



HAL
open science

Réchauffement climatique et développement de la viticulture en Gaule romaine : l'apport de la modélisation spatiale et agrosystémique

Nicolas Bernigaud, Alberte Bondeau, Joel Guiot

► To cite this version:

Nicolas Bernigaud, Alberte Bondeau, Joel Guiot. Réchauffement climatique et développement de la viticulture en Gaule romaine : l'apport de la modélisation spatiale et agrosystémique. Jocelyne Pérard; Claudine Wolikow. Fluctuations climatiques et vignobles du Néolithique à l'actuel: impacts, résilience et perspectives. Actes des Rencontres du Clos-Vougeot 2019., Chaire UNESCO "Culture et traditions du vin", pp.51-65, 2020, 9782918173298. hal-04458275

HAL Id: hal-04458275

<https://hal.science/hal-04458275>

Submitted on 14 Feb 2024

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 Attribution 4.0 International License

Réchauffement climatique et développement de la viticulture en Gaule romaine : l'apport de la modélisation spatiale et agrosystémique

Nicolas Bernigaud¹, Alberte Bondeau², Joël Guio³

Introduite par des colons grecs vers 600 av. J.-C., au moment de la fondation de Marseille, la viticulture est restée cantonnée au sud de la Gaule durant les Âges du Fer⁴. Au début de notre ère, la vigne était cultivée en Narbonnaise, mais ne réussissait plus qu'avec peine au nord de cette province, d'après la description que nous en donna le géographe grec Strabon (*Géographie*, IV, 1)⁵.

Durant ces dernières décennies, les progrès de l'archéologie ont permis d'améliorer en France les connaissances sur l'histoire de la viticulture, grâce à la multiplication croissante des découvertes. Installations viticoles (chais, pressoirs, bassins...), outils de vigneron, fosses de plantations de vignes, restes végétaux (pépins de raisin, pollen de vigne), mais aussi ateliers d'amphores vinaires et documents épigraphiques permettent de préciser peu à peu l'extension et la chronologie du développement des vignobles⁶. Si on a longtemps pensé à la suite de

1. Chercheur postdoctoral CEREGE/UMR 7330, Aix-en-Provence.

2. IMBE/UMR 7372, Aix-en-Provence.

3. CEREGE/UMR 7330, Aix-en-Provence.

4. Philippe Boissinot, « Archéologie des vignobles antiques du Sud de la Gaule », in Jean-Pierre Brun, Fanette Laubenheimer (dir.), *La viticulture en Gaule*, *Gallia*, 58, 2001, p. 45-68 ; Sophie Collin Bouffier, « Marseille et la Gaule méditerranéenne avant la conquête romaine », *Pallas, Revue d'études antiques*, 80, 2009, p. 35-60.

5. « Dans toute la Narbonnaise, en effet, les productions du sol sont identiquement les mêmes qu'en Italie, tandis qu'en avançant vers le nord et dans la direction du mont Cemmène, on ne rencontre déjà plus de plantation d'olivier et de figuier ; les autres cultures, il est vrai, continuent de prospérer, mais, pour peu qu'on avance encore dans la même direction, on voit la vigne, à son tour, ne plus réussir qu'avec peine ».

6. Jean-Pierre Brun, « La viticulture en Gaule tempérée », in Jean-Pierre Brun, Matthieu Poux et Marie-Laure Hervé-Monteil (dir.), *La vigne et le vin dans les Trois Gaules*, *Gallia*, 68, Paris, 2011, p. 1-12.

Roger Dion⁷ que l'essor de la viticulture avait été assez tardif en Gaule romaine, ces données démontrent désormais que les vignobles ont gagné dès le I^{er} s. ap. J.-C. le nord des Trois Gaules pour se développer assez largement aux siècles suivants en Île-de-France, dans les vallées du Rhin et de la Moselle⁸ et même dans le sud de l'Angleterre⁹.

Depuis les années 1980, les progrès de la recherche sur l'histoire du climat ont par ailleurs mis en évidence que la période romaine avait été marquée entre le I^{er} s. av. J.-C. et le début du III^e s. ap. J.-C. par un réchauffement climatique. On s'interroge désormais sur les effets potentiels de ce *Roman Climatic Optimum* (RCO) ou *Roman Warm Period*¹⁰ sur la productivité agricole et la viticulture, particulièrement sensible au climat¹¹.

La modélisation offre aujourd'hui la possibilité de réaliser des simulations et de tester différentes hypothèses. Dans cet article, nous exposerons de premiers résultats qui permettent de quantifier l'impact du réchauffement climatique sur les rendements viticoles du sud de la France grâce au modèle d'agro-écosystème LPJmL. Nous présenterons aussi une carte de potentialité pour l'implantation des vignobles dans l'ensemble de la Gaule romaine, qui prédit leur géographie et leur expansion dans des régions où les données archéologiques restent rares ou absentes¹².

Résultats de la modélisation Lund-Potsdam-Jena-managed-Land (LPJmL)

Développée par des écologues et des agronomes pour étudier le présent et faire de la prospective, la modélisation LPJmL permet de simuler les cycles du carbone et de l'eau en fonction des variables climatiques pour différents types fonctionnels de plantes. Pour les plantes cultivées, LPJmL simule les rendements agricoles potentiels (en fonction du climat)¹³. Cette modélisation, nous sert aussi

-
7. Roger Dion, *Histoire de la vigne et du vin en France des origines au XIX^e siècle*, Paris, Flammarion, 1959.
 8. Jean-Pierre Brun, « Viticulture et oléiculture en Gaule », in Pierre Ouzoulias et Laurence Tranoy (dir.), *Comment les Gaules devinrent romaines*, Paris, La Découverte, 2010, p. 231-253.
 9. Antony G. Brown, Ian Meadows, Simon D. Turner et David J. Mattingly, « Roman vineyards in Britain: Stratigraphic and palynological data from Wollaston in the Nene Valley, England », *Antiquity*, 75, 2001, p. 745-757.
 10. Michael McCormick, Ulf Büntgen, Mark A. Kane, Edward R. Cook, Kyle Harper, Peter Huybers, Thomas Litt, Sturt W. Manning, Paul Andrew Mayewski, Alexander F. M. More, Kurt Nicolussi, Willy Tegel, « Climate change during and after the Roman Empire: Reconstructing the past from Scientific and Historical Evidence », in *The Journal of Interdisciplinary History*, 43, 2012, p. 169-220.
 11. Antoni Martin i Oliveras et Victor Revilla Calvo, « The economy of Laetian Wine: a Conceptual Framework to Analyse an Intensive/Specialized Winegrowing Production System and Trade (First Century BC to Third Century AD) », in Philip Verhagen, Jamie Joyce, Mark R. Groenhuijzen (éd.), *Finding the Limits of the Limes. Modelling Demography, Economy and Transport on the Edge of the Roman Empire*, Computational Social Sciences, Cham, Springer, 2019, p. 129-164.
 12. Études réalisées dans le cadre du projet pluridisciplinaire RDMed (dir. J. Guiot, CEREGE), fondation A*Midex, Université d'Aix-Marseille.
 13. Marianela Fader, Werner von Bloh, Sinan Shi, Alberte Bondeau, Wolfgang Cramer, « Modelling Mediterranean agro-ecosystems by including agricultural trees in the LPJmL model », *Geosci. Model Dev.*, 8, 2015, p. 3545-3561.

désormais à travailler pour des périodes anciennes au moyen de données paléoclimatiques¹⁴.

Pour cette analyse, nous avons utilisé une reconstruction paléoclimatique produite pour l'Holocène à l'échelle de l'Europe et de la Méditerranée. Celle-ci intègre, à un pas de temps séculaire, les moyennes mensuelles de nombreux paramètres climatiques (précipitations, températures, nébulosité...), sur une grille géographique de points espacés de 5° de longitude et de latitude¹⁵. Les données ponctuelles de cette base ont été extraites et interpolées spatialement pour obtenir une couverture maillée à 8 km de résolution pour le sud de la France par une méthode de descente d'échelle (*downscaling*) programmée sur le logiciel R¹⁶. Un jeu de cartes (type raster) des différents paramètres climatiques (nébulosité, nombre de jours de pluie, températures et précipitations mensuelles...) nécessaires à la modélisation LPJmL a ainsi été produit pour la Provence et le Languedoc.

Pour mesurer l'impact du réchauffement climatique sur les rendements viticoles entre l'Âge du Fer et le début de la période romaine, nous avons travaillé sur deux siècles présentant des moyennes de températures extrêmes sur les trois derniers millénaires. D'après le graphique des valeurs climatiques concernant le sud de la France (Illus. 1), un *minimum* a été atteint au VI^e s. av. J.-C. (2500 BP) avec des moyennes annuelles inférieures de 1.21°C par rapport à l'actuel. Le I^{er} s. av. J.-C. (2000 BP), qui correspond au début de la période gallo-romaine, est en revanche marqué par un pic de la moyenne des températures annuelles (+ 0.42°C), soit une augmentation de 1.63°C par rapport au siècle le plus froid de l'Âge du Fer.

La modélisation agrosystème a permis de calculer pour ces deux siècles des rendements potentiels pour la vigne pluviale et la vigne irriguée. Nous précisons que la pratique de l'arrosage de la vigne n'est pas clairement explicitée par les agronomes antiques pour la période romaine. La découverte récurrente de fossés, de canaux ou encore d'anciens ruisseaux associés à des fosses de plantations de vignes sur divers sites autour de Nîmes¹⁷ ou encore à Marseille (Saint-Jean-du-Désert)¹⁸ laisse toutefois penser que la vigne a pu être irriguée en Gaule du sud dès les Âges du Fer.

Les résultats de la modélisation réalisée à partir des reconstructions paléoclimatiques (Illus. 2) indiquent pour le VI^e s. av. J.-C. (2500 BP) des rendements

14. Daniel A. Contreras, Alberte Bondeau, Joël Guiot, Alan Kirman, Eneko Hiriart, Loup Bernard, Romain Suarez, Marianela Fader, « From paleoclimate variables to prehistoric agriculture: Using a process-based agro-ecosystem model to simulate the impacts of Holocene climate change on potential agricultural productivity in Provence, France », *Quaternary International*, 501, 2018, p. 303-316.

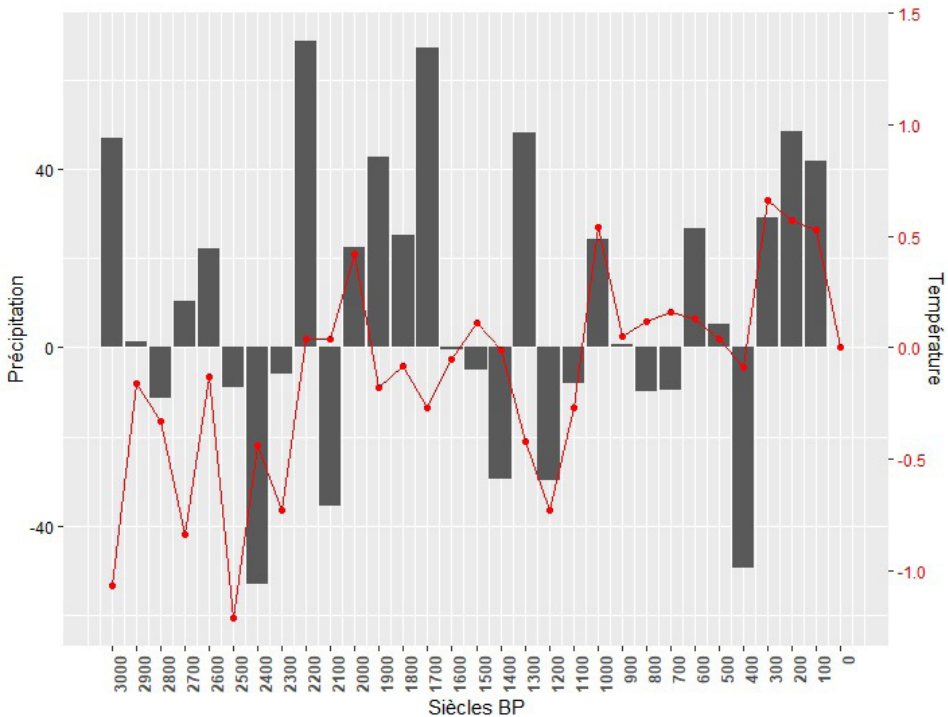
15. Joël Guiot et David Kaniewski, « The Mediterranean Basin and Southern Europe in a warmer world: what can we learn from the past », *Frontiers in Earth Science, Frontier Media*, 3 : 28, 2015, doi: 10.3389/feart.2015.00028.

16. Daniel Contreras, Joël Guiot, Romain Suarez, Alan Kirman, « Reaching the human scale: A spatial and temporal downscaling approach to the archaeological implications of paleoclimate data », *Journal of Archaeological Science*, 93, 2018, p. 54-67.

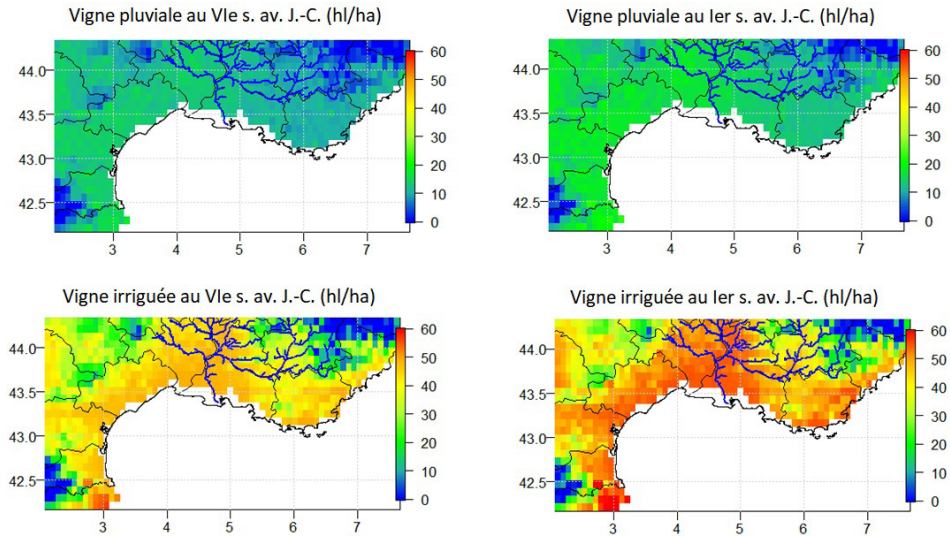
17. Hervé Pomarède, Florent Mazière, Pierre Séjalon, Valérie Bel, Jean-Yves Breuil, Olivier Ginouvez, Cécile Jung et Odile Maufras, « Territoires languedociens de la Protohistoire au Moyen âge. Nouvelles données sur les campagnes de Nîmes, Lodève et Béziers », *Archéologies*, 2012, p. 10-21.

18. Philippe Boissinot, *op. cit.*

potentiels pour la vigne irriguée généralement compris entre 40 et 50 hectolitres à l'hectare dans les plaines méditerranéennes, avec des valeurs plus faibles (0-30 hl/ha) dans les massifs montagneux (Cévennes, Alpes). Pour le I^{er} s. av. J.-C. (2000 BP), les rendements sont supérieurs de 20 % à 50 %, atteignant fréquemment en plaine jusqu'à 60 hl/ha, notamment en basse vallée du Rhône et en Languedoc-Roussillon. Les mêmes simulations réalisées pour la vigne pluviale donnent des résultats inférieurs à ceux de la vigne irriguée, avec des valeurs généralement comprises en plaine entre 10 à 20 hectolitres à l'hectare au VI^e s. av. J.-C. Au I^{er} s. av. J.-C., elles passent dans une fourchette supérieure de 20 à 30 hl/ha, soit une augmentation pouvant atteindre jusqu'à 50 %. D'après la modélisation, le *Roman Climatic Optimum* pourrait donc avoir permis une importante augmentation potentielle des rendements de la vigne dans le sud de la France dès le I^{er} s. ap. J.-C.



Illus. 1 : Écarts par rapport l'actuel des moyennes des températures (en C°) et précipitations (en mm) annuelles par siècle dans le sud de la France (N. Bernigaud à partir des données extraites de Guiot et Kaniewski 2015, point 55).



Illus. 2 : Modélisation LPJmL des rendements agricoles potentiels de la vigne irriguée et pluviale en 2500 BP et 2000 BP (A. Bondeau, IMBE).

Modélisation spatiale des régions viticoles en Gaule

Si ce réchauffement climatique a pu avoir un effet bénéfique sur les rendements, il a aussi certainement favorisé l'expansion de la viticulture romaine jusque dans le sud de l'Angleterre. Nos connaissances sur la géographie viticole de la Gaule restent encore partielles, de nombreuses régions restant encore peu ou mal documentées par les sources archéologiques. Pour tenter de déterminer où ont pu se développer ces vignobles gallo-romains, nous avons réalisé une carte de potentialité en additionnant 6 critères géographiques, environnementaux et paléoclimatiques favorables à leur implantation :

- 1 – Les températures ont joué un rôle déterminant dans la géographie des vignobles. Actuellement, la limite septentrionale des vignobles en France semble correspondre à l'isotherme de 18°C au mois de juillet¹⁹. Celle-ci ne constitue cependant pas une limite climatique infranchissable, puisque des vignobles étaient encore cultivés jusqu'en Normandie au début du XX^e s. Il s'agissait toutefois de vignobles de mauvaise qualité qui ont disparu depuis sous l'effet de la concurrence. Si une moyenne des températures estivales inférieures à 18°C n'interdit pas la viticulture, elle a certainement été un facteur défavorable à son développement dès l'Antiquité²⁰.

19. Jean-Pierre Chabin, « L'excellence aux limites... ou le paradoxe des vignobles septentrionaux français d'après l'exemple côte-d'orien », *Revue Géographique de l'Est*, 44, 2004, p. 9-16.

20. Marie-Claire Amouretti, « La viticulture antique : contraintes et choix techniques », *Revue des Études anciennes* (90), 1988, p. 5-17.

- 2 – L'exposition des pentes au sud et à l'est a été retenue comme un critère environnemental favorable. L'agronome latin Columelle recommandait en effet au I^{er} s. ap. J.-C. d'exposer les vignobles à l'est dans les régions tempérées et au sud dans les régions les plus froides (*De Re Rust.*, III, 12)²¹.
- 3 – La proximité d'un fleuve ou d'une rivière navigable est encore aujourd'hui un critère déterminant pour l'implantation des vignobles spéculatifs. Le transport fluvial offrait en effet la possibilité d'exporter sur des embarcations la production de vin en direction de marchés plus ou moins lointains. On sait que la viticulture gallo-romaine était intensive dans des vallées fluviales, notamment celles du Rhône et de la Moselle, ainsi que certaines rivières navigables comme l'Oise où des fosses de plantation de plusieurs vignobles ont été découvertes²².
- 4 – La proximité au littoral offrait de même la possibilité d'exporter la production par transport maritime à plus ou moins longue distance. Certains vins produits en Gaule romaine étaient ainsi vendus jusqu'à Rome.
- 5 - La proximité des grandes routes était aussi recherchée. Une partie de la production viticole était acheminée par voie terrestre sur des chariots. Les amphores gauloises, à fond plat, étaient spécifiquement adaptées à ce type de transport²³.
- 6 – La proximité des agglomérations urbaines doit aussi être considérée comme un critère favorable. Ces agglomérations étaient les principaux lieux de consommation de vin. L'implantation de vignobles au plus près de celles-ci permettait de diminuer les coûts de transport et d'augmenter la marge des bénéficiaires, notamment pour des vins de basse et moyenne qualité qui ne pouvaient pas être vendus trop chers. Les traces d'anciens vignobles ont par exemple été découverts à moins de 2 kilomètres de distance de la ville de Bourges/*Avaricum*, capitale de la cité des Bituriges Cubes à la période gallo-romaine²⁴.

21. « En général, ce qui nous paraît le plus avantageux à prescrire, c'est que dans les contrées froides on choisisse le midi ; dans les régions tempérées l'orient, si cependant on n'a pas à redouter les ravages des autans et de l'ureus, comme il arrive sur les côtes maritimes de la Bétique ».

22. Christophe Toupet et Pascal Lemaître, « Vignobles et modes d'exploitations viticoles antiques dans le Nord de la Gaule. L'exemple de Bruyères-sur-Oise (Val d'Oise) : une relecture », in Sébastien Lepetz et Véronique Matterne (dir.), « Cultivateurs, éleveurs et artisans dans les campagnes de Gaule romaine », *Revue archéologique de Picardie*, 1-2, 2003, p. 209-226.

23. Jean-Claude Béal, « Transporteurs et propriétaires terriens en Gaule romaine : un bilan », *Revue archéologique du Centre de la France*, 45-46, 2006-2007, URL : <http://journals.openedition.org/racf/775>.

24. Françoise Dumasy, Cristina Gandini, Isabelle Bouchain-Palleau, Nadine Rouquet, Jacques Troadec, « *Vitis biturica*, cépage des Bituriges Cubes ? L'archéologie de la vigne dans le Berry antique », in Jean-Pierre Brun, Matthieu Poux et Marie-Laure Hervé-Monteil (dir.), « La vigne et le vin dans les Trois Gaules », *Gallia*, 68, 2011, p. 111-150.

Pour prendre en compte ces différents critères dans la modélisation, nous avons transformé et traité (par un programme sur le logiciel R) un jeu de couches vectorielles du réseau routier romain²⁵, des fleuves navigables²⁶, du trait de côte²⁷ et des capitales de cité²⁸. Après avoir redimensionné ces fichiers à l'échelle de la Gaule, des zones tampons de 5 km²⁹ ont été créées autour de ces différentes entités, exception faite des capitales de cité pour lesquelles nous avons retenu une valeur plus grande de 30 km³⁰. Une carte des expositions a été obtenue en transformant un modèle numérique de terrain (données SRTM³¹). Les données concernant les températures du mois de juillet ont été traitées à partir du modèle climatique actuel ALADIN³², auquel ont été ajoutées les anomalies paléoclimatiques³³ pour obtenir une carte des températures du mois de juillet au I^{er} s. ap. J.-C.

Les différentes couches rasterisées ont été additionnées pour obtenir une carte de potentialité de l'implantation des vignobles en Gaule romaine (Illus. 3). La valeur de chaque pixel est celle du nombre de facteurs compris entre 0 (zones à potentiel nul) et 6 pour les secteurs les plus propices. D'une manière générale, les zones qui étaient relativement proches d'une capitale de cité, du réseau des grandes voies routières et fluviales et chaudement exposées au sud et à l'est apparaissent avec des valeurs élevées. La carte obtenue fait donc ressortir les grandes vallées fluviales aux coteaux bien exposés (Rhin, Moselle, Loire, Rhône), mais aussi d'autres secteurs comme l'Aquitaine, l'Hérault et les Alpes méridionales. Plus étonnant peut-être, le potentiel apparaît assez bon dans le nord et le nord-ouest de la France (Rennes, Le Mans, Jublains, Chartres, Paris, Beauvais...), régions qui nous semblent pourtant aujourd'hui peu favorables à la viticulture.

Les zones à potentiel faible ou nul se trouvent en revanche sur les marges des cités, à bonne distance des voies de communications avec une orientation au nord et à l'ouest. Pour celles où les températures estivales étaient de surcroît inférieures à 18°C, le potentiel apparaît même négatif. C'est le cas de la Somme occidentale, du sud de la Basse-Normandie, ainsi que de la plupart des régions montagneuses (Massif Central, Alpes du nord, Jura, Vosges...). Pour juger de la qualité de notre modélisation, nous avons superposé la carte des découvertes archéo-

25. Fichier téléchargeable depuis <https://darmc.harvard.edu/data-availability>.

26. Ficher téléchargeable depuis <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/wise-large-rivers-and-large-lakes>.

27. Ficher téléchargeable depuis <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-coastline-for-analysis-1/gis-data/europe-coastline-shapefile>.

28. Fichier créé par P. Ouzoulias/CNRS.

29. D'après des calculs de distance que nous avons réalisés sous SIG la majorité des découvertes d'outils de vigneron et d'établissements viticoles se trouvent dans une bande de 5 kilomètres de part et d'autre du réseau des principales voies routières romaines et des grands fleuves.

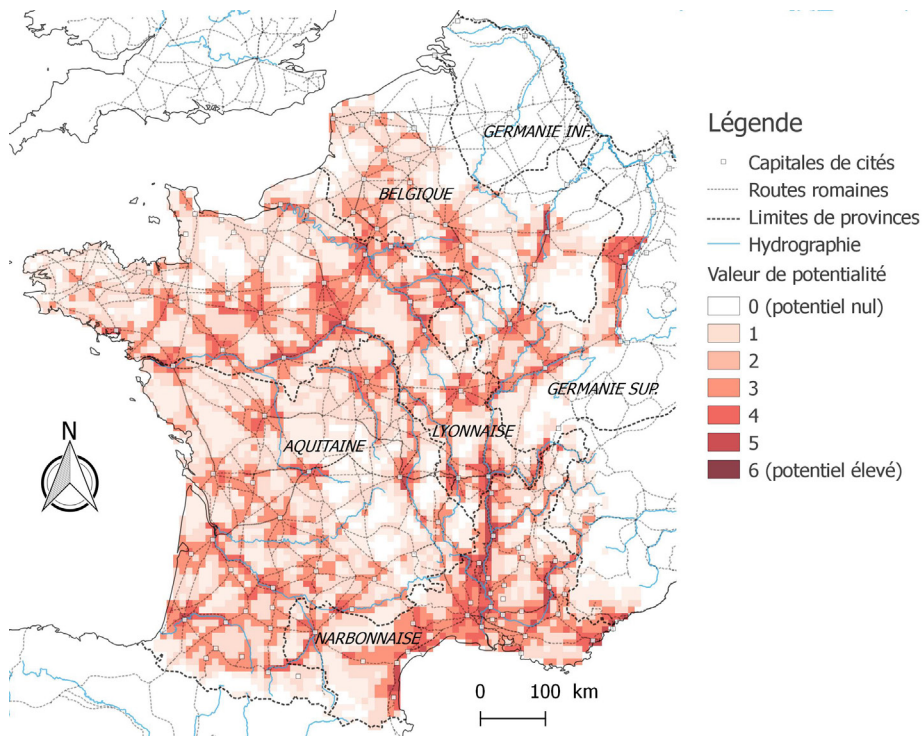
30. Cette distance, qui correspond à une journée de marche, définit l'aire d'approvisionnement des villes anciennes en denrées agricoles.

31. Fichier téléchargeable depuis <http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/>.

32. https://www.data.gouv.fr/s/resources/indices-mensuels-de-temperature-et-nombre-de-jours-de-temperature-issus-du-modele-aladin-pour-la-periode-de-reference/20150930-200335/Tempe_REF_mensuel.txt.

33. Joël Guiot et David Kaniewski, *op. cit.*

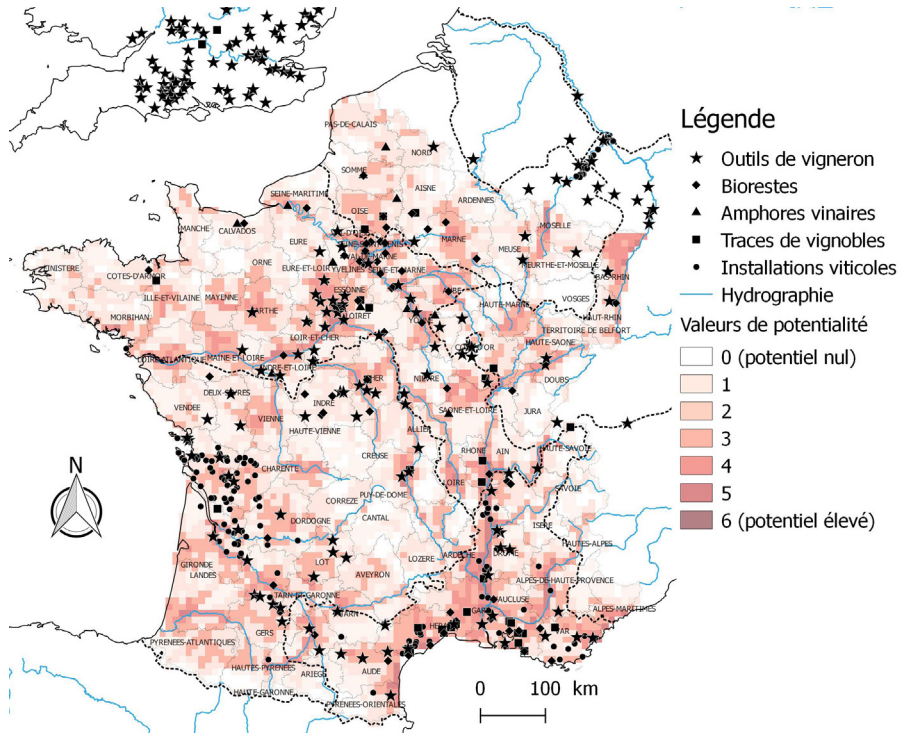
logiques témoignant de la viticulture à celle des potentialités. Nous avons donc géolocalisé les établissements viticoles, les carporestes, les fosses de plantation de vigne³⁴, ainsi que les différents outils de vigneron³⁵. En confrontant les données, on constate une assez bonne coïncidence géographique entre la prédiction et les données réelles en Aquitaine occidentale, en Narbonnaise (Hérault, moyenne et basse vallée du Rhône), dans les vallées du Rhin et de la Moselle, sur le cours moyen de la Loire (Illus. 4), mais aussi en Île-de-France. Dans la région Centre, une densité de découvertes d'outils de vigneron signalés s'inscrit encore à l'intérieur d'une zone favorable entre Orléans et Chartres.



Illus 3 : Modèle prédictif : carte des zones potentiellement favorables à l'implantation d'un vignoble en Gaule romaine au I^{er} s. ap. J.-C. (N. Bernigaud, CEREGE).

34. Ces différentes données ont en grande partie été extraites du tome 58 de *Gallia* (2001), *La viticulture en Gaule*, coordonné par Jean-Pierre Brun et Fanette Laubenheimer, ainsi que du tome 68 de *Gallia* (2011), *La vigne et le vin dans les trois Gaules*, coordonné par Matthieu Poux, Jean-Pierre Brun et Marie-Laure Hervé-Monteil.

35. Données principalement extraites de la base de données Outagr créée par A. Ferdière <http://outagr.humanum.fr/Outagr/>.



Illus 4 : Superposition des données archéologiques sur la viticulture gallo-romaine au modèle prédictif (N. Bernigaud, CEREGE).

Des établissements viticoles et autres vestiges existent cependant dans des secteurs qui apparaissent pourtant comme peu favorables (Var occidental, Indre, Maine-et-Loire...). A l'inverse, d'autres régions qui affichent un bon potentiel n'ont à ce jour livré que peu de vestiges, comme par exemple l'Alsace. Dans le nord et le quart nord-ouest de la Gaule (Bretagne orientale, Pays de la Loire), l'inventaire des découvertes reste aussi encore assez succinct : des pépins de raisin ont été mis au jour dans l'agglomération antique de *Corseul/Fanum Martiis* dans les Côtes-d'Armor³⁶ ; des fosses de plantations circulaires de vigne sont apparues lors des fouilles de la *villa* du Quiou, à une vingtaine de kilomètres au sud-est³⁷ ; à Piriac-sur-Mer, un pressoir a été découvert au sein des vestiges d'un établissement

36. Laurent Bouby et Philippe Marinval, « La vigne et les débuts de la viticulture en France : apports de l'archéobotanique », in Jean-Pierre Brun, Fanette Laubenheimer (dir.), *La viticulture en Gaule, Gallia*, 58, 2001, p. 13-28.

37. Jean-Charles Arramond et Christophe Requi, « Arboriculture ou viticulture ? Le cas de la *villa* gallo-romaine du Quiou », *Archéopages*, 34, 2012, p. 6-9.

rural³⁸. Enfin, des ateliers d'amphores vinaires (type Gauloise 12) sont signalés dans le nord de la France³⁹.

Discussion

Si l'on se fie à la description de Strabon évoquée en introduction, la viticulture se cantonnait encore à la province de Narbonnaise au début de notre ère, avant de gagner au cours du I^{er} s. ap. J.-C. le nord des Trois Gaules. Cette expansion géographique s'inscrit dans la phase d'essor économique intense du Haut-Empire, marquée par un fort développement urbain. Les villes, au premier rang desquelles les capitales de cités, fondées pour la plupart sous le principat d'Auguste, étaient les principaux lieux de consommation du vin. On a certainement créé, avec plus ou moins de succès, des vignobles en périphérie immédiate de ces agglomérations urbaines, comme en témoignent les fosses de plantations découvertes autour de Bourges/*Avaricum* évoquées plus haut. D'autres vignobles ont toutefois aussi été implantés à plus grande distance des villes, à proximité des voies de transport routières et fluviales qui permettaient de commercialiser la production. Le dynamisme de la viticulture dans la vallée de la Moselle au Bas-Empire doit certainement beaucoup à la proximité de Trèves, éphémère capitale de l'Empire, mais aussi celle des agglomérations du *limes* germanique, plus à l'aval⁴⁰. Par ailleurs, une partie de la production pouvait aussi être exportée en dehors de Gaule. On buvait à Rome le vin des Allobroges, ainsi que celui de la région de Béziers, comme le prouvent des amphores inscrites découvertes au *Castro Pretorio* et au *Monte Testaccio*⁴¹.

Pour développer les vignobles dans le nord de la Gaule romaine, au-delà de la zone climatique méditerranéenne, il a fallu adapter les techniques viticoles à des conditions climatiques plus froides et à des hivers plus précoces pouvant compromettre la maturation du raisin. Cette expansion a été permise par la découverte et l'exploitation de nouveaux cépages adaptés au climat tempéré de Gaule du Nord. Dans la région de Bordeaux, ou peut-être de Bourges, la *Vitis biturica* passait pour être résistante au froid, de même que la *Vitis allobrogica*, qui fit la réputation de la cité de Vienne (actuel département de l'Isère) à partir du I^{er} s. ap.

38. Marie-Laure Hervé-Monteil, Lukas Dagmar, Martial Monteil, Marie-France Dietsch-Sellami, Antoine Archer, Elisabeth Lecler-Huby, Serge Le Maho, Maxime Mortreau, « La viticulture dans l'ouest de la Gaule Lyonnaise : les pressoirs de Parville (Eure) et de Piriac-sur-Mer (Loire-Atlantique) », in Jean-Pierre Brun, Matthieu Poux et Marie-Laure Hervé-Monteil (dir.), *La vigne et le vin dans les Trois Gaules*, *Gallia*, 68, 2011, p. 163-214.

39. Jean-Pierre Brun, « Viticulture et oléiculture en Gaule », in Pierre Ouzoulias et Laurence Tranoy (dir.), *Comment les Gaules devinrent romaines*, Paris, La Découverte, 2010, p. 231-253.

40. Bernadette Schnitzler, « Aux origines de la vigne et du vin dans les vallées du Rhin et de la Moselle de l'époque celtique à la fin de la période romaine », *Revue d'Alsace*, 137, 2011, p. 13-32.

41. Monique Clavel, *Béziers et son territoire dans l'Antiquité*, Paris, Les Belles-Lettres, Centre de Recherche d'Histoire Ancienne, 1970.

J.-C.⁴² Ce célèbre vin prisé des Romains avait un raisin noir qui mûrissait à la gelée, si l'on en croit Pline (*Hist. Nat.*, XIV, 26). Peut-être s'agit-il de l'ancêtre de la Mondeuse, aujourd'hui principalement cultivée en Savoie⁴³. Ces cépages ont pu être importés, mais aussi mélangés avec des vignes sauvages indigènes de Gaule, comme le laisse penser l'identification récurrente de pépins de raisins d'origine sauvage (*Vitis vinifera* spp. *silvestris*) dans les assemblages carpologiques du sud de la Gaule⁴⁴. Le développement de la viticulture en Gaule romaine doit sans doute beaucoup à l'utilisation d'espèces sauvages qui poussaient naturellement dans les forêts alluviales. Loin d'être restreintes au seul domaine méditerranéen, ces lambrusques pouvaient pousser jusque dans le nord de la France, si l'on en croit les actuelles cartes de répartition⁴⁵.

Cette viticulture gallo-romaine s'est développée jusqu'en moyenne montagne comme en témoigne l'établissement viticole de La Bâtie-Montsaléon à 763 m d'altitude dans les Hautes-Alpes, avec son chai de *dolia*⁴⁶. Les vestiges d'un pressoir et des fosses de plantations bien datés du IV^e s. ap. J.-C. ont par ailleurs récemment été découverts en Haute-Savoie, à Thonon-les-Bains « La Versoie », au sud du lac Léman⁴⁷. Le réchauffement climatique de la période romaine a certainement été très favorable à cette expansion altitudinale et latitudinale de la viticulture, comme le suggèrent quelques rares mentions textuelles antiques. En 121 av. J.-C., un été exceptionnellement chaud aurait permis en Italie la production d'un vin de grande qualité sous le consulat de L. Opimius, d'après Pline⁴⁸. Cet événement reste trop ponctuel pour y voir un réel changement climatique, mais les Saserna père et fils, agronomes et viticulteurs en Italie du nord (actuelle région du Piémont ou d'Émilie-Romagne), décrivaient, dans la seconde moitié du II^e s. av. J.-C., un radoucissement des hivers et une augmentation des températures qui avaient permis de cultiver la vigne dans des régions auparavant trop froides, et même d'y réaliser

42. Jean-Claude Béal et Gérard Lucas, « La viticulture dans la partie occidentale du territoire allobroge. Révision de quelques données archéologiques et des sources textuelles », in Jean-Pierre Brun, Matthieu Poux et Marie-Laure Hervé-Monteil (dir.), *La vigne et le vin dans les Trois Gaules, Gallia*, 68, p. 215-235.

43. Jacques André et Louis Levadoux, « La vigne et le vin des Allobroges », in *Journal des Savants*, 1964, p. 169-181.

44. Laurent Bouby, Isabel Figueiral, Anne Bouchette, Nuria Rovira, Sarah Ivorra, Thierry Lacombe, Thierry Pastor, Sandrine Picq, Philippe Marinval, Jean-Frédéric Terral, « Bioarcheological Insights into the Process of Domestication of Grapevine (*Vitis Vinifera* L.) during Roman Times in Southern France », *PLoS ONE*, 8, 5, : e63195, 2013, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063195>.

45. Claire Arnold, François Gillet et Jean-Michel Gobat, « Situation de la vigne sauvage *Vitis vinifera* ssp. *silvestris* en Europe », in *Vitis*, 37, 1998, p. 159-170.

46. Jean-Pierre Brun, « La viticulture antique en Provence », in Jean-Pierre Brun, Fanette Laubenheimer (dir.), *La viticulture en Gaule, Gallia*, 58, 2001, p. 69-89, voir p. 73.

47. Christophe Landry, « Du vin antique sur un versant haut-savoyard ? Le vignoble et le pressoir de Versoie à Thonon-les-Bains », in Jean Duma (dir.), *Des ressources et des hommes en montagne* [en ligne], Paris, Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques, 2019, <https://doi.org/10.4000/books.cths.5646>.

48. Jean-Claude Béal et Gérard Lucas, *op. cit.*

d'abondantes vendanges⁴⁹. Si la localisation précise des régions touchées par ce changement reste incertaine, ces évocations textuelles s'accordent en chronologie avec le début du *Roman Climatic Optimum*, défini sur la base des proxies paléoclimatiques. Cet effet bénéfique du réchauffement climatique sur les rendements est par ailleurs conforté par les résultats de la modélisation LPJmL qui indiquent des différences significatives de rendements potentiels entre le VI^e s. av. J.-C. - au maximum glaciaire - et le I^{er} s. av. J.-C., marqué par un optimum des températures.

Faute de disposer de données sur les cépages antiques mentionnés par les agronomes latins, il nous faut préciser que cette modélisation a été réalisée à partir des caractéristiques biologiques de cépages actuels. Si aucune source historique ne nous renseigne sur la valeur des rendements viticoles en Gaule romaine, les auteurs latins fournissent cependant quelques chiffres pour l'Italie. Au I^{er} s. ap. J.-C., Columelle estimait que de mauvaises vignes pouvaient produire 1 culléus par jugère - soit environ 20 hl/ha -, considéré comme un rendement bas (*De Re Rust.*, III, 3). L'agronome était d'avis d'arracher celles qui produisaient moins de 3 culléus/jugère (± 60 hl/ha), ce qui constituait de son point de vue un seuil de rentabilité pour une exploitation viticole. On pouvait en effet obtenir des rendements bien supérieurs. Columelle évoque le cas d'une de ses vignes jeunes produisant 100 amphores/jugère (± 106 hl/ha). D'après Pline (*Hist. Nat.*, XIV, 5), ceux-ci pouvaient atteindre en Italie dans les terroirs de Cécube et de Setia (actuelle Sezze) jusqu'à 7 culléus/jugère (± 145 hl/ha), qui étaient considérés comme un rendement élevé. Caton l'Ancien prétendait même obtenir au II^e s. av. J.-C. 10 culléus/jugère (± 210 hl/ha), voire 15 culléus/jugère (± 312 hl/ha), mais Columelle comme Pline qui citent ces rendements les considéraient comme particulièrement exceptionnels.

De tels chiffres doivent bien entendu être considérés avec une certaine prudence. Parfois recopiés d'un traité à un autre, ils peuvent être erronés ou encore mal convertis dans les unités de mesure actuelles. Mais si l'on s'y fie malgré tout, les rendements attendus par les viticulteurs romains en Italie auraient été compris au début de notre ère entre 60 hl/ha et plus de 100 hl/ha. Cette fourchette nous apparaît particulièrement haute, la moyenne étant aujourd'hui en France d'environ 60 hl/ha. Mais ces chiffres antiques sont comparables à ceux de l'Italie où la moyenne actuelle, très supérieure à la France, est d'environ 80 hl/ha. Les indications fournies par les agronomes latins sur les rendements viticoles antiques en Italie seraient donc d'un ordre de grandeur proche de l'actuel. Cette observation nous amène à penser que les valeurs retournées par la modélisation LPJmL dans le sud de la France, à partir des caractéristiques des cépages aujourd'hui utilisés, pourraient donc être compatibles avec celles de la période gallo-romaine. L'aug-

49. Cité par Columelle (*De Re Rust.*, I, 1, 5) : « Dans ce livre sur l'agriculture que [Saserna] a laissé, il conclut que la position du ciel a changé de cette observation : des régions qui, auparavant, du fait d'hivers particulièrement froids, ne pouvaient garder aucun pied de vigne ou d'olivier qu'on y avait planté, maintenant que l'ancienne froidure a déchu et que le climat s'est réchauffé, produisent en abondance des récoltes d'olives et des vendanges de Liber [Pater] ». Voir Jean-Pierre Brun, « Annexe, la viticulture en Gaule : *Testimonia* », in Jean-Pierre Brun, Fanette Laubenheimer (dir.), *La viticulture en Gaule, Gallia*, 58, 2001, p. 221-237, voir p. 234.

mentation de 25 % à 50 % de la production potentielle entre le VI^e s. av. J.-C. et le I^{er} s. av. J.-C. calculée par le modèle paraît donc crédible.

D'après les quelques mentions textuelles évoquées plus haut, les effets positifs du réchauffement climatique sur la viticulture semblent avoir été perçus en Italie dès la seconde moitié du II^e s. av. J.-C., c'est-à-dire plus ou moins au moment de la conquête romaine du sud de la Gaule, achevée en 121 av. J.-C. De cette période, on a découvert à Nîmes des tranchées et des fosses de plantation d'un vignoble daté du dernier quart du II^e s. av. J.-C., à moins de 200 m au sud de la limite méridionale de la ville préaugustéenne⁵⁰. Mais les enquêtes archéologiques menées plus largement en Languedoc et Roussillon ne permettent pas de conclure à un développement significatif de la viticulture au I^{er} s. av. J.-C., alors que le climat lui était pourtant devenu très favorable. Cette activité n'aurait pris de l'importance qu'entre la fin du I^{er} s. av. J.-C. et le début du I^{er} s. ap. J.-C.⁵¹. Il y a donc vraisemblablement eu un décalage de plus d'un siècle entre la mise en place de conditions climatiques profitables à la viticulture et son essor effectif en Gaule romaine, porté par la croissance d'une économie de marché amorcée à la période augustéenne.

D'après la carte de potentialité que nous avons réalisée par l'addition d'un ensemble de critères climatiques, environnementaux et géographiques, la viticulture pourrait avoir très largement prospéré à la faveur du *Roman Climatic Optimum* dans le nord de la Gaule (Bretagne, Normandie, Hauts-de-France). Il faut bien reconnaître que les découvertes archéologiques témoignant de cette activité sont somme toute encore peu nombreuses dans ces régions, mais son importance pourrait encore y être largement sous-estimée. D'une manière générale, on rappellera qu'il reste plus difficile de mettre en évidence la viticulture gallo-romaine dans le nord que dans le sud. En Narbonnaise les établissements spécialisés étaient pourvus de *dolia* qui permettent de reconnaître aisément les chais. Dans le nord, le vin était en revanche stocké dans des tonneaux en bois qui n'ont généralement laissé aucune trace. Il est par conséquent plus difficile d'y identifier l'activité viticole, si ce n'est par le biais des autres indices (pressoirs, cuves, outillage, fosses, carporesses...) plus discrets ou dont la fonction viticole n'est pas toujours parfaitement assurée. Les recherches archéologiques pourront donc être stimulées dans ces régions septentrionales de Gaule où la modélisation affiche un bon potentiel, mais où les preuves concrètes de viticulture sont encore rares.

50. Martial Monteil, Sébastien Barberan, Michel Piskorz, Laurent Vidal, « Culture de la vigne et traces de plantation des II^e-I^{er} s. av. J.-C. dans la proche campagne de Nîmes (Gard) », in *Revue archéologique de Narbonnaise*, 32, 1999, p. 67-123.

51. Loïc Buffat et Christophe Pellecuer, « La viticulture antique en Languedoc-Roussillon », in Jean-Pierre Brun, Fanette Laubenheimer (dir.), *La viticulture en Gaule, Gallia*, 58, 2001, p. 91-111.

Conclusion

Pratiquée dès le VI^e s. av. J.-C. dans le sud de la Gaule, notamment autour de Marseille, la viticulture a connu au I^{er} s. ap. J.-C. une forte expansion vers le nord. Ce phénomène peut être relié au développement d'une économie de marché dynamisée par le développement urbain du Haut-Empire, amorcé à partir du principat d'Auguste. Si les facteurs historiques et économiques ont été prépondérants, il apparaît toutefois désormais clairement que le réchauffement climatique de la période romaine a joué un rôle déterminant dans cette dynamique. D'après les résultats de la modélisation LPJmL présentés dans cet article, des rendements potentiels de 60 hl/ha ont pu être atteints dès le I^{er} s. av. J.-C. Si ce chiffre était considéré par l'agronome Columelle comme un seuil de rentabilité pour une exploitation viticole en Italie, celui-ci correspond au rendement moyen actuel de la viticulture spéculative en France. Cette forte augmentation potentielle des rendements sous l'effet du climat a pu améliorer la rentabilité des exploitations et favoriser le décollage de la viticulture en Gaule romaine au début de notre ère. Si Pline (*Hist. Nat.*, XIV, 68) écrivait au début du I^{er} s. ap. J.-C. que la réputation du vin de Narbonnaise ne dépassait pas les frontières de la Gaule, la situation semble avoir rapidement évolué au cours du siècle, comme en témoigne la découverte évoquée plus haut d'amphores de Béziers à Rome dans des contextes du II^e s. ap. J.-C.

A la faveur des conditions climatiques de la période romaine, la viticulture est devenue en Gaule suffisamment compétitive pour concurrencer la production italienne. Cette dernière retirait en effet depuis le II^e s. av. J.-C. d'importants bénéfices de la vente de vin en Gaule, comme en témoignent les amphores italiennes retrouvées sur de nombreux sites du Second Âge du Fer⁵². Le célèbre édit de Domitien de 92 ap. J.-C. - qui préconisait d'arracher la moitié des vignes en Gaule - était certainement une mesure protectionniste de Rome visant à protéger la production italienne de cette concurrence gauloise, manifestement devenue forte à la fin du I^{er} s. ap. J.-C. Si cet édit ne fut probablement pas appliqué, l'autorisation accordée par l'empereur Probus à la fin du III^e s. ap. J.-C. de planter des vignobles en Gaule encouragea très certainement cette activité⁵³. Au IV^e s. ap. J.-C., les vignobles de la Moselle et de la Garonne affichaient un beau dynamisme, d'après l'évocation poétique qui nous en est donnée par Ausone (*Idylles*, 10)⁵⁴. Ces vignobles ont peut-être d'ailleurs concurrencé ceux de la Narbonnaise, dont le déclin semble avoir été irrémédiable après le III^e s. ap. J.-C.⁵⁵. Si d'après les proxies paléoclimatiques, le climat de la fin de l'Antiquité apparaît marqué par un refroidissement par rapport à celui du Haut-Empire, celui-ci n'était pas encore vraiment défavorable à la viticulture. L'empereur Julien, qui visita l'Île-de-France à la fin du IV^e s. ap. J.-C., y louait par exemple la qualité de la vigne qu'il attribuait

52. Michel Bats, « Le vin italien en Gaule aux II^e-I^{er} s. av. J.-C., problèmes de chronologie et de distribution », in *Dialogues d'histoire ancienne*, 12, 1986, p. 391-430.

53. Roger Dion, *op. cit.*

54. Bernadette Schnitzler, *op. cit.*

55. Loïc Buffat et Christophe Pellecier, *op. cit.*

à l'ensoleillement des hivers⁵⁶. De toute évidence, la viticulture connaissait encore de beaux jours au Bas-Empire dans le nord de la Gaule. Le modèle prédictif que nous avons réalisé montre d'ailleurs que les conditions géographiques et environnementales y étaient favorables à son développement, notamment dans le quart nord-ouest. Gageons que les progrès de l'archéologie préventive permettront de tester à l'avenir la valeur de cette prédiction.

*Nicolas Bernigaud,
Alberte Bondeau,
Joël Guiot*

56. Jean-Pierre Brun, « La viticulture en Gaule : *Testimonia* », in Jean-Pierre Brun, Fanette Laubenheimer (dir.), *La viticulture en Gaule, Gallia*, 58, 2001, p. 221-237 : « Les habitants de la région [de Lutèce] ont un hiver plus ensoleillé. Il pousse chez eux une vigne de qualité et d'aucuns sont déjà parvenus à avoir des figiers » (p. 228).

