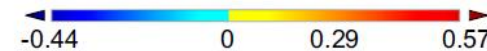
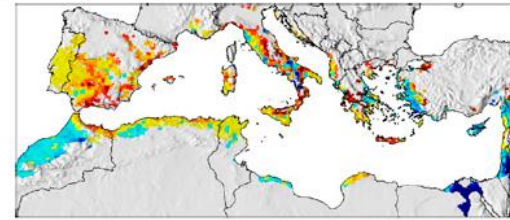
<sup>a</sup>Laboratorio Gestione Sostenibile degli Agroecosistemi, Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), Centro Ricerche Casaccia, 00123 Rome, Italy; <sup>b</sup>Center for the Analysis of Sustainable Agricultural Systems Global, Kensington, CA 94707; <sup>c</sup>College of Natural Resources, University of California, Berkeley, CA 94720; and <sup>d</sup>Laboratorio Modellistica Climatica e Impatti, Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), Centro Ricerche Casaccia, 00123 Rome, Italy

### Effets non univoques du réchauffement climatique sur l'oléiculture autour du bassin méditerranéen

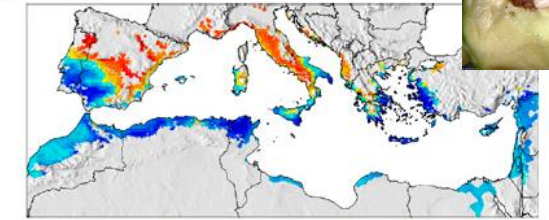
- -> positif sur les rendements en Espagne et au Maghreb
- -> négatif en Égypte et au Proche-Orient



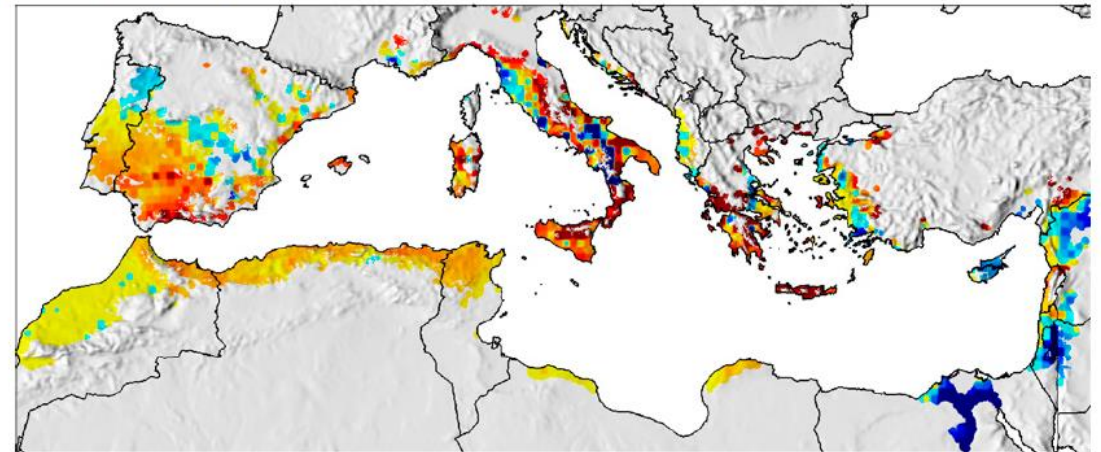
A  $\Delta Y$  (change in olive yield, t ha<sup>-1</sup>)



B  $\Delta I$  (change in fruit attacked, %)



C  $\Delta \Pi$  (change in profit, € ha<sup>-1</sup>)



Ponti et al. 2014

# Columelle et les changements climatiques

## *De Re Rustica* I,1,5

« J'ai trouvé plusieurs auteurs estimables qui étaient persuadés que l'état et la nature de l'atmosphère avaient changé par le laps d'un long temps ; ils disaient qu'Hipparque, leur grande autorité comme professeur d'astrologie, avait découvert qu'il viendrait une époque où les pôles du monde se déplaceraient : cette opinion paraît même avoir été accréditée par **Saserna**, auteur non méprisable d'une *Économie rurale*.

En effet, dans ce livre qu'il a laissé sur l'agriculture, il conclut que la situation du ciel a éprouvé des changements tels, que les contrées qui jadis ne pouvaient, à cause de la longue rigueur de l'hiver, conserver un seul des pieds de vigne ou d'olivier qu'on leur avait confiés, abondaient maintenant, grâce à l'adoucissement et à l'attédissement des anciens froids, en larges récoltes d'olives, en productives vendanges.

Que cette opinion soit vraie ou fausse, je m'en rapporte aux textes de l'astrologie ; mais l'agriculteur ne devra pas ignorer les autres préceptes agronomiques qui, la plupart, nous ont été transmis d'Afrique par les écrivains carthaginois, quoique nos fermiers taxent d'erreur un grand nombre de ces maximes. Ainsi Tremellius, tout en se plaignant à cet égard, n'admet pas que le sol et la température de l'Italie et de l'Afrique soient différents de ce qu'ils ont été, et ne puissent plus donner les mêmes productions.

Quelles que soient les différences entre les anciens temps et l'époque actuelle, par rapport à l'application des préceptes, cette considération ne doit pas éloigner de leur étude celui qui veut s'instruire : car on trouvera chez nos prédécesseurs infiniment plus de choses à approuver qu'à rejeter ».

# Des pressoirs antiques à plus de 1400 m d'altitude dans le massif de l'Aurès (Algérie)



**Tiharahin (1450 m)**  
une des presses jumelées

Clichés d'après Morizot 1993



**Aïn Tinamlent (1500 m)**  
Bloc d'assise dressé à la verticale

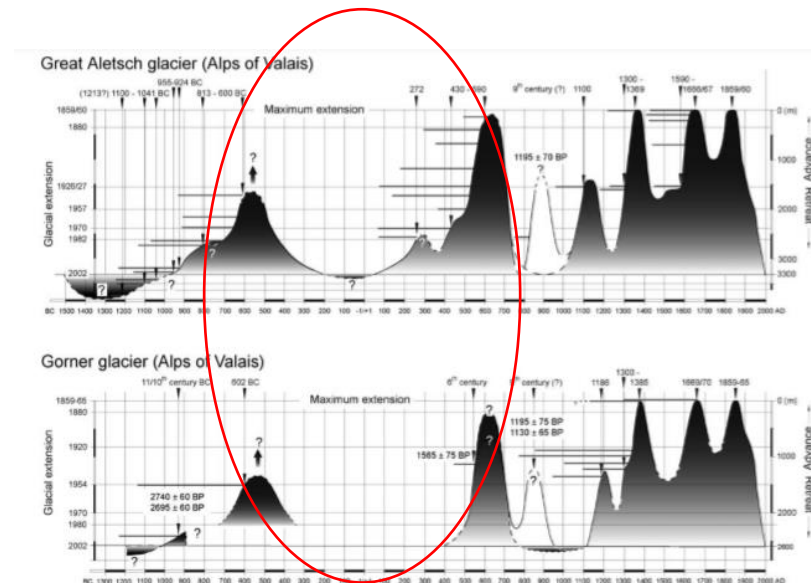


- 175 pressoirs antiques répertoriés (Morizot 1993)
- Plusieurs pressoirs > 1300 m d'altitude

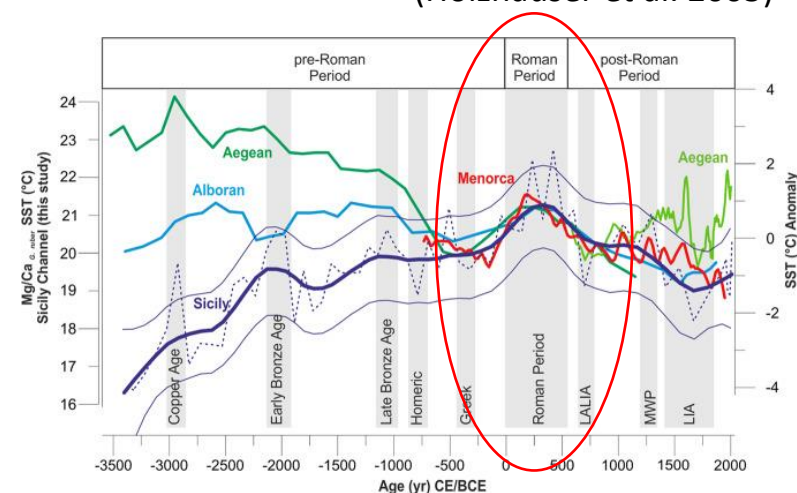


# L'Optimum Climatique Romain (OCR) 250 av. J.-C.-200 ap. J.-C.

- Fonte massive des glaciers alpins
- Réchauffement sans précédent des eaux de surface de la Méditerranée
- Suivi par le petit âge glaciaire de l'Antiquité tardive (LALIA): VI<sup>e</sup>-VII<sup>e</sup> s. ap. J.-C.



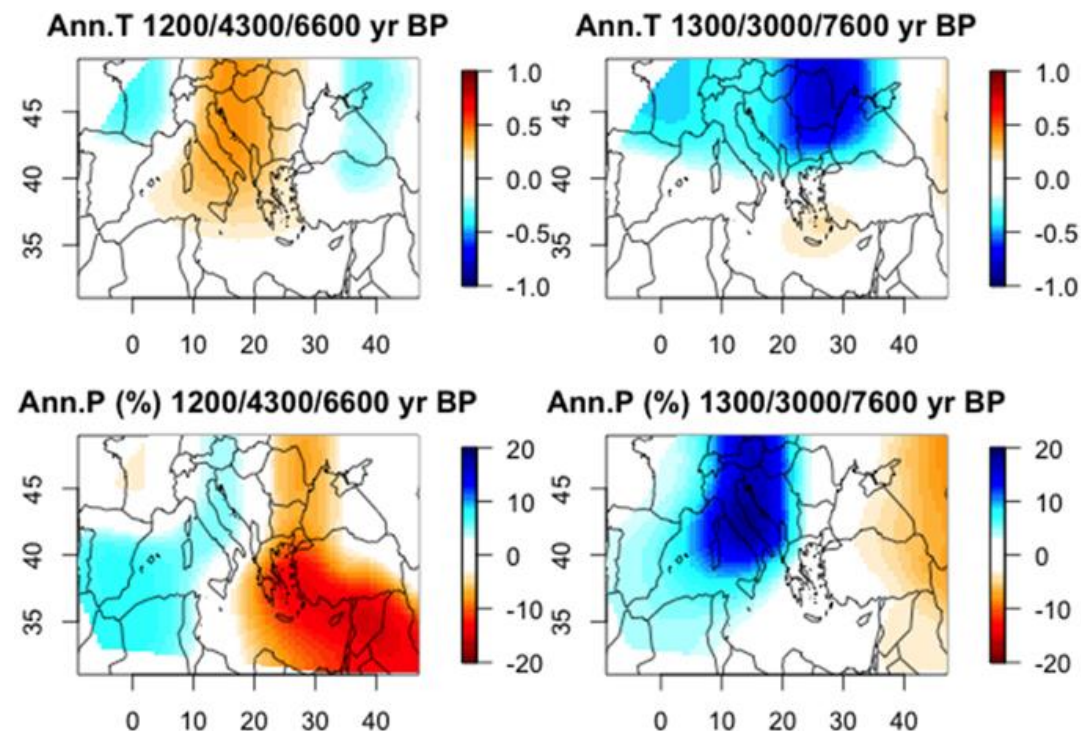
Fluctuations des glaciers alpins  
(Holzhauser et al. 2005)



Reconstruction des températures de surface de  
la Méditerranée (Margaritelli et al. 2020)

# Des changements climatiques spatialement hétérogènes

- Des changements climatiques opposés
- Effets variés sur les sociétés selon les régions
- Complexité -> difficultés d'analyse
- Nouvelles perspectives de recherches



Configurations régionales des changements de températures annuelles (Ann. T) et de précipitations (Ann. P) pendant l'Holocène (d'après Guiot & Kaniewski 2015)

# L'oléiculture antique: différentes dynamiques régionales

*Quel rôle des changements climatiques ?*

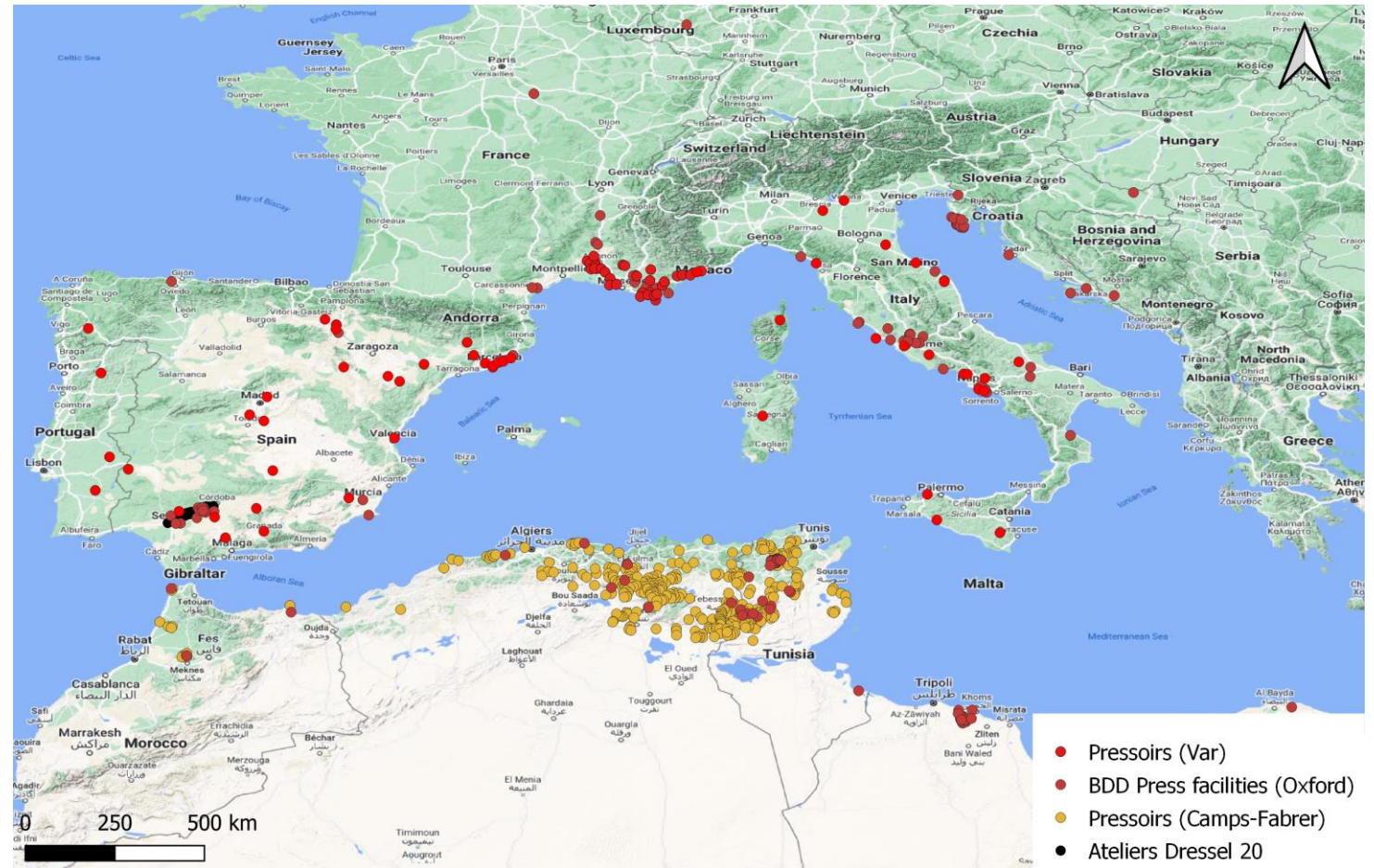
- Milieu du II<sup>e</sup> s. av. J.-C.: expansion formidable des cultures de l'olivier et de la vigne en Italie péninsulaire (Brun 2003)
- Fin I<sup>er</sup> s. av. J.-C.- III<sup>e</sup> s. ap. J.-C.: essor dans la péninsule ibérique (Bétique)
- Bas-Empire: développement de la culture de l'olivier en Afrique
- Antiquité tardive (VI<sup>e</sup>-VII<sup>e</sup> s. ap. J.-C.): développement au Proche-Orient



Pressoir antique à Rasm al-Daba' (Syrie), en pleine steppe (cliché M. Al Dbiyat 2007)

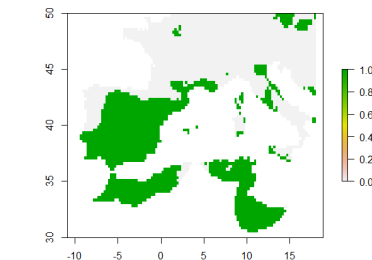
# Atlas des structures de production

- ✓ Cartographier les structures de production agricole
- ✓ Distinguer les différentes régions productrices (oléiculture/viticulture)
- ✓ Analyses spatiales (représentativité et biais dans les jeux de données)

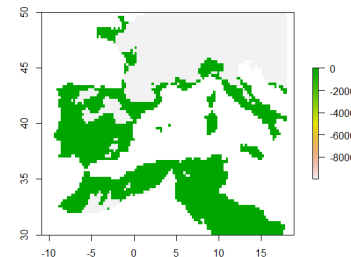


# Cartes de potentialités climatiques

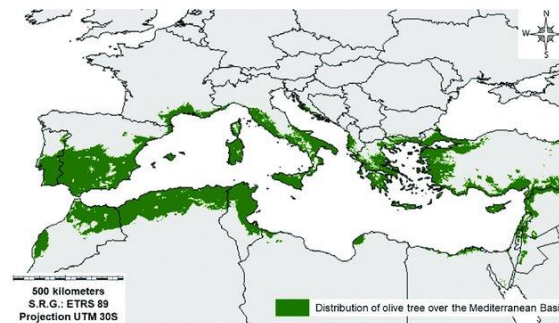
- **Objectif:** reconstruire des cartes de potentialités climatiques pour l'Antiquité
- Utilisation de modèles climatiques actuels modifiés avec des données paléoclimatiques



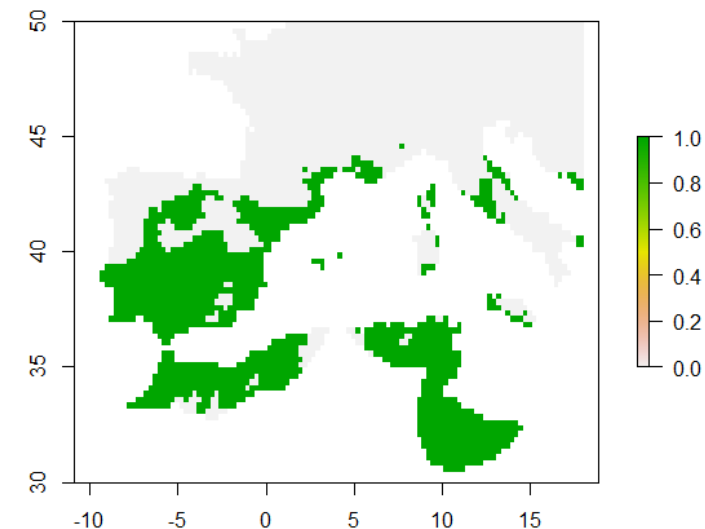
Précipitations annuelles  
< 600 mm (1950)



Températures mini  
> 7° C (1950)



Répartition de l'olivier autour du bassin méditerranéen

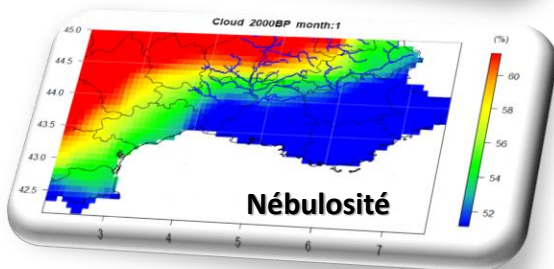
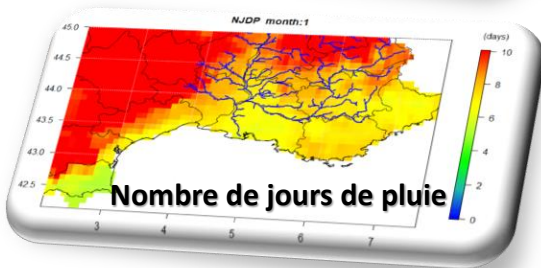
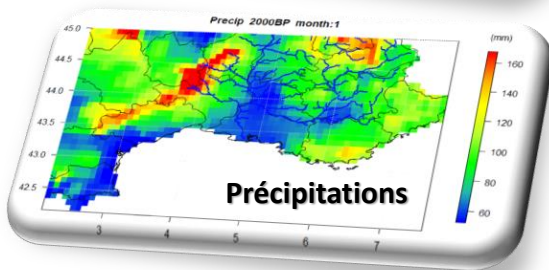
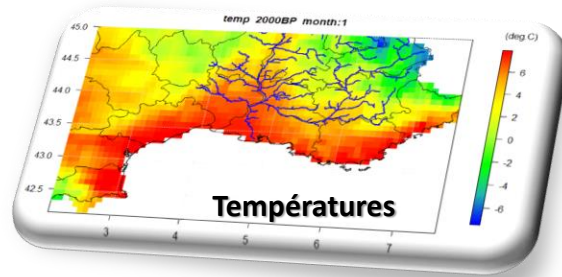
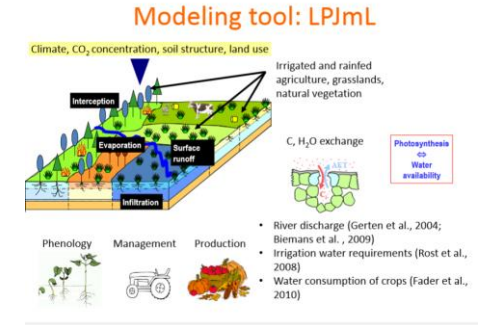


Zones climatiques favorables à l'oléiculture  
en Méditerranée occidentale (N. Bernigaud)

Source: données Copernicus

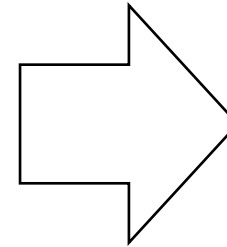
# Modélisation agro-écosystémique LPJmL

Lund-Potsdam-Jena managed Land



## Entrées

- Données climatiques mensuelles
- Températures
- Précipitations
- Nombre de jours de pluie
- Nébulosité
- Concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub>
- Porosité du sol



## Sorties

- Rendements (T/h)
- Production
- Période de croissance
- Cycle du carbone
- Évaporation des sols
- ...

# Rendements oléicoles

- Rendements par arbre:  
**5,6-14,8 kg**
- Nombre d'arbres plantés:  
**20-500/ha** (180 fréquent)
- Rendements à l'ha:  
**276-1800 kg/ha**

Region	Yield per tree (kg)		Yield per ha (kg)	
	olives/tree	oil/tree	olives/ha	oil/ha
Greece (Methana)	5.6	1.41	500	127
Italy	14.8	3	1,165	243
Spain	12	2.43	1,800	377
N. Tunisia	6	1.1	590	110
Central Tunisia	10.5	2.2	540	112
Southern Tunisia	14.2	3.1	276	61
All Tunisia	9.6	2	401	84

Table 3. Some global data on olives and oil yields per tree and per ha. These figures are crude national or regional averages assessing productivity in terms of total number of trees, and hectares in cultivation, and making no allowances for the mix of immature, senile and productive trees (sources: Methana, Forbes 1992; Italy, Antolini 1986, 164; Spain, Huile 1985, 177; Tunisia, Labaied 1981).

Source	Spacing in Roman pedes	Spacing in m	Approx. trees/ha	Region
Cato agr. 6.1	25	7.4	180	Italy
	30	8.9	126	Italy
Columella de arb 17.3	60	17.8	30	Spain? Italy?
Columella RR 5.9.7	60 × 40	17.8 × 11.8	47	Spain? Italy?
Pliny NH 17.93-94	25	7.4	180	Italy
	25	7.4	180	Italy
	30	8.9	120	Italy
	45	13.3	56	Africa
Palladius deRR 3.18	75	22.2	20	Africa
	15	4.44	500	Italy
	20	5.9	285	Italy
	25	7.4	180	Italy
	45	13.3	56	Italy

Table 1. Density of Roman olive orchards according to the ancient sources. The figures for trees per hectare are approximate extrapolations to aid comparability with modern data. I have converted 1 *pes* as 0.296 m. It is assumed that the trees were planted on a square or rectangular grid rather than quincunx fashion (which gives slightly greater densities of trees per ha).

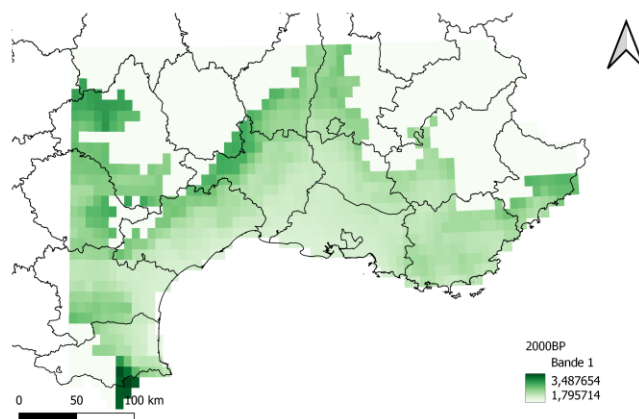
D'après Mattingly 1995

# Rendements potentiels produits par LPJmL

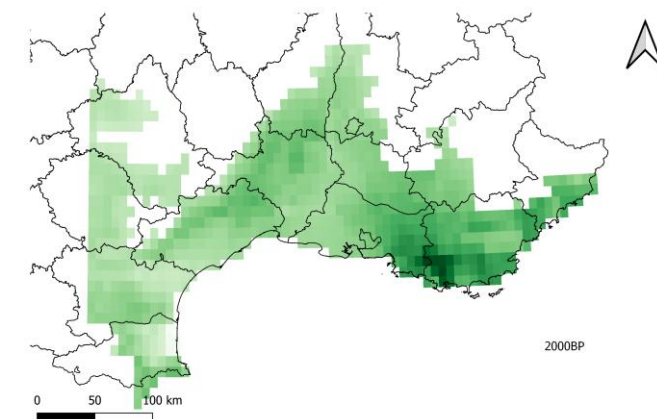
Zones de plus forts rendements potentiels

- Arrière-pays languedocien (culture pluviale)
- Provence/Toulon culture irriguée

Culture pluviale



Culture irriguée



1<sup>er</sup> s. av. J.-C.



# Irrigation des oliviers dans l'Antiquité

- Attestée en Afrique du nord par l'épigraphie (table de Lamasba, Algérie)
  - Évoquée par les agronomes latins (Columelle, Palladius)
  - Pratiquée dans le sud de la Gaule ?
- > ponctuellement pas impossible



trees:

TREBIVS BARBARVS  
P. AEMILIVS RVFINVS

OLEAE  
OLEAE

CCVI  
CCCCXXXI

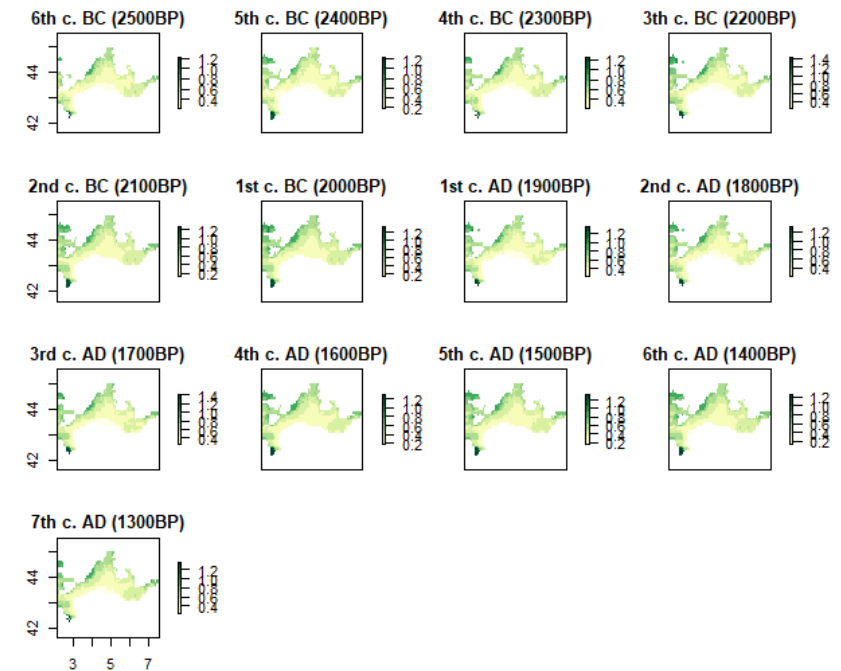
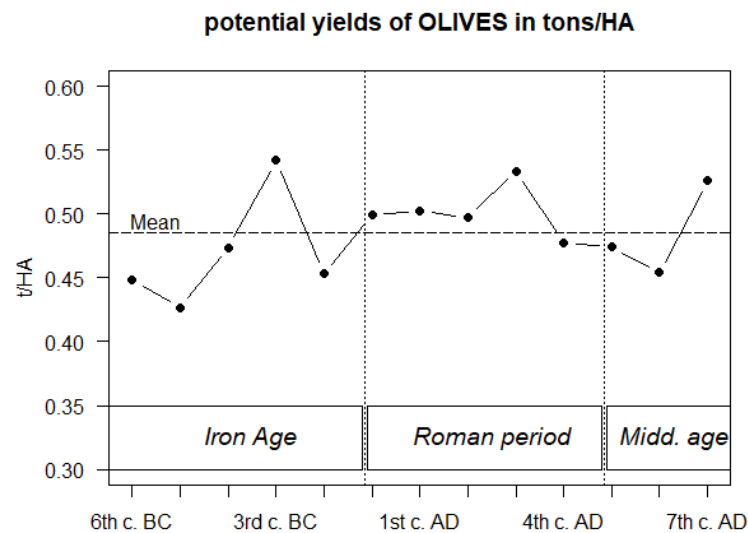
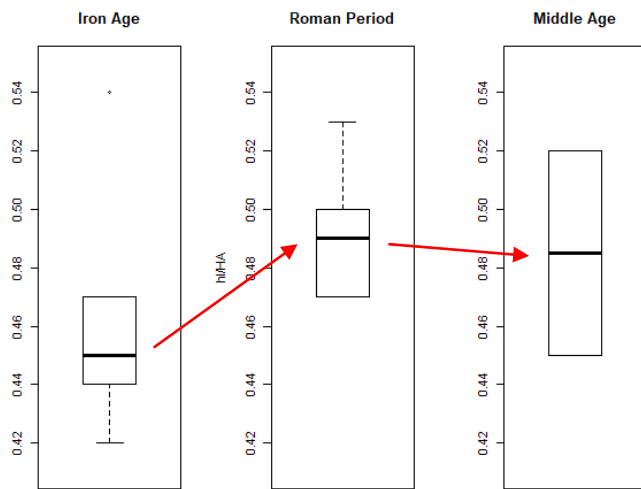
Table de Lamasba

Table 4.4 Mentions of olive tree (olea) irrigation in Roman agricultural literature

Columella	<i>Rust.</i> 5,9,11 (water young plants during droughts) cf. 5,9,13 ( <i>ablaqueatio</i> )
Plin.	<i>HN</i> 15,6.10 (watering affects quality of oil)
Palladius	<i>Agr.</i> 3,18,5 (water in dry regions if lack of rain)

Willy 2019

# Résultats de LPJmL



- ✓ Augmentation des rendements potentiel à la période romaine
- ✓ Diminution pendant le haut Moyen-Âge

# Adaptation variétale et changement climatique

- Changement variétés, sélection : piste majeure d'adaptation au changement climatique (Fraga et al. 2021)
- XVIII<sup>e</sup> s., hivers plus rigoureux auraient favorisé des variétés plus résistantes au froid au détriment d'autres (Nicod 1956)



Salonen



Aglandau



Cayon



Saurine d'Istres



Verdale

## Dynamiques variétales passées : perspectives MICA

- Morphométrie : changements, diffusion morphotypes (cf. com Terral)
- ADN ancien : diversité, traits fonctionnels adaptation climat – ex. précocité, résistance stress hydrique

