



**HAL**  
open science

## Un essai de modélisation prédictive du peuplement en haute vallée du Rhône

Jean-François Berger, Gourguen Davtian, Nicolas Bernigaud, Grégory Gaucher, Stéphane Bleu, Robert Royet, Benoît Helly, Pierre-Gil Salvador, Andrea Balbo, Elodie Poirson, et al.

### ► To cite this version:

Jean-François Berger, Gourguen Davtian, Nicolas Bernigaud, Grégory Gaucher, Stéphane Bleu, et al.. Un essai de modélisation prédictive du peuplement en haute vallée du Rhône. Jean-François Berger; Frédérique Bertoncello; Frank Braemer; Gourguen Davtian; Michiel Gazenbeek. Temps et Espaces de l'homme en société, analyses et modèles spatiaux en archéologie, XXVe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, APDCA, pp.117-122, 2005, 2-904-110-40-2. hal-04394741

**HAL Id: hal-04394741**

**<https://hal.science/hal-04394741>**

Submitted on 18 Jan 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

# Un essai de modélisation prédictive du peuplement en haute vallée du Rhône

**Jean-François BERGER\***, **Gourguen DAVTIAN\***, **Nicolas BERNIGAUD\***,  
**Grégory GAUCHER**, **Stéphane BLEU**, **Robert ROYET**, **Benoît HELLY**,  
**Pierre-Gilles SALVADOR**, **Andréa BALBO**, **Élodie POIRSON**,  
**Sylvie PERRIN-TOININ**, **Marc THÉVENIN**

## Résumé

Nous analysons la relation entre la localisation des sites archéologiques historiques et les caractéristiques environnementales et paysagères de l'Isle Crémieu (Nord-Isère, France). Cette étude repose sur une chaîne de traitements (prospections archéologiques, reconstitutions paléopaysagères, statistiques spatiales sous SIG) qui oriente les recherches archéologiques en cours, et montre la nécessité de va-et-vient permanents du laboratoire au terrain dans une optique de vérification et d'alimentation des modèles.

## Abstract

We analyze the relationship between the location of the historic archaeological sites and the environmental and landscape characteristic of the *Isle Crémieu* (northern Isere, France). This study is based on a data processing sequence (archaeological surveys, palaeolandscapes reconstructions, spatial statistics under GIS), which guides archaeological research in progress and shows the need for permanent communication between the laboratories and the field study to verify and to supply the models.

\*\*\*

Un programme interdisciplinaire et diachronique, qui associe des organismes d'État divers (SRA Rhône-Alpes, Universités, CNRS et INRAP) et le Conseil général de l'Isère, s'est fixé pour but de comprendre la co-évolution société-nature. L'un des objectifs est la réflexion sur le potentiel archéologique régional et la reconstitution spatio-temporelle de l'occupation du sol. Dans ce but, nous effectuons des campagnes de prospection archéologique ciblées dans des unités géomorphologiques dont la dynamique du paysage est connue.

La région, localisée entre les zones bioclimatiques méditerranéenne et médio-européenne, s'étend sur plus de 1 000 km<sup>2</sup> et présente plusieurs unités physiographiques, modélées en grande partie par les processus fluvio-glaciaires au cours de la dernière glaciation. Cette zone péri-alpine entre Jura et Dauphiné

---

\* CÉPAM-CNRS, UMR 6130, 250, rue Albert Einstein, F-06560 Valbonne. Mél. : [berger@cepam.cnrs.fr](mailto:berger@cepam.cnrs.fr) ; [davtian@cepam.cnrs.fr](mailto:davtian@cepam.cnrs.fr) ; [nicolas.bernigaud@wanadoo.fr](mailto:nicolas.bernigaud@wanadoo.fr)

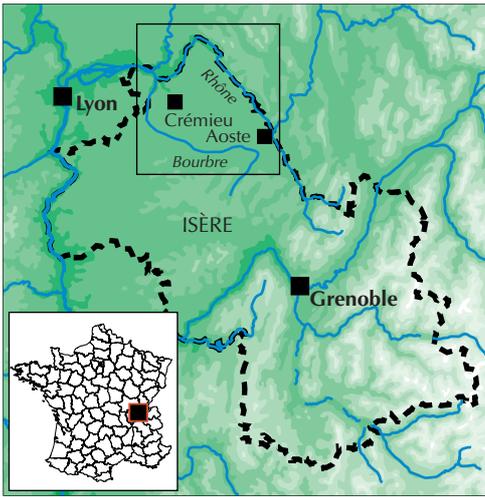


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude.

comprend le plateau calcaire de l'Isle Crémieu, la confluence entre le Rhône et la Bourbre, l'ombilic des Basses Terres et le cône du Guiers, situés aux pieds des versants du Bugey (fig. 1).

### La base de données archéologique

Sur cette aire géographique, plus de 1 000 sites archéologiques ont été intégrés dans la carte archéologique du SRA Rhône-Alpes depuis plus de 20 ans. Des prospections conduites dans différentes unités de paysage (échantillons) continuent à alimenter cette base de données. Dans l'état actuel des recherches, les périodes pré-romaines sont encore mal représentées. Les traces d'occupations gauloises récentes et surtout gallo-romaines contrastent par leur abondance (fig. 2). À partir de

l'époque augustéenne les sites présents sont nombreux sur le secteur étudié, tels que les *villae* et leurs dépendances, les *vicus* et les ateliers d'artisans. Cet état des sources archéologiques résulte d'une polarisation ancienne de la recherche sur cette période. Les données sur le Moyen Âge apparaissent encore lacunaires, par manque d'études (fig. 2). Le travail de localisation et d'intégration des sites modernes, réalisé à partir de la carte de Cassini, a augmenté de façon considérable le nombre de sites intégrés dans le SIG (617 sites) et a permis de définir les principales tendances de l'occupation à la fin de l'Ancien Régime (fig. 3). Leur répartition est spatialement homogène et non affectée par des biais de recherche ou taphonomiques. Elle apparaît lacunaire car l'habitat dispersé manque souvent sur la carte de Cassini. Le nettoyage de la base de données, qui a concerné le degré de précision dans la localisation des sites, l'attribution chrono-culturelle et le degré de fiabilité archéologique, a réduit l'échantillon de près de 40 %.

### Méthodologie, construction des couches environnementales

Le traitement de l'information archéologique et environnementale s'effectue sous SIG (logiciels ArcGis et Idrisi). Pour l'élaboration du modèle, la chaîne d'analyses comprend le test du  $\chi^2$  de Pearson pour estimer la représentativité des échantillons au sein des unités spatiales retenues, et enfin des opérations de superposition booléenne de chaque carte thématique obtenue, dans le but de proposer un zonage des secteurs les plus attractifs pour l'occupation humaine, par période. Le modèle prédictif se limite à déterminer des zones dans lesquelles la probabilité de découverte de gisements archéologiques est forte et d'autres où elle est faible.

La création de couches thématiques en mode raster sous SIG repose principalement sur des calculs effectués à partir du modèle numérique de terrain (orientation des pentes, exposition ou taux d'ensoleillement moyen, altitude), des cartes

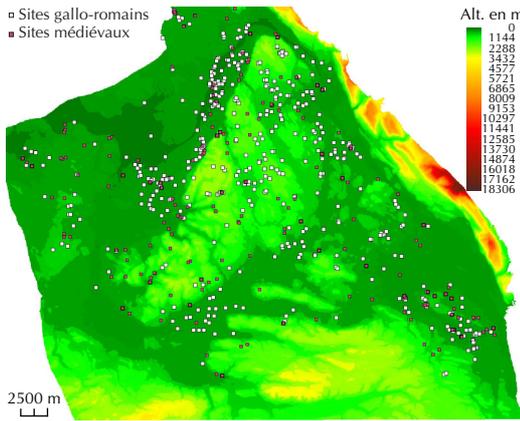


Fig. 2. Répartition des sites gallo-romains et médiévaux.

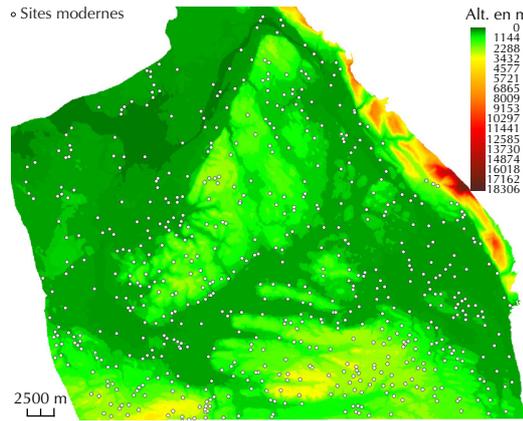


Fig. 3. Répartition des sites modernes.

géologiques de la France au 1:50 000<sup>e</sup>, des réseaux viaires anciens, des zones humides et du réseau hydrographique ancien. Pour la pertinence des analyses statistiques, le nombre de classes des couches environnementales a été réduit.

Contrairement aux nombreuses études réalisées dans la mouvance de l'*Environmental archaeology* anglo-saxonne (Site Catchment analysis) depuis le début des années 1970 (Higgs, Vita Finzi, 1972), qui sont restées trop souvent théoriques dans leurs applications, ou se sont fondées sur les caractéristiques actuelles de l'environnement des sites, nous insistons sur les profondes transformations qui ont affecté les écosystèmes depuis la fin de la période protohistorique dans le Nord-Isère. Ces phénomènes posent de nombreux problèmes méthodologiques et conceptuels pour la restitution cartographique des paléopaysages et de leur potentiel. Ceux-ci ne peuvent être approchés que par l'étude systémique. La cartographie des caractères hydrographiques (fig. 4) repose ainsi sur des analyses régressives du paysage (photo-interprétation, cartes anciennes), des études en télédétection par classification supervisée et des analyses géoarchéologiques (télédétection, carottages) qui permettent de recons-

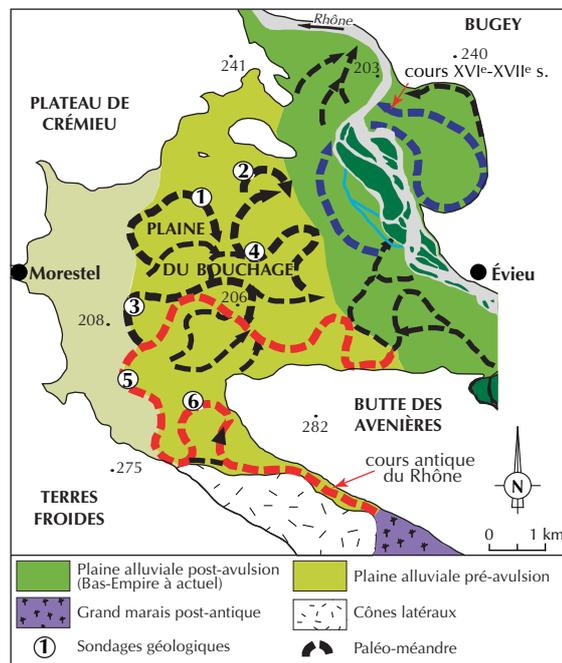


Fig. 4. Carte géomorphologique détaillée des formations fluviales et palustres holocènes du Rhône dans les Basses Terres dauphinoises (d'après Salvador et al., 2004).

tituer les caractères propres à chaque période archéologique étudiée. Les variations du tracé des cours d'eau ont fait l'objet d'études récentes en photo-interprétation, en géomorphologie et en sédimentologie (Salvador *et al.*, 2004).

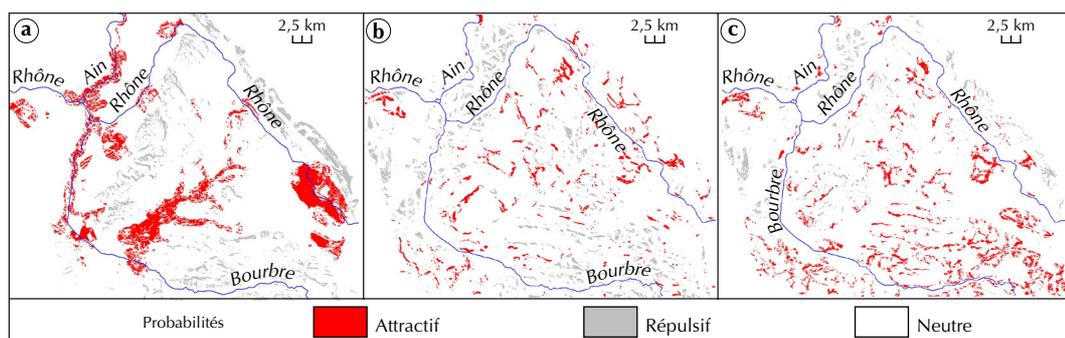
### Méthode d'élaboration du modèle

En présence d'une distribution de sites que nous considérons *a priori* aléatoire, nous testons l'hypothèse de sa normalité. Nous recherchons alors la distribution théorique que nous aurions dû observer dans le cas d'une loi normale de moyenne  $m$  et d'écart type ( $\sigma$ ). L'effectif théorique ( $nt$ ) est proportionnel à la surface occupée dans la zone d'étude par l'élément considéré. Sur la base de ce traitement, on peut établir une probabilité de présence/absence de sites pour chacune des catégories des variables environnementales significatives, interprétée en zones favorables ou non à l'implantation de sites. La modélisation réalisée est inductive et consiste en une superposition booléenne de toutes les couches environnementales significatives avec l'opérateur logique ET.

### Résultats

Le modèle montre des zones de très forte, forte, faible et très faible probabilité de présence de sites archéologiques (fig. 5). L'analyse statistique et la fusion booléenne des diverses couches thématiques permettent de saisir des différences dans la structure de l'occupation du sol entre les trois époques choisies. Si une rupture s'observe entre l'Antiquité et le Moyen Âge, une continuité semble s'affirmer du Moyen Âge à la période moderne, notamment par rapport au réseau routier actuel (fig. 6). Cependant des données, encore non intégrées au modèle, montrent une certaine continuité dans l'implantation et l'occupation du sol de l'Antiquité au VII<sup>e</sup> siècle dans certains secteurs comme les Basses Terres (Bleu *et al.*, en cours).

La comparaison des modèles construits en 1999 et 2002 est instructive. La carte de 1999, établie sur la base d'une exploitation peu dégrossie et peu critique des données de la carte archéologique, et celle de 2002, construite après plusieurs campagnes de prospection, montrent que les zones de forte probabilité de présence de sites archéologiques ont peu évolué pour la période médiévale qui privilégie les positions en bords de falaises et de collines (fig. 5), alors qu'elles ont été modifiées de manière conséquente pour l'Antiquité (fig. 5 et 6). Les basses plaines alluviales et les cuvettes palustres sont attractives pendant la période antique, tandis que les plateaux calcaires ou mollassiques apparaissent répulsifs (fig. 5 et 6). Des tests de prospection effectués récemment montrent que la tendance est en partie confirmée dans les zones mollassiques, mais qu'elle tend à diminuer dans les zones calcaires collinéennes où un semis de petits habitats ruraux antiques existe bien en association avec quelques *villae* (Royet comm. pers.). Après prospection, les surfaces de très forte probabilité augmentent d'un peu plus de 30 % pour la période romaine (de 78,9 à 113,8 km<sup>2</sup>) et de moins de 10 % pour la période médiévale (de 105 à 112 km<sup>2</sup>). Les sites modernes se répar-



**Fig. 5.** Résultats spatialisés du modèle prédictif pour les 3 périodes : a, période gallo-romaine ; b, période médiévale ; c, période moderne (XVIII<sup>e</sup> s.).

	Gallo-romaine	Médiévale	Moderne
<b>Altitude</b>	Zones basses : 175-250 m	Bords de falaise, collines : 200-500 m	Zones élevées : 250-300 m à 400-450 m
<b>Pente</b>	Faible : 0-6 %	Modérées et fortes : 1-15 %	Modérées : 1-9 %
<b>Exposition</b>	Sans, S-E, S, O	S-E, S, S-O, O, N-O	Sud, majoritairement
<b>Hydrographie</b>	Zones proches < 30 min	Zones proches < 30 min	Zones proches : < 1 h
<b>Marais</b>	Zones proches < 1 h 30 min	Zones intermédiaires : de 15 min à 2 h	-
<b>Géologie</b>	Alluvions, moraines internes	Moraines, calcaires durs, marnes	Moraines, molasses
<b>Réseau routier (actuel)</b>	-	Zones proches : < 15 min	Zones proches : < 15 min

**Fig. 6.** Relations spatiales entre les données environnementales et archéologiques.

tissent plutôt sur les collines et plateaux morainiques et mollassiques (fig. 6). Cette singularité s'explique par une phase d'expansion agraire très importante qui s'amorce au moins dès les XIV<sup>e</sup>-XV<sup>e</sup> siècles et culmine aux XVII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècles. Elle confirme la continuité entre le bas Moyen Âge et la période moderne. Le faible attrait des substrats alluviaux (fig. 6) s'explique sans doute par les problèmes hydrologiques du petit âge glaciaire (torrentialité, tressage).

Le modèle prédit qu'un peu moins de 10 % de la surface de l'Isle Crémieu est très sensible à la présence de vestiges antiques. Le taux est identique pour la période médiévale, mais la localisation des secteurs sensibles est différente (plus centrée sur les reliefs), ce qui revient en fait à doubler la surface globale de risque archéologique. Il apparaît donc hâtif et dangereux de globaliser des zones à forts risques archéologiques, sans avoir préalablement effectué des études qualitatives sur les dynamiques d'occupation des sols pour chaque grande période culturelle. Avec l'intégration des périodes plus anciennes au modèle, la surface des zones archéologiques sensibles sera encore plus étendue.

### Retour sur une expérience : comment optimiser les modèles prédictifs ?

Les résultats présentés sont à utiliser avec la plus grande prudence. En effet, le caractère non systématique des données de prospection, les nombreux biais taphonomiques, la difficulté formelle de restituer les paléopaysages, constituent autant de lacunes se repercutant sur les modèles prédictifs.

La pertinence des analyses statistiques est en grande partie liée à la qualité et à l'homogénéité des données archéologiques. Dans notre zone d'étude, plusieurs unités physiographiques ont été prospectées telles que les plaines alluviales et les dépressions marécageuses, tandis que les reliefs ont été négligés, ou du moins peu prospectés (contrainte forestière). Pour l'Antiquité, le poids de l'effectif des sites dans les plaines alluviales oriente donc très fortement la tendance générale du modèle, alors que celui des reliefs est faible à inexistant. La période médiévale, encore très lacunaire, doit maintenant concentrer les efforts de prospection.

La carte archéologique est directement tributaire des modifications de l'environnement. La construction de nouvelles cartes présentant des unités paysagères à dynamiques pédo-sédimentaires distinctes pourra avantageusement corriger notre modèle prédictif. Seule une démarche de ce type permettra à terme de pouvoir estimer de manière prudente la quantité de sites enfouis réellement sous les formations superficielles holocènes (Verhagen, Berger, 2001).

Les méthodes statistiques induisent, elles aussi, des erreurs. La nécessité de créer des classes pour effectuer des analyses statistiques entraîne une perte d'informations qui peut être préjudiciable à l'obtention d'un modèle cohérent. Les regroupements sont un compromis entre la constitution de catégories homogènes et de taille non négligeable. Enfin, les résultats obtenus ne sont pas définitifs, ils représentent une esquisse provisoire des zones archéologiquement sensibles. Le poids des études géoarchéologiques pour estimer les biais taphonomiques est considérable. Les différences observées entre les deux modèles mettent bien en valeur l'état non figé des modélisations et la nécessité d'investir en continu sur le terrain pour les alimenter et les faire évoluer vers une plus juste réalité. C'est à cette seule condition que les modèles pourront être utilisés comme un outil d'aide à la décision par les services du ministère de la Culture et ceux qui ont en charge l'archéologie préventive : l'INRAP et les collectivités territoriales.

### **Bibliographie**

- BLEU S., HELLY B., PERRIN-TOININ S. *et al.*, 2004.– Opération de prospection-inventaire diachronique dans le bassin des Avenières et ses abords, *in* : J.-F. Berger (dir.), *Rapport intermédiaire du PCR « Peuplement et milieu en Bas-Dauphiné (Isle Crémieu) de l'apparition de l'agriculture à l'époque moderne »*, 6 p.
- HIGGS E. S., VITA-FINZI C., 1972.– Prehistoric economies : a territorial approach, *in* : E. S. Higgs (éd.), *Papers in Economic Prehistory*, Cambridge University Press, p. 27-36.
- SALVADOR P.-G., BERGER J.-F., GAUTHIER E., VANNIÈRE B., 2004.– Holocene fluctuations of the Rhône river in the alluvial plain of the Basses Terres (Isère, Ain, France), *Quaternaire*, 15 (1-2), p. 177-186.
- VERHAGEN P., BERGER J.-F., 2001.– Predictive modelling of buried archaeological sites in the Tricastin-Valdaine Region (Middle Rhone Valley, France), « CAA 2000 : Computing archaeology for understanding the past », *in* : Z. Stancic, T. Veljanovic (eds), *Joint CAA/UISPP Commission IV conference*, 18-21 April 2000, Ljubjana, Slovenia, BAR International Series, 931, p. 219-231.