



HAL
open science

Attracteurs environnementaux et modélisation prédictive de l'expansion rubanée (LBK) à travers l'Europe (c. 5550-4900 BCE)

Robin Brigand, Jérôme Dubouloz, Olivier Weller

► To cite this version:

Robin Brigand, Jérôme Dubouloz, Olivier Weller. Attracteurs environnementaux et modélisation prédictive de l'expansion rubanée (LBK) à travers l'Europe (c. 5550-4900 BCE). APDCA, 2023, Actes des 42es rencontres internationales d'archéologie et d'histoire de Nice côte d'Azur. hal-04299886

HAL Id: hal-04299886

<https://hal.science/hal-04299886>

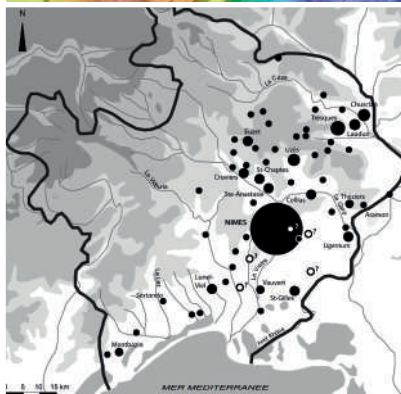
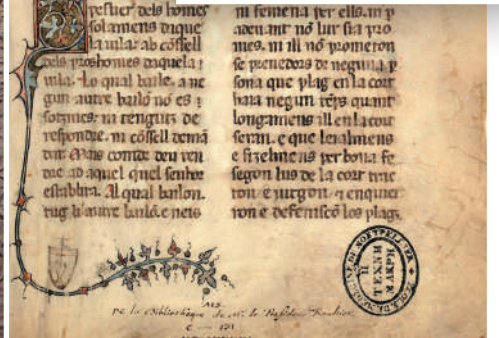
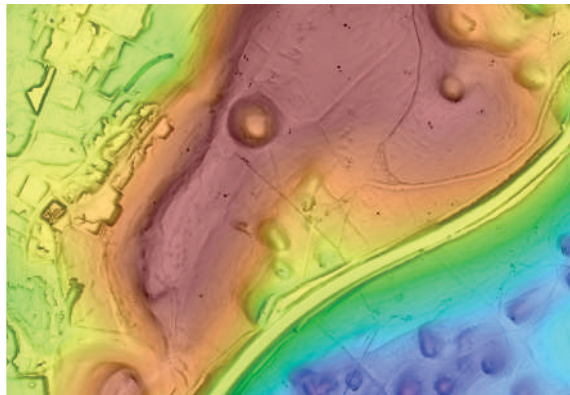
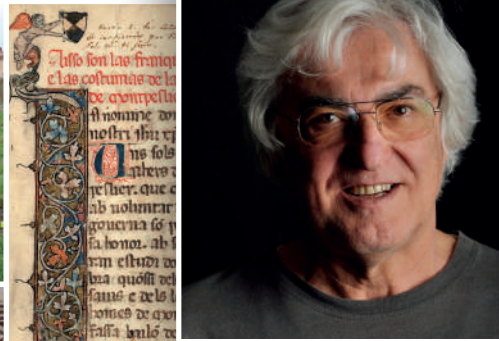
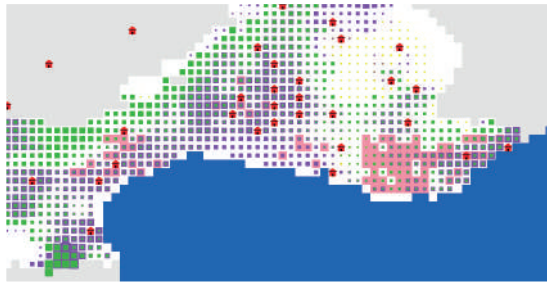
Submitted on 22 Nov 2023

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.

ACTES DES 42^{es}

RENCONTRES INTERNATIONALES D'ARCHÉOLOGIE ET D'HISTOIRE
NICE CÔTE D'AZUR



DYNAMIQUES DES PEUPELEMENTS, DES TERRITOIRES ET DES PAYSAGES

Bilan et perspectives en archéologie spatiale, hommages à Jean-Luc Fiches

sous la direction de
FRÉDÉRIQUE BERTONCELLO, MARIE-JEANNE OURIACHI, LAURE NUNINGER, FRANÇOIS FAVORY

DYNAMIQUES DES PEUPELEMENTS, DES TERRITOIRES ET DES PAYSAGES

Bilan et perspectives en archéologie spatiale,
hommages à Jean-Luc Fiches

*Settlement, territory and landscape dynamics:
Assessment and prospects in spatial archaeology,
tribute to Jean-Luc Fiches*

ASSOCIATION POUR LA PROMOTION ET LA DIFFUSION DES CONNAISSANCES ARCHÉOLOGIQUES

30 rue Tondui de l'Escarène — F-06000 Nice

Relecture des textes

Anne Guérin-Castell

**We are grateful to the Université Côte d'Azur Office of International Scientific
Visibility for English language editing of the manuscript**

Secrétariat d'édition

CEPAM UMR7264

Légendes des illustrations en couverture (conception et réalisation par F. Bertoncello et M.-J. Ouriachi) :

1. Capture d'écran de l'interface ©NetLogo du modèle ROMCLIM (RDMed). Nicolas Bernigaud (CEREGE UMR 7330, AMU).
2. Campagne d'acquisition LIDAR autour de l'Étang de Manguio (Hérault), 2006, ATIP Lidor (UMR 6249). Cliché Laure Nuninger, CC-BY-NC-SA.
3. Extrait du manuscrit *Thalamus* (vers 1295), cote H 119, Bibliothèque universitaire historique de médecine, Université de Montpellier, Montpellier. Crédits photographiques SCDI de Montpellier – Service photographique.
4. Jean-Luc Fiches en décembre 2010. Cliché Pierre Salles.
5. Visualisation d'un MNT Lidar, Forêt de Chailluz (Besançon, Doubs), 2010, LIEPPEC (UAR 3124). Laure Nuninger, CC-BY-NC-SA.
6. Autel funéraire de *Caius Coelius Sestertius* et de *Caius Coelius Felix* provenant de Callian (Var). Cliché Marie-Jeanne Ouriachi, 2018.
7. Répartition des autels à décor de rinceaux dans la cité de Nîmes. Jean-Luc Fiches, Madeleine Sintès-Aïoutz (CNRS-CRA) : Fiches J.-L., Arts et pratiques funéraires des élites dans la cité des Volques arécomiques. In: Cébeillac-Gervasoni M. et al. éd., *Autocélébration des élites locales dans le monde romain. Contextes, textes, images (II^e s. av. J.-C. - III^e s. ap. J.-C.)*. Clermont-Ferrand, Presses Universitaires Blaise Pascal, CRCA, Collection ERGA - 7, 2004, 403-421.
8. Prospections archéologiques à Fréjus (Var). Cliché Frédérique Bertoncello, 2014.

Pour toute information relative à la diffusion de nos ouvrages,
merci de bien vouloir contacter

LIBRAIRIE ARCHÉOLOGIQUE

1, rue des Artisans, BP 90, F-21803 Quetigny Cedex

Tél. : 03 80 48 98 60 - infos@librairie-archeologique.com

Site internet : www.librairie-archeologique.com

© APDCA, Nice, 2023

ISSN 2402-6220

ISBN 2-904110-65-8

RENCONTRES INTERNATIONALES D'ARCHÉOLOGIE ET D'HISTOIRE
NICE CÔTE D'AZUR

DYNAMIQUES DES PEUPLEMENTS, DES TERRITOIRES ET DES PAYSAGES

Bilan et perspectives en archéologie spatiale,
hommages à Jean-Luc Fiches

*Settlement, territory and landscape dynamics:
Assessment and prospects in spatial archaeology,
tribute to Jean-Luc Fiches*

ACTES DES RENCONTRES

12-14 octobre 2022

Sous la direction de

Frédérique Bertoncello, Marie-Jeanne Ouriachi, Laure Nuninger et François Favory

Avec le concours

de l'Académie d'Excellence « Homme, Idées et Milieux », Idex UCAJEDI
du CEPAM UMR 7264 - Cultures, Environnements : Préhistoire, Antiquité, Moyen Âge
de l'EUR ODYSSEE – Sciences de la Société et de l'Environnement, Université Côte d'Azur
de la Maison de l'Étudiant Olivier Chesneau
de la Maison des Sciences de l'Homme et de l'Environnement Claude-Nicolas Ledoux (MSHE UAR 3124)
du Service Archéologique de la Métropole Nice Côte d'Azur
de l'Université Côte d'Azur
de la Ville de Nice

Éditions APDCA – Nice – 2023

Organisation scientifique

BERTONCELLO Frederique (Université Côte d'Azur, CNRS, CEPAM – UMR 7264 CNRS, Nice)

OURIACHI Marie-Jeanne (Université Côte d'Azur, CEPAM – UMR 7264 CNRS, Nice)

NUNINGER Laure (CNRS, UMR 6249 Chrono-Environnement, Besançon)

FAVORY François (Université de Franche-Comté, UAR 3124, MSHE Cl.-N. Ledoux, Besançon)

Comité scientifique

- BERNIGAUD Nicolas (Chercheur associé à l'UMR 5140 ASM, Montpellier)
- BERTONCELLO Frederique (CR CNRS, Université Côte d'Azur, CNRS, CEPAM – UMR 7264 CNRS, Nice)
- BRAEMER Frank (DR CNRS émérite, Université Côte d'Azur, CNRS, CEPAM – UMR 7264 CNRS, Nice)
- CHAMBRADÉ Marie-Laure (Post-doctorante Marie Skłodowska-Curie H2020, CNRS, CEPAM – UMR 7264 CNRS, Nice/
Oriental Institute, University of Chicago, Chicago, USA)
- CHRISTOL Michel (Paris 1 Panthéon-Sorbonne, UMR 8210 ANHIMA, Paris)
- FAVORY François (PU émérite, Université de Franche-Comté, UAR 3124, MSHE Cl.-N. Ledoux, Besançon)
- FOVET Elise (IE CNRS, MSH Clermont-Ferrand, Clermont-Ferrand)
- GAUTHIER Estelle (MCF, Université de Franche-Comté, UMR 6249 Chrono-Environnement, Besançon)
- JUNG Cécile (IR, INRAP, UMR 5140 ASM, Montpellier)
- KHALIDI Lamya (CR Université Côte d'Azur, CNRS, CEPAM – UMR 7264 CNRS, Nice)
- NUNINGER Laure (CR CNRS, UMR 6249 Chrono-Environnement, Besançon)
- NÜSSLEIN Antonin (CR CNRS, UMR 7044 Archimède, Strasbourg)
- OURIACHI Marie-Jeanne (MCF Université Côte d'Azur, CEPAM – UMR 7264 CNRS, Nice)
- PELLECUER Christophe (Conservateur en chef du patrimoine, Ministère de la Culture et de la Communication,
UMR 5140 ASM, Montpellier)
- RODIER Xavier (IR CNRS, UMR 7324 CITERES, MSH Val de Loire, Tours)
- SANDERS Lena (DR CNRS, UMR 8504 Géographie-cités, Paris)
- SCHNEIDER Laurent (DR CNRS, Directeur des études cumulant EHESS, UMR 5648 CIHAM, Lyon)
- VAN DER LEEUW Sander (Professor of Anthropology, Arizona State University School of Sustainability, Tempe, USA)
- VERHAGEN Philip (Assistant Professor, Faculty of Humanities, Vrije Universiteit, Amsterdam, Pays-Bas)

Administration, gestion et logistique du colloque

- AGASSIS Doriane (doctorante, Université Côte d'Azur, UMR 7264 CEPAM,
Nice et Université Paris-Nanterre, UMR ArScAn-UMR 7041, Nanterre)
- BLANC-GARIDEL Fabien (responsable du Service d'Archéologie de la Métropole Nice Côte d'Azur, Nice)
- CHETIVEAUX Delphine (gestionnaire CNRS, Université Côte d'Azur, CNRS, CEPAM – UMR 7264 CNRS, Nice)
- GOMEZ Anne-Marie (gestionnaire CNRS, Université Côte d'Azur, CNRS, CEPAM – UMR 7264 CNRS, Nice)
- PASQUALINI ANTOINE (IE CNRS, Université Côte d'Azur, CNRS, CEPAM – UMR 7264 CNRS, Nice)

SOMMAIRE

- 9** Michel Lauwers
AVANT-PROPOS
- 11** Frédérique Bertonecello, Marie-Jeanne Ouriachi, Laure Nuninger
INTRODUCTION
- 13** François Favory
JEAN-LUC FICHES, UN PIONNIER DE L'ARCHÉOLOGIE SPATIALE
- 21** Michel Christol, Marie-Jeanne Ouriachi
RE-PENSER LES LIMITES DU TERRITOIRE DE LA CITÉ DE NÎMES
- 33** Marie-Laure Le Brazidec, Maxime Scrinzi
LA VALLÉE DU VIDOURLE. UNE FENÊTRE SUR LES DYNAMIQUES MONÉTAIRES AU CŒUR DU TERRITOIRE ARÉCOMIQUE
ENTRE LE 1^{er} SIÈCLE AV. ET LE 11^e SIÈCLE APR. J.-C.
- 45** Pierre Séjalon, Magali Watteaux, Simone Grosso
BILAN ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE SUR LES DYNAMIQUES DE STRUCTURATION DES PAYSAGES À NÎMES
DEPUIS LA PROTOHISTOIRE
- 55** Cristina Gandini
FORCES ET LIMITES DE LA DOCUMENTATION ARCHÉOLOGIQUE DANS LE TERRITOIRE DES OSISMES. POUR UNE ANALYSE DES
FORMES DE L'HABITAT RURAL ET DES DYNAMIQUES DU PEUPEMENT, DU SECOND ÂGE DU FER À LA FIN DE L'ÉPOQUE ROMAINE
- 67** Patrick Digelman, Bérange Jossier (coll. Stephen Giner, Nathalie Gonzalez, Jean-Antoine Segura)
APPROCHES SUR LE PEUPEMENT DU BASSIN DE LA NARTUBY À DRAGUIGNAN (VAR, FRANCE).
DE L'ÂGE DU FER AU HAUT MOYEN ÂGE
- 81** Noémie Luault
MODÉLISER LES TERROIRS D'UNE VALLÉE PYRÉNÉENNE ENTRE ANTIQUITÉ ET MOYEN ÂGE.
PREMIERS ESSAIS EN CERDAGNE (EST DES PYRÉNÉES)
- 93** Frédérique Bertonecello, Laure Nuninger, Marie-Jeanne Ouriachi
DE LA CARACTÉRISATION DES SYSTÈMES DE PEUPEMENT À LA MODÉLISATION DE LEUR DYNAMIQUE.
RETOUR SUR 40 ANS D'ÉLABORATION COLLECTIVE
- 107** Carine Calastrenc, François Baleux, Nicolas Poirier, Christine Rendu, Pierre Campmajo, Nicolas
Dobigeon, Nicolas Mellado, Claire Marais-Sicre, Marie-Claude Bal, Magali Philippe, Muriel Llubes
INSPECTER LES MONTAGNES AUTREMENT. RENOUVELLEMENT MÉTHODOLOGIQUE DE LA PROSPECTION ARCHÉOLOGIQUE
DES TERRAINS D'ALTITUDE

- 121** Nicolas Poirier, Florent Hautefeuille, Carine Calastrenc, Christine Rendu, Jean-Loup Abbé
COMPLÉTER ET ANIMER LA CARTE. VERS UNE ANALYSE SPATIALE CONTINUE DES DYNAMIQUES D'OCCUPATION DU SOL
DANS LE SUD-OUEST DE LA FRANCE
- 133** Gabriel Rocque, Eric Yény, Franck Chaléat
CIRCULER LE LONG DE LA RIVIÈRE ALLIER. RELECTURE CRITIQUE DES AXES DE CIRCULATION ANCIENS DANS LES TERROIRS
ET LES AGGLOMÉRATIONS DU VAL D'ALLIER
- 147** Émilie Comes-Trinidad
GESTION DE L'INCERTITUDE DANS LA SPATIALISATION DES DONNÉES TEXTUELLES MÉDIÉVALES ET MODERNES.
L'EXEMPLE DU BASSIN VERSANT DE L'EYRIEUX (ARDÈCHE)
- 153** Fiona Laviano, Frédérik Saltré, Lee J. Arnold, Corey J. A. Bradshaw
ACCOUNTING FOR UNCERTAINTIES WHEN MAPPING PAST SPECIES RANGE SHIFTS. THE CASE OF NEANDERTHALS
- 167** Laure Nuninger, Xavier Rodier, Thérèse Libourel, Lena Sanders
À PROPOS DE L'ONTOLOGIE EN ARCHÉOLOGIE SPATIALE
- 179** Antonin Nüsslein, Zoran Čučković
DOMINI OCVLUS. POTENTIEL DE VISIBILITÉ ET INTERVISIBILITÉ DES HABITATS DE LA PÉRIODE ROMAINE SUR LE PLATEAU LORRAIN
- 191** Marek Vlach, Balázs Komoróczy, Michaela Kmošková, Stanislav Sofka, Alina Szabová,
Václav Smrčka, Pavla Růžičková, Johana Malíšková
MULTIPROXY APPROACH TOWARDS THE COMPLEX UNDERSTANDING OF THE GERMANIC CHIEFDOM SOCIETIES
OF THE MIDDLE DANUBE REGION DURING THE ROMAN PERIOD. AN OUTLINE OF THE RESEARCH PROJECT
- 203** Florian Couderc, Laurent Aubry, Caroline Hamon, Michael Ilett
TERRITOIRES ET STRATÉGIES D'IMPLANTATION DES SITES DES PREMIERS AGRICULTEURS-ÉLEVEURS NÉOLITHIQUES D'EUROPE OCCIDENTALE
L'EXEMPLE DU RUBANÉ DE LA VALLÉE DE L' AISNE (FRANCE)
- 215** Robin Brigand, Jérôme Dubouloz, Olivier Weller
ATTRACTEURS ENVIRONNEMENTAUX ET MODÉLISATION PRÉDICTIVE DE L'EXPANSION RUBANÉE (LBK)
À TRAVERS L'EUROPE (C. 5550 – 4900 BCE)
- 225** Nicolas Bernigaud, Frédérique Bertoncello, Marie-Jeanne Ouriachi, Joël Guiot, Alberte Bondeau
SIMULATION ET SYSTÈMES MULTI-AGENTS (SMA). BILAN ET PERSPECTIVES POUR L'ARCHÉOLOGIE DU PEUPLEMENT,
DES PAYSAGES ET DE L'ENVIRONNEMENT
- 239** Dries Daems
SIMULATING HUMAN IMPACT AND COMMUNITY FORMATION FROM THE IRON AGE TO HELLENISTIC TIMES
IN SOUTHWEST ANATOLIA
- 247** Sander van der Leeuw
SPATIAL ARCHAEOLOGY AND ENVIRONMENTAL CRISIS. THE LAST FORTY YEARS

AVANT-PROPOS

Michel Lauwers^a

Les 42^e Rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire de Nice Côte d'Azur entendent faire le point sur les « dynamiques des peuplements, des territoires et des paysages » dans les mondes anciens et/ou dans la longue durée, au sein de l'archéologie spatiale. Cette thématique est notamment portée par l'une des équipes de l'UMR CEPAM qui a organisé cette manifestation à l'automne 2022, l'équipe DYNAPP (« Dynamiques des peuplements et des paysages »), tout particulièrement par Frédérique Bertonecello et Marie-Jeanne Ouriachi, en collaboration avec Laure Nuninger et François Favory. Ces 42^e Rencontres constituent ainsi une co-production des laboratoires « Cultures et Environnements. Préhistoire, Antiquité, Moyen Âge » de l'Université Nice Côte d'Azur et « Chrono-Environnements » de l'Université de Besançon.

Il s'agissait d'une édition un peu particulière des Rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire, en raison de l'hommage que nous avons voulu rendre à Jean-Luc Fiches, disparu dix ans plus tôt. Jean-Luc Fiches fut un « pionnier de l'archéologie spatiale », comme le rappelle dans ce volume son collègue et ami François Favory. Entre 1987 et 1998, Jean-Luc Fiches fut aussi le directeur-adjoint des équipes réunies au sein du « Centre de Recherches Archéologiques » (CRA), dont il dirigeait la partie établie à Valbonne/Sophia Antipolis, principal ancêtre de l'actuelle UMR CEPAM. Or c'est au cours de cette dernière décennie du XX^e siècle et dans ce cadre scientifique que Jean-Luc Fiches a lancé plusieurs programmes importants relatifs à l'espace rural méditerranéen, à l'occupation du sol, à l'habitat, à l'environnement... C'était alors un champ de la recherche qui se constituait, en collaboration étroite avec plusieurs des collègues qui ont participé au présent ouvrage.

Parmi les jalons qui ont marqué cette aventure scientifique, il faut évoquer l'organisation à Antibes en 1989, par Jean-Luc Fiches et Sander Van der Leeuw, des 10^e

Rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire, intitulées *Archéologie et espaces*. Quinze ans plus tard, juste après la publication de la somme de Jean-Luc Fiches, François Favory et Sander Van der Leeuw, *Archéologie et systèmes socio-environnementaux. Études multi-scalaires sur la vallée du Rhône dans le programme Archaeomedes* (2003), un nouveau bilan pouvait être tenté : ce fut l'objet des 25^e Rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire, organisées en 2004 sous le titre *Temps et espaces de l'homme en société. Analyses et modèles spatiaux en archéologie*. Un peu plus de quinze ans ont passé, et la communauté se trouve une nouvelle fois réunie pour discuter d'« archéologie spatiale » et de « dynamiques des peuplements, des territoires et des paysages ».

Notre hommage à Jean-Luc Fiches prend donc une forme scientifique : un « bilan » et des « perspectives ». Plusieurs des chantiers particuliers ouverts par notre collègue ont été revisités : la publication de ces 42^e Rencontres s'ouvre sur des contributions relatives à la cité de Nîmes, premier terrain d'enquête de Jean-Luc Fiches. D'autres contributions évoquent « trente ans » ou « quarante ans » de recherches en archéologie spatiale, car telle est bien la chronologie que, rétrospectivement, nous devons parcourir. Historien médiéviste, je ne suis pas spécialiste des questions relatives à l'archéologie ou à l'analyse spatiale, mais j'ai été témoin et j'ai profité du renouvellement épistémologique parfois qualifié de « tournant spatial » (TORRE 2008), qui a concerné la plupart des sciences sociales à partir des années 1980.

Jusqu'à ces années, les historiens pensaient avoir partie liée avec le *temps*, parce qu'ils s'efforçaient d'identifier des états historiques successifs dont le développement faisait généralement l'objet de « grands récits ». Quant à la situation de l'archéologie, elle n'était pas très différente. En effet, après s'être intéressés aux trésors, puis aux objets et aux artefacts anciens, les archéologues ont travaillé sur des sites, mais pour eux comme pour les historiens, l'espace était

a. Université Côte d'Azur, CEPAM – UMR 7264 CNRS, Nice.

globalement envisagé comme « extérieur » aux sociétés humaines : la vie des sociétés se développait « sur des sites », « dans l'espace », un espace envisagé comme « milieu ». Il y eut un tournant dès lors que l'on considéra que les sociétés produisaient de l'espace (LEFEBVRE 1974) et qu'elles étaient proprement *spatiales* (plutôt que « dans l'espace »).

En passant du *site* au *système* – système tout à la fois spatial et social –, l'archéologie dite spatiale (qui inclura bientôt, de plus en plus, l'environnemental) a contribué à mettre en évidence les différentes composantes et les différentes échelles de la dimension spatiale des groupes humains, dont l'étude renvoie tant à l'analyse morphologique des formes de paysages qu'à celle de la spatialité des rapports sociaux, les deux étant du reste liés.

Les transformations d'ordre épistémologique qui viennent d'être évoquées ont été favorisées en premier lieu par des techniques de traitement des données, mises en œuvre dans le cadre de l'archéologie spatiale : les systèmes d'information géographiques (SIG), qui ont connu un fort développement à partir des années 2000, et, ensuite, des outils de détection comme le LIDAR et les modèles numériques de terrain qu'il permet, qui sont ici l'équivalent de ce qu'a apporté aux historiens qui travaillent sur des traces écrites la « fouille de texte » dans de très gros corpus, soit un changement de dimension... Il faut relever en deuxième lieu ce qui est essentiel dans la perspective du dialogue interdisciplinaire : l'élaboration conceptuelle à laquelle ont participé, avec quelques géographes, les tenants de l'archéologie spatiale. On voit désormais fort bien tout ce que les sciences sociales ont gagné en termes conceptuels à la suite de ce tournant spatial. La notion même de *spatialité*, la distinction posée entre le *lieu* et l'*aire*, entre le *territoire* et le *réseau*, la prise en considération de la *distance* (ou de la *co-présence*), l'appréciation de situations d'*interface*, de *cospatialité* ou d'*emboîtement*, les *jeux d'échelle* que la perspective archéo-géographique rend indispensables (LÉVY, LUSSAULT 2013) : cet outillage et ce langage désormais en partie commun aux sciences sociales nous aide à explorer, dans toute sa complexité et dans tous ses possibles, cette dimension spatiale des groupes humains, et à revenir sur de grands récits ou de grandes discussions historiques, dont nous nous apercevons aujourd'hui qu'ils étaient faussés, en l'absence de concepts adéquats et partagés.

Un danger, certes, guette l'analyse spatiale : il tient à une illusion d'objectivation que peut induire une approche qui se réduirait à la seule *mesure* de l'espace et que peut renforcer la maîtrise d'outils comme les SIG et le LIDAR, alors que les sociétés sont aussi spatiales en tant qu'elles se *représentent* les lieux, les distances et leur environnement d'une certaine manière dont il est évidemment essentiel de saisir la logique. C'est, en effet, à travers leurs rapports sociaux que les hommes et les femmes *produisent* de l'espace.

Je voudrais relever un dernier point. Dès 2004, les 25^e Rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire consacrées aux « analyses et modèles spatiaux » accolaient,

dans leur titre, la notion de « temps » à celle « d'espace ». Nos Rencontres associent quant à elles à l'« archéologie spatiale » la notion de « dynamiques ». C'est dire qu'en dépit du « tournant spatial » que j'évoquais, il n'y a pas à choisir entre l'espace et le temps : loin d'effacer le temps, l'approche spatiale des sociétés le réintroduit sous une forme nouvelle. Car les configurations spatiales venues du passé se sont transformées au fil du temps et, faut-il ajouter, n'arrêtent pas de se transformer. L'espace résulte de systèmes d'actions hérités du passé tels qu'ils se prolongent dans le présent. On sait que Gérard Chouquer a pu proposer le concept de « transmission » pour rendre compte de ce phénomène combinant transmission et transformation (CHOUQUER 2007). On se rappelle aussi que dès 1941, Marc Bloch écrivait que l'histoire (il en est de même pour l'archéologie) ne devait pas être la *science du passé*, mais celle du *changement*, du fait même que le temps est un « continu » et qu'il est aussi « perpétuel changement » : « de l'antithèse de ces deux attributs », concluait le grand médiéviste, « viennent les grands problèmes de la recherche historique » (BLOCH 1941, 7^e éd. 1974 : 36-37). C'est toute la question de ce que nous appelons les *dynamiques* dans lesquelles il n'est pas toujours simple de repérer les phénomènes de superposition et parfois de rencontre entre des temporalités distinctes, avec des accélérations, des effets de seuil, des états transitoires entre régimes stables qu'il faut eux-mêmes identifier, mais en sachant que ceux-ci sont aussi partiellement des héritages, ce qui mine une approche qui serait purement typo-chronologique. Et c'est en tout cas bien la dimension *spatiale* qui nous conduit à réévaluer la dimension *temporelle*.

Ces quelques mots d'ouverture visent à souligner qu'au-delà des débats internes à l'archéologie spatiale, les recherches réunies dans ce volume contribuent à fonder une « science du social » (DULAC 2022), en l'occurrence du social dans sa dimension spatio-temporelle, que nous sommes plusieurs, venus d'horizons divers, avec des points de départ et des objets différents, à tenter d'élaborer.

BIBLIOGRAPHIE

- BLOCH M. 1941, 7^e éd. 1974. *Apologie pour l'histoire, ou métier d'historien*. Paris : Armand Colin.
- CHOUQUER G. 2007. *Quels scénarios pour l'histoire du paysage ? Orientations de recherche pour l'archéogéographie*. Coimbra-Porto : Centro de Estudos Arqueologicos das Universidades de Coimbra e Porto.
- DULAC [Collectif de chercheurs]. 2022. *Pour une science du social*. Paris : CNRS Éditions.
- LEFEBVRE H. 1974. *La production de l'espace*. Paris : Anthropos.
- LÉVY J., LUSSAULT M. (dir.) 2013. *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*. Paris : Belin, 2^e édit.
- TORRE A. 2008. « Un 'tournant spatial' en histoire ? Paysages, regards, ressources ». *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 63 : 1127-1140.

INTRODUCTION

Frédérique Bertoncello^a, Marie-Jeanne Ouriachi^b, Laure Nuninger^c

Pour terminer, permettez-moi d'émettre un vœu : à l'heure où ma génération de baby-boomers bat en retraite, les occasions se multiplient pour les plus jeunes de tresser des lauriers aux uns et aux autres en éditant des mélanges offerts ou des hommages à ; pour ce qui me concerne, au cas où cette mauvaise idée aurait germé dans l'esprit de certains d'entre vous, je vous demande instamment de ne pas perdre de temps avec ça, vous avez beaucoup mieux à faire, tout du moins ayez la patience d'attendre que le lapicide en ait terminé avec mon épitaphe dis Manibus.

Jean-Luc Fiches, 15 juin 2012

À l'heure d'introduire les actes des Rencontres organisées en son hommage, ces mots, prononcés par Jean-Luc Fiches à l'occasion de son départ à la retraite, résonnent singulièrement. Nous faisons en effet partie de ceux qui, dès l'annonce de sa retraite, envisageaient de lui rendre un hommage appuyé non seulement pour sa carrière scientifique mais aussi pour ses qualités humaines. Son décès brutal en octobre 2012 nous a malheureusement obligées à respecter son souhait.

Dix ans après sa disparition et six ans après le colloque sur "les Voies, réseaux et paysages en Gaule" qui lui a été dédié en juin 2016 (RAYNAUD 2021), l'édition 2022 des Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire de Nice offrait l'opportunité de mettre en œuvre notre projet initial, au sein d'un laboratoire, le CEPAM, que Jean-Luc Fiches a marqué de son empreinte quand il se nommait encore le CRA. Nous ne pouvions toutefois envisager cet hommage sans y associer l'UMR Chrono-Environnement et la MSHE de Besançon, en raison du long compagnonnage qui a uni Jean-Luc Fiches et François Favory depuis la fin des années 70, lorsque le premier a contacté le second pour s'initier au filtrage optique appliqué à la détection

des centuriations (FAVORY, cet ouvrage). Esprit ouvert et curieux, Jean-Luc Fiches a en effet constamment mobilisé les sources et méthodes des autres disciplines pour faire avancer sa réflexion. Profondément attaché au travail en équipe, il avait la faculté de fédérer les énergies au sein de programmes d'ampleur qui ont fortement renouvelé les approches et les connaissances en archéologie des territoires et des peuplements antiques. Cet engagement en faveur du collectif s'est également traduit par son implication dans les instances nationales du CNRS, où il a œuvré pour la revalorisation de l'archéologie métropolitaine et la promotion de l'interdisciplinarité et de l'archéologie spatiale. Nous voulions aussi rendre hommage à celui qui, toujours attentif à impliquer les jeunes chercheurs dans ces projets collectifs, à leur apporter son soutien en plaçant son expertise au service de programmes pilotés par ses jeunes collègues, a contribué de manière décisive à notre intégration dans la communauté scientifique et à notre formation. Nous lui devons notamment une certaine conception et pratique de la recherche, basée sur la coopération, l'ouverture interdisciplinaire et le partage des connaissances et compétences.

Cette attention portée aux jeunes chercheurs est au cœur de ces Rencontres que le comité scientifique a souhaité résolument tournées vers l'avenir pour explorer les avancées récentes en archéologie spatiale et l'héritage méthodologique et conceptuel des travaux de Jean-Luc Fiches. Dès 1989 en effet, il dédiait, avec Sander van der Leeuw, les 10^e Rencontres d'Antibes à une thématique alors pionnière, l'archéologie des espaces ou archéologie spatiale (FICHES, VAN DER LEEUW 1990). Il contribuait ainsi à un profond renouvellement théorique et méthodologique de l'archéologie, invitée à « sortir des sites » pour

a. Université Côte d'Azur, CNRS, CEPAM – UMR 7264 CNRS, Nice.

b. Université Côte d'Azur, CEPAM – UMR 7264 CNRS, Nice.

c. Université de Franche-Comté, CNRS, Chrono-Environnement – UMR 6249 CNRS, MSHE C.N. Ledoux – UAR 3124, Besançon.

s'intéresser à l'espace dans lesquels ils s'insèrent. Héritière de la *New Archaeology* anglo-saxonne, l'archéologie spatiale se donnait pour objectif, selon les termes de J.-L. Fiches et S. van der Leeuw dans l'introduction des actes du colloque, « d'étudier les implantations humaines dans leur structure et leur répartition, ainsi que les formes fossiles du paysage » (FICHES, VAN DER LEEUW 1990 : 6). L'essor de cette branche de l'archéologie devait alors beaucoup au développement de nouvelles méthodes d'acquisition des données (prospections archéologiques pédestres et archéologie préventive « hors site ») et de nouveaux outils pour leur traitement, au premier rang desquels les Systèmes d'Information Géographique. L'apport de l'archéologie spatiale ne s'est toutefois pas limité à un renouvellement technique et méthodologique mais a contribué à un véritable changement de paradigme, selon lequel l'espace n'est plus considéré comme un simple support, la localisation, absolue et relative, des vestiges de l'activité humaine étant au contraire productrice de sens.

Trente-trois ans après ces Rencontres, il nous a paru utile de dresser un bilan des avancées de la recherche en archéologie spatiale dans les thématiques de prédilection Jean-Luc Fiches : dynamiques du peuplement, des territoires et des paysages. Les innovations technologiques récentes dont s'est emparée l'archéologie pour l'acquisition (télé-détection LIDAR, Intelligence Artificielle, etc.), l'analyse (analyses statistiques et spatiales, reconnaissance automatique de formes, fouille de données, etc.) et la modélisation (Systèmes Multi-Agents, analyse de réseaux, modèles prédictifs, etc.) de ses données transforment en effet la manière de faire de la recherche et ouvrent de nouveaux horizons de connaissance. Elles suscitent toutefois des questionnements liés notamment au traitement de la masse documentaire désormais disponible, à la prise en compte de son hétérogénéité et de sa fiabilité, aux diverses finalités des modèles proposés, à leur nécessaire construction interdisciplinaire et à leur validation.

Les contributions réunies dans cet ouvrage explorent ces enjeux en présentant des recherches en cours, y compris exploratoires puisque c'est là que se nichent souvent les innovations. Plusieurs mettent l'accent sur les problématiques et les cadres conceptuels et méthodologiques développés, en retraçant les filiations avec les travaux pionniers auxquels Jean-Luc Fiches a contribué (FAVORY ; BERTONCELLO *et al.* ; VAN DER LEEUW ; NUNINGER *et al.*). Dans la lignée des projets dirigés par Jean-Luc Fiches, un premier groupe d'articles explore les dynamiques du peuplement et des territoires à l'échelle de la micro-région ou de la région, qui constitue un cadre pertinent pour l'acquisition de données multi-sources et leur croisement, autorisant une analyse fine des processus à l'œuvre. La part belle est faite au territoire de Nîmes (CHRISTOL et OURIACHI ; LE BRAZIDEC et SCRINZI ; SÉJALON *et al.*), cher à

Jean-Luc Fiches, sans oublier celui de Fréjus sur lequel il a développé un programme de recherche pluridisciplinaire (DIGELMANN, JOSSIER), tandis que les travaux de Cristina Gandini en Bretagne et de Noémie Luault sur la Cerdagne témoignent de la diffusion des méthodes de l'archéologie spatiale dans des espaces où elles étaient peu mises en œuvre. Plusieurs contributions éclairent les avancées permises par les nouvelles technologies pour l'acquisition (télé-détection LIDAR, prospection géophysique, analyse géochimique des sols : CALASTRENC *et al.* ; POIRIER *et al.*), le traitement (Intelligence Artificielle pour le traitement automatique du langage : ROCQUE *et al.*) et le croisement des données archéologiques, environnementales, textuelles et planimétriques. Les articles de Emilie Comes-Trinidad et Fiona Laviano *et al.* s'attèlent quant à eux à l'épineux problème de l'hétérogénéité et de l'incertitude, spatiales et chronologiques, des données mobilisées. Autre préoccupation centrale, la question de la représentation des dynamiques est abordée par plusieurs auteurs (LUULT, POIRIER *et al.*, COMES-TRINIDAD), avec des modélisations graphiques s'inspirant pour certaines de la chorématique. Enfin, l'attention aux processus à l'œuvre dans la configuration et la transformation des systèmes de peuplement se manifeste dans plusieurs travaux qui mobilisent les outils de modélisation pour explorer les stratégies d'implantation (NÜSSLEIN et ČUČKOVIĆ ; COUDERC *et al.* ; BRIGAND *et al.*), les interactions société-environnement (DAEMS ; BERNIGAUD *et al.*) et les dynamiques socio-démographiques (VLACH *et al.*) dans des contextes chrono-culturels variés. Il faut signaler la part prise ici par les Systèmes Multi-Agents dont l'essor récent tient, en partie, à leur intérêt heuristique pour tester différents scénarios et hypothèses sur les processus étudiés.

Outre cet hommage à son œuvre scientifique, nous avons à cœur de convoquer le souvenir de Jean-Luc Fiches sur un mode moins académique. En retraçant, en textes, en images et en cartes, sa carrière professionnelle, la carte narrative conçue et réalisée par Laure Nuninger et Yuji Kato montre toute la place tenue dans son parcours par la curiosité scientifique, les engagements politiques mais aussi, et surtout, les rencontres humaines : <https://mshe.univ-fcomte.fr/storymap-jlfiches/embed/?url=fiches.json>

BIBLIOGRAPHIE

- FICHES J.-L. & VAN DER LEEUW S. (eds.) 1990. *Archéologie et Espaces*. Actes des 10e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Juan-Les-Pins : APDCA.
- RAYNAUD C. (dir.) 2021. *Voies, réseaux, paysages en Gaule*. Actes du colloque en hommage à Jean-Luc Fiches (Pont-du-Gard, juin 2016). Montpellier : Éditions de l'Association de la Revue Archéologique de Narbonnaise.

ATTRACTEURS ENVIRONNEMENTAUX ET MODÉLISATION PRÉDICTIVE DE L'EXPANSION RUBANÉE (LBK) à travers l'Europe (c. 5550 – 4900 BCE)

Robin Brigand^a, Jérôme Dubouloz^b, Olivier Weller^b

Résumé

Comme l'a montré une récente analyse géostatistique (BRIGAND *et al.* 2022), les agriculteurs de la LBK ont fait preuve d'une grande capacité d'adaptation aux différents contextes géographiques qu'ils rencontraient. La base de données développée lors d'un précédent projet de recherche (ANR Obresoc) avait permis de définir les grandes options géo-pédologiques impliquées dans la localisation des sites de la Linearbandkeramik (ou LBK) à travers l'Europe entre 5550 et 4900 avant notre ère. La variabilité de ces interactions socio-environnementales méritait cependant d'être confrontée avec plus de détails à la trajectoire spatio-temporelle de cette première diffusion néolithique en Europe tempérée continentale. L'objectif de la modélisation présentée dans ce nouvel article est donc la mesure quantifiée et détaillée des relations dans le temps entre l'ensemble des données archéologiques de la LBK et les paysages correspondant à leur aire d'installation, décrits par plusieurs variables morphométriques et agro-écologiques. Le corpus de sites est à la fois pris globalement pour caractériser l'ensemble de la période en elle-même et analysé selon les cinq grands stades chronologiques de développement reconnus. Le corpus de données décrivant le paysage est constitué par les huit variables utilisées dans les travaux précédents (pente, ouverture du paysage, humidité, texture, profondeur, loess, sols, fertilité).

Mots clés

Néolithique, LBK, Europe, modélisation prédictive, environnement

Abstract

As a recent geostatistical analysis has illustrated (BRIGAND *et al.* 2022), LBK farmers demonstrated a great adaptability to the different geographical contexts they encountered. The database developed during a previous research project (ANR Obresoc) was used to define the major geo-pedological options involved in the location of Linearbandkeramik (or LBK) sites across Europe between 5550 and 4900 BC. The variability of these socio-environmental interactions, however, needed to be confronted in more detail with the spatio-temporal trajectory of this first Neolithic diffusion in continental temperate Europe. The objective of the modelling presented in this new article is therefore the quantified and detailed measurement of the relationships over time between the LBK archaeological dataset and the landscapes corresponding to their settlement area, described by several morphometric and agro-ecological variables. The corpus of sites is both taken globally to characterise the whole period in itself and analysed according to the five major chronological stages of development recognised. The corpus of data describing the landscape is made up of the eight variables used in the previous work (slope, landscape openness, humidity, texture, depth, loess, soils, fertility).

Keywords

Neolithic, LBK, Europe, Predictive Modelling, Environment

a. UMR 8215 « Trajectoires », Paris ; Service Archéologique Ville de Lyon ; LabEx « DynamiTe », Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

b. UMR 8215 « Trajectoires », Paris ; CNRS ; LabEx « DynamiTe », Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

1. INTRODUCTION

Une base de données développée comme référentiel spatio-temporel pour les besoins d'un précédent projet de modélisation de type MMA – ANR-09-CEP-004-01/OBRESOC (BOCQUET-APPEL *et al.* 2015; DUBOULOZ *et al.* 2017) – a été reconsidérée en détail dans un premier article issu du projet « NéoDyn » (AAP-Paris 1 LabEx « Dynamite »). Nous avons cherché à analyser de manière classique et fine ce que ces données pouvaient révéler de nouveau sur la diffusion du premier agrosystème néolithique (la LBK) dans l'ensemble de l'Europe tempérée continentale, ses principaux déterminants agroécologiques et les dynamiques de peuplement sous-jacentes (BRIGAND *et al.* 2022). Fondées sur plus de 6600 sites répartis entre la Moldavie et la Normandie, ces analyses ont replacé dans une perspective continentale les connaissances acquises à des niveaux plus locaux et régionaux. Elles ont ainsi proposé une première lecture analytique unifiée de ce phénomène. L'évaluation des données disponibles quant à leur cohérence informative globale a révélé une importante disparité interrégionale qui empêche principalement l'intégration de l'Europe de l'Est dans une description temporelle de l'ensemble du processus. Cependant, la plupart de nos données ont pu être utilisées pour définir les options géo-pédologiques impliquées dans la localisation des sites LBK à travers l'Europe ; l'importance des lœss et des sols préférentiellement utilisés par ces premiers agriculteurs a donc été évaluée à cette échelle. Il est alors apparu que les agriculteurs LBK avaient une grande capacité d'adaptation aux différents contextes géographiques disponibles.

En ce qui concerne la dynamique de peuplement vers l'Europe centrale et occidentale par grand stade chronologique, les données ont permis de décrire le jeu systémique entre création, stabilité ou abandon de sites qui a soutenu la diffusion de ce système de subsistance. Enfin, notre analyse globale a confirmé et quelque peu clarifié les interprétations actuelles concernant le phénomène LBK. En particulier, elle a apporté un nouvel éclairage sur la variabilité systémique des options géo-environnementales suivies par ces premiers agriculteurs ; elle a contribué à l'identification de certaines modalités et limites spatio-temporelles de la résilience de leur système agro-sylvo-pastoral.

L'objectif de la modélisation présentée dans ce nouvel article est la mesure détaillée des relations dans le temps entre le même ensemble de données archéologiques et le paysage correspondant décrit par plusieurs variables morphométriques et agroécologiques. En amont d'une réelle perspective prédictive sur la localisation des sites et, par extension, sur la prévention du risque archéologique, il s'agit plutôt d'approfondir notre connaissance de la variabilité de ces interactions socio-environnementales. Le corpus de sites

est à la fois pris globalement pour caractériser l'ensemble de la période en elle-même et analysé selon ses cinq grandes étapes de développement. Le corpus de données décrivant le paysage est constitué par les huit variables utilisées dans les travaux précédents (pentes, ouverture du paysage, humidité, texture, profondeur, lœss, sols, fertilité). La méthode inductive suivie, guidée par des tests statistiques, permet d'identifier les zones à fort, moyen ou faible potentiel pour cette documentation archéologique.

2. LA CONSTRUCTION DU MODÈLE

2.1. Présentation des variables et des modalités

Deux variables topographiques provenant du SRTM à 90 m sont retenues : la pente et l'ouverture du paysage. Cette dernière, un indicateur morphométrique qui détermine le degré de concavité et de convexité du relief (YOKOYAMA *et al.* 2002), repose sur la prise en compte, pour chaque pixel, d'une ligne de visibilité sur 8 azimuts ($r = 10$ km) et peut être redondante avec les indicateurs de visibilité (visibilité totale). Quatre variables agro-écologiques proviennent des bases de données de l'European Soil Data Centre : l'humidité, variable déduite de la carte à basse résolution (1 km) de la saturation hydrique superficielle ; la texture (granulométrie) ; la profondeur du substrat ; les sols (groupes de sols), d'après la carte simplifiée de la FAO de 1985 au 1 : 1 000 000. La fertilité évaluée au 1 : 5 000 000 dans le cadre de l'ANR Obresoc en vue d'une reconstitution des sols néolithiques (SCHWARTZ *et al.* en prép.) a été utilisée sans regroupement ni modification. Enfin, la carte européenne des lœss réalisée à l'échelle du 1 : 2 500 000 (HAASE *et al.* 2007) a également été exploitée. Les lœss sont des formations éoliennes de granulométrie limoneuse formées au Quaternaire sous climats périglaciaires. Leur décarbonatation donne un matériau limoneux et poreux favorable au développement de sols très fertiles, notamment les sols clinohumiques tels que les chernozems.

Avec ces huit variables, détaillées dans BRIGAND *et al.* (2022, 2.1 et 2.2), nous disposons de quarante et un descripteurs. Ces huit variables sont en effet déclinées en plusieurs modalités pour chacune desquelles sont calculés :

1. la superficie ;
2. le nombre de sites archéologiques avérés ;
3. la valeur attendue (E), c'est-à-dire le nombre de sites dans le cas d'une distribution uniforme.

Le test du Chi2 est également exploité afin de mesurer si une variable est statistiquement significative (valeur critique de 0,05). Pour l'ensemble des descripteurs utilisés, ce test montre qu'à l'exception de la variable « présence ou absence de lœss » pour le stade 5 toutes les autres variables sont significatives.

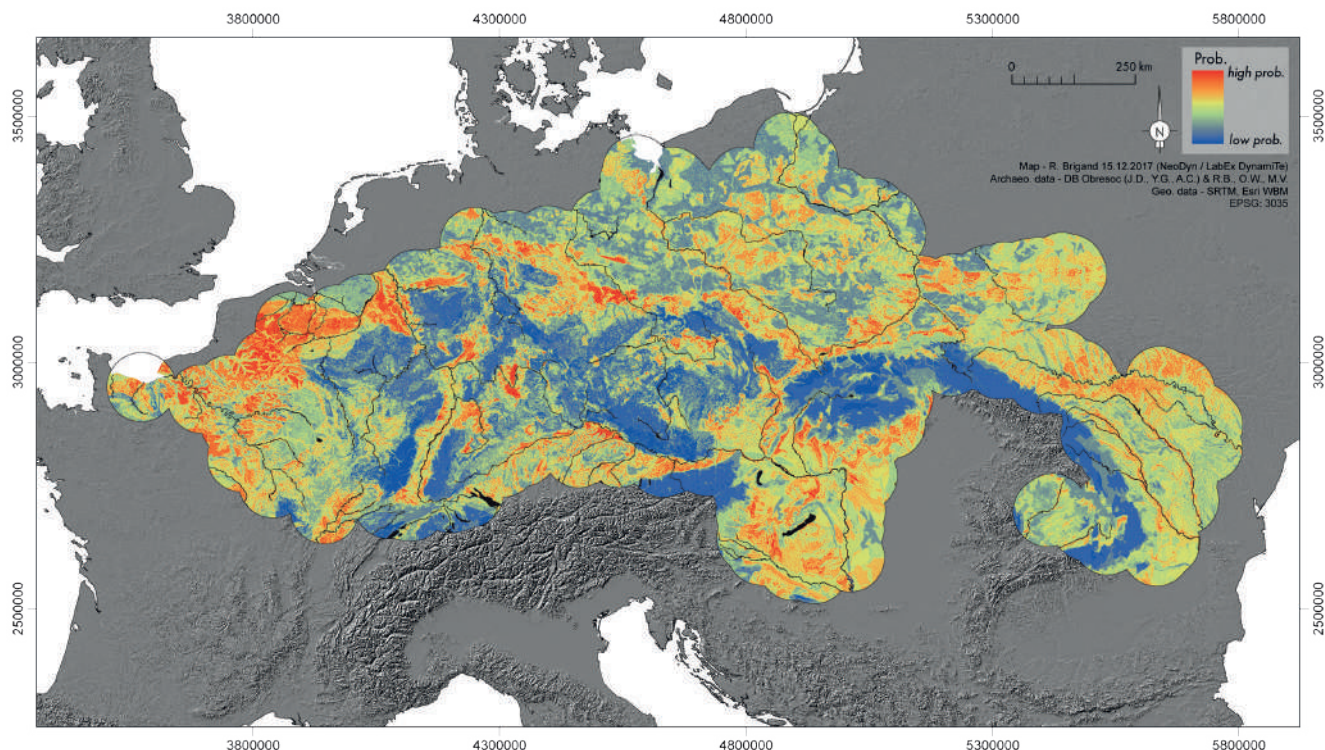


Fig. 1. Modèle (prédictif) global (n = 6639).

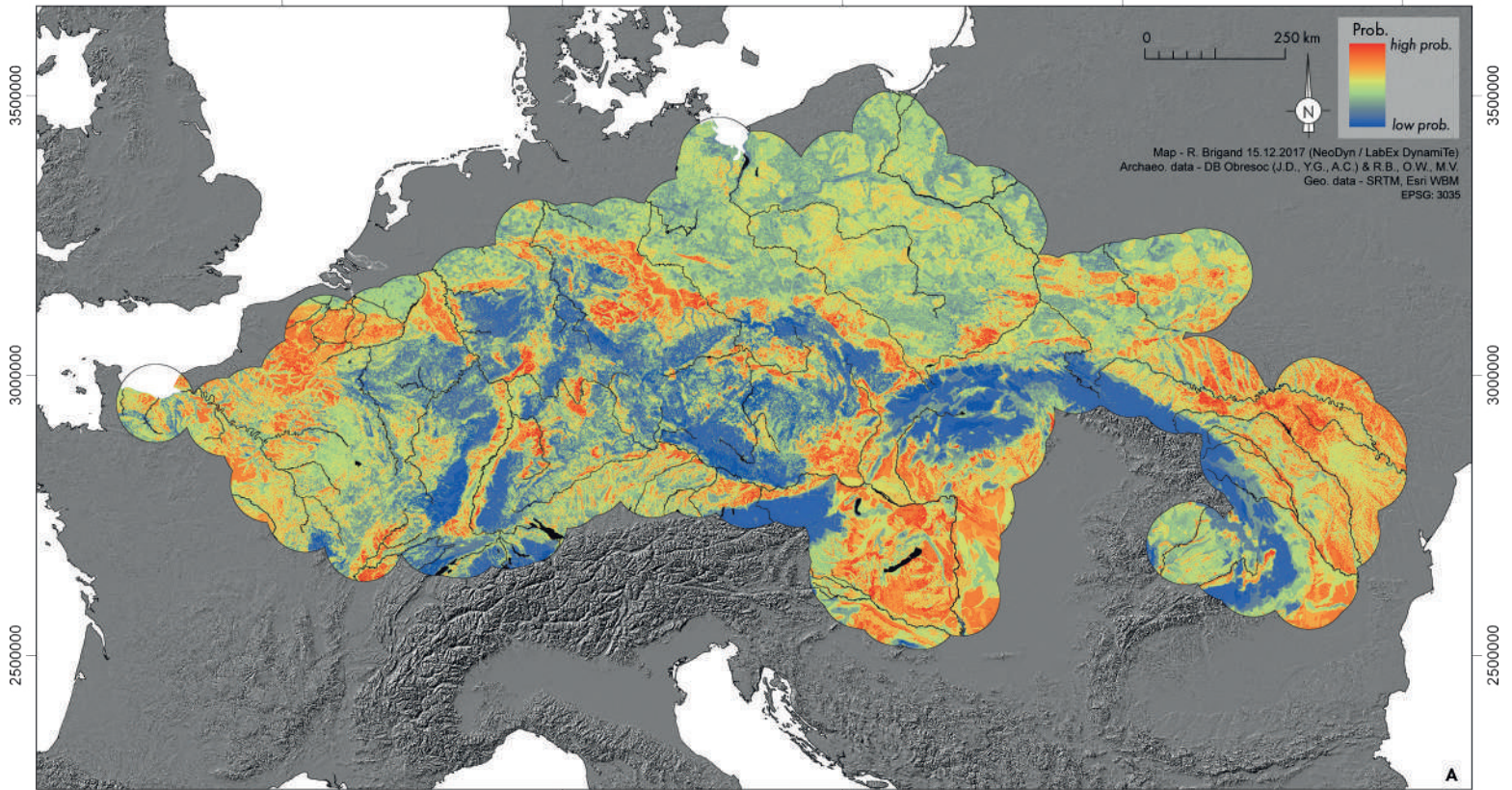
2.2. Importance et pondération des modalités

Le rapport des pourcentages du nombre de sites observés (P_s) sur la superficie (P_a) est un premier moyen d'obtenir des informations sur l'importance de certaines unités cartographiques pour la localisation des sites. Il a été systématiquement calculé. Pour les unités significatives et dont le gain relatif ($G = P_s - P_a$) ou la statistique de Kvamme ($G = 1 - P_a/P_s$) est notable, nous avons exploité le paramètre K_j ($K_j = \sqrt{P_s} \times (P_s - P_a)$) qui permet de quantifier l'importance d'un descripteur pour la localisation des sites (WANSLEBEN, VERHART 1992; VERHAGEN, BERGER 2001; VERHAGEN 2007).

La valeur résultante est utilisée pour la pondération des unités cartographiques additionnées dans le SIG (15 unités, exprimées en pourcentages) : celles qui possèdent les valeurs les plus hautes sont considérées comme les plus attractives pour l'implantation humaine. C'est à ce titre qu'elles reçoivent une pondération plus élevée, guidée non pas à la suite d'une approche déductive issue de la connaissance scientifique des stratégies de peuplement pendant la période considérée, mais par les tests statistiques (K_j). Différents modèles ont été établis au cours de cette recherche : le premier, qu'on appellera « modèle (prédictif) global », est fondé sur les 6639 sites archéologiques de la base de données, toutes périodes LBK confondues (fig. 1). Il vise ainsi une modélisation globale de la distribution de la LBK. Les

autres modèles sont élaborés par stade de développement à partir des 2559 sites archéologiques possédant au moins une occupation finement datée, dans l'objectif de mesurer la variabilité des interactions socio-environnementales au cours du temps (fig. 2a-e). En raison de l'imprécision chronologique de la base de données archéologiques pour le Nord-Est et l'Est des Carpates, ces mesures décrivent principalement l'évolution des contextes environnementaux liée à l'extension du peuplement vers le Centre et l'Ouest de l'Europe.

L'influence des principales modalités selon « K_j » est résumée ci-dessous par ordre décroissant de pertinence (tableaux 1 à 6) ; la valeur P de la pondération attribuée est également indiquée. La carte de prédiction consiste alors en une somme algébrique des différentes modalités pondérées. Le tableau 1 (modèle global, n = 6639 sites) montre la marginalisation des modalités SO2 (sols clinohumiques et chernozems), FR1 (fertilité exceptionnelle) et SO3 (sols alluviaux et Fluvisols) ; le tableau 2 (stade 1, n = 510 sites) permet de noter la place importante des loess et des caractéristiques hydromorphologiques ; le tableau 3 (stade 2, n = 1009 sites) indique clairement l'importance de la modalité FR2 (bonne fertilité) et l'absence de SO2 (sols clinohumiques et chernozems) ; en dépit d'effectifs réduits, le tableau 4 (stade 3, n = 501 sites) est proche de celui du stade 2, mais le poids de PR5 (substrat très profond) est plus important ; le tableau 5 (stade 4, n = 413 sites) est proche



0 250 km
N
Prob.
high prob.
low prob.
Map - R. Brigand 15.12.2017 (NeoDym / LabEx DynamTE)
Archaeo. data - DB Obresoc (J.D., Y.G., A.C.) & R.B., O.W., M.V.
Geo. data - SRTM, Easr WBM
EPSG: 3035

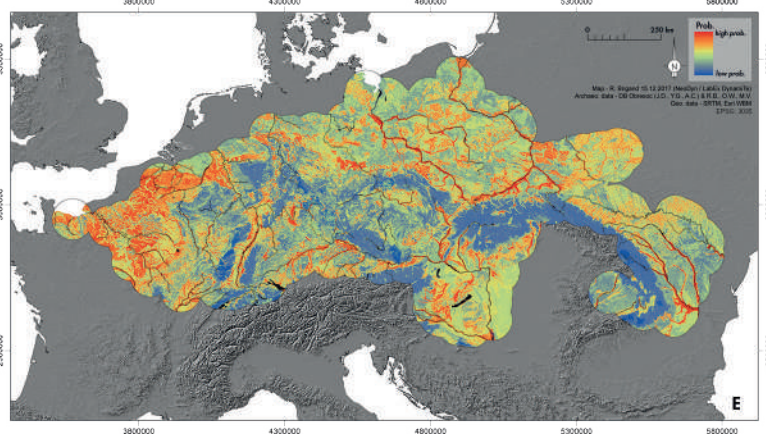
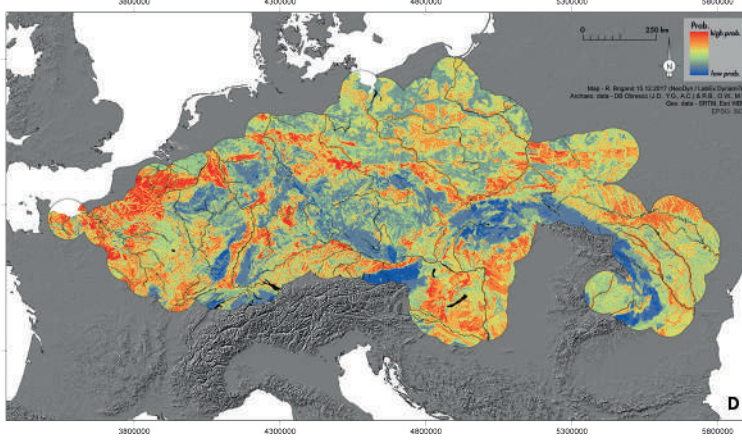
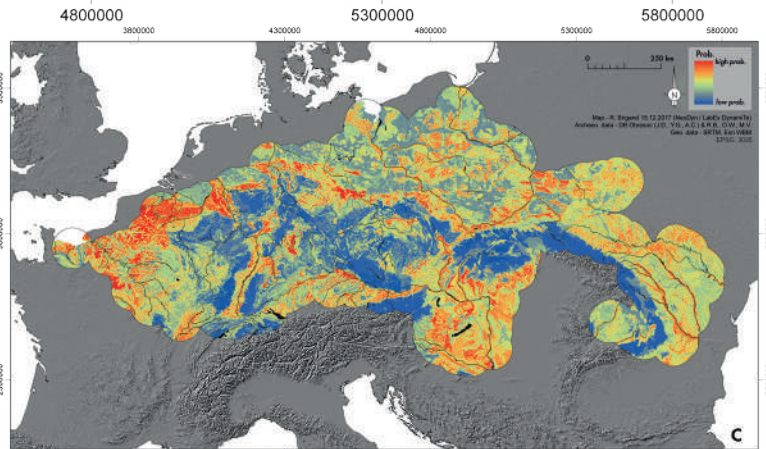
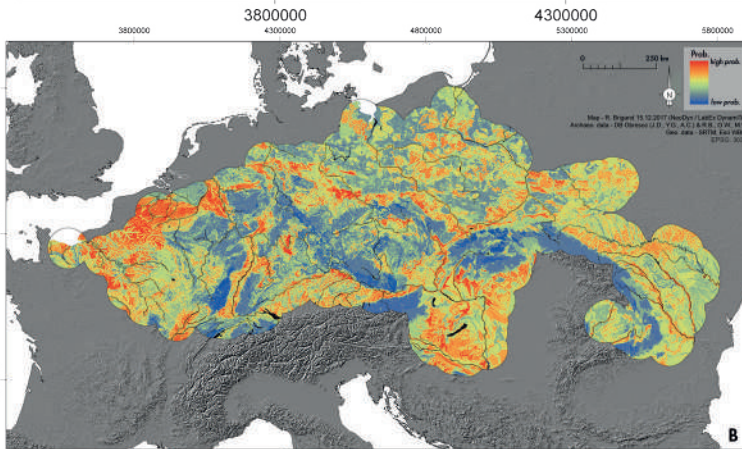


Fig. 2. Modèles prédictifs par stade chronologique : A) St1 (5550 – 5325 BCE, n = 510) ; B) St2 (5325 – 5175 BCE, n = 1009) ; C) St3 (5175 – 5125 BCE, n = 501) ; D) St4 (5125 – 5025 BCE, n = 413) ; E) St5 (5025 – 4925 BCE, n = 126).

du précédent, même si nous observons la modalité OP3 (paysages très ouverts), de fait très marginale ; le tableau 6 (stade 5, n = 126 sites) montre que les modalités LO1 et

LO2 (présence/absence de lœss) ne sont pas utilisées (test du Chi2 non significatif). Notons tout de même l'importance des sols alluviaux (SO3) et très profonds (PR5).

Modèle (prédictif) global (n = 6639, fig. 1)		Kj	P
SL1	terrain plat à peu pentu, 0-3°	0,37	13
HY2	saturation hydrique superficielle modérée	0,33	12
FR2	fertilité bonne	0,32	12
LO1	lœss	0,32	12
OP2	paysage ouvert	0,27	10
SO7	Luvisols, Podzoluvisols	0,21	8
PR5	substrat très profond, >120 cm	0,21	8
TX2	texture moyenne	0,19	7
TX3	texture moyennement fine	0,14	5
HY1	saturation hydrique superficielle faible	0,13	5
SO2	sols clinohumiques, chernozems	0,1	3
FR1	fertilité exceptionnelle	0,09	3
SO3	sols alluviaux, Fluvisols	0,04	2

Tab. 1. Pondération des descripteurs du modèle (prédictif) global, n = 6639.

Modèle_St1 (n = 510, fig. 2a)		Kj	P
LO1	lœss	0,4	13
SL1	terrain plat à peu pentu, 0-3°	0,39	13
OP2	paysage ouvert	0,31	11
HY2	saturation hydrique superficielle modérée	0,3	10
HY1	saturation hydrique superficielle faible	0,25	8
FR2	fertilité bonne	0,21	7
TX2	texture moyenne	0,21	7
FR1	fertilité exceptionnelle	0,18	6
SO7	Luvisols, Podzoluvisols	0,16	5
PR1	substrat profond, 80-120 cm	0,15	5
TX3	texture moyennement fine	0,15	5
SO2	sols clinohumiques, chernozems	0,11	4
PR5	substrat très profond, >120 cm	0,05	2
SO1	Cambisols	0,04	1

Tab. 2. Pondération des descripteurs du modèle_St1, n = 510.

Modèle_St2 (n = 1009, fig. 2b)		Kj	P
SL1	terrain plat à peu pentu, 0-3°	0,38	13
FR2	fertilité bonne	0,33	12
LO1	lœss	0,31	11
OP2	paysage ouvert	0,27	10
HY2	saturation hydrique superficielle modérée	0,27	9
HY1	saturation hydrique superficielle faible	0,24	9
SO7	Luvisols, Podzoluvisols	0,24	9
PR5	substrat très profond, >120 cm	0,24	8
TX3	texture moyennement fine	0,2	7
TX2	texture moyenne	0,16	6
SO1	Cambisols	0,1	3
SO1	Cambisols	0,03	1
SO3	sols alluviaux, Fluvisols	0,03	1
TX4	texture fine	0,02	1

Tab. 3. Pondération des descripteurs du modèle_St2, n = 1009.

Modèle_St3 (n = 501, fig. 2c)		Kj	P
SL1	terrain plat à peu pentu, 0-3°	0,38	13
FR2	fertilité bonne	0,33	12
LO1	lœss	0,31	11
PR5	substrat très profond, >120 cm	0,29	10
HY2	saturation hydrique superficielle modérée	0,28	9
SO7	Luvisols, Podzoluvisols	0,28	9
HY1	saturation hydrique superficielle faible	0,27	9
OP2	paysage ouvert	0,22	7
TX2	texture moyenne	0,2	7
TX3	texture moyennement fine	0,08	3
SO2	sols clinohumiques, chernozems	0,08	3
SO3	sols alluviaux, Fluvisols	0,06	2
FR1	fertilité exceptionnelle	0,06	2

Tab. 4. Pondération des descripteurs du modèle_St3, n = 501.

Modèle_St4 (n = 413, fig. 2d)		Kj	P
SL1	terrain plat à peu pentu, 0-3°	0,4	14
FR2	fertilité bonne	0,35	12
LO1	lœss	0,33	11
HY2	saturation hydrique superficielle modérée	0,29	10
OP2	paysage ouvert	0,27	9
SO7	Luvisols, Podzoluvisols	0,24	8
TX2	texture moyenne	0,24	8
HY1	saturation hydrique superficielle faible	0,19	6
SO1	Cambisols	0,19	6
PR5	substrat très profond, >120 cm	0,18	6
TX3	texture moyennement fine	0,15	5
PR2	profondeur modérée, 40-80 cm	0,11	4
OP3	paysage très ouvert	0,03	1

Tab. 5. Pondération des descripteurs du modèle_St4, n = 413.

	Pa	Ps	G
Modèle (prédicatif) global/Aire totale LBK	30	59	0,491
Modèle_St1	28,4	66	0,569
Modèle St1/Tout LBK Rhin-Vistule	28	60	0,533
Modèle_St2	25,4	54,9	0,537
Modèle_St3	33	63,9	0,483
Modèle_St4	26,2	59	0,556
Modèle_St5	22	70	0,686

Tab. 7. Gain statistique des différents modèles.

3. ÉVALUATION DES MODÈLES

3.1. Calcul de la performance

La formule de gain statistique proposée par KVAMME (1988 : 329) est la plus utilisée pour apprécier la robustesse d'un modèle, suite à une classification en trois unités cartographiques de probabilités faible, moyenne et élevée. Le gain est donné par $G = 1 - Pa/Ps$ où Pa est la proportion de surface et Ps la proportion de sites connus dans une zone de probabilité (tab. 7).

Le modèle global est assez fin puisqu'il capture 59 % des sites dans une zone de haute probabilité correspondant à 30 % de la superficie totale. Cette résolution du modèle traduit une nette cohérence des modalités du peuplement global LBK bien caractérisé par la délimitation des unités

Modèle_St5 (n = 126, fig. 2e)		Kj	P
SL1	terrain plat à peu pentu, 0-3°	0,5	15
PR5	substrat très profond, >120 cm	0,47	14
OP2	paysage ouvert	0,4	12
SO3	sols alluviaux, Fluvisols	0,35	10
HY2	saturation hydrique superficielle modérée	0,34	10
TX2	texture moyenne	0,26	8
HY1	saturation hydrique superficielle faible	0,23	7
FR3	fertilité moyenne	0,23	7
FR2	fertilité bonne	0,21	6
LO2	absence de lœss	0,13	4
SO7	Luvisols, Podzoluvisols	0,1	3
SO8	luvisols, podzoluvisols	0,07	2

Tab. 6. Pondération des descripteurs du modèle_St5, n = 126.

cartographiques. Il demeure en revanche moyennement précis avec un gain statistique modeste de 0,491. Notons également que le gain négatif relativement important pour les zones de probabilité basse, non détaillé ici, suggère que le modèle est aussi pertinent pour identifier les zones de bas potentiel archéologique.

Concernant la performance des modèles établis pour chaque stade chronologique (tab. 7 et fig. 2 et 3), notons d'abord la pertinence du modèle réalisé à partir des 510 effectifs du stade 1 : 66 % des sites de cette période sont capturés dans une unité de haute probabilité correspondant à 28,4 % de la superficie totale, pour un gain statistique de 0,569. Outre ce bon résultat pour les sites de l'aire concernée, ce modèle propose également une bonne performance, toutes périodes confondues, dans l'aire située entre Rhin et Vistule (fig. 3) : le tableau de performance montre que la prédiction d'une haute probabilité de localisation y est à la fois un peu plus fine qu'avec le modèle global (60 % *vs* 59 % des sites dans une superficie de 28 % *vs* 30 %) et plus précise avec un gain statistique de 0,533 au lieu de 0,491. À ce titre, le modèle_St1 définit donc un peu mieux que le modèle global les hautes probabilités de localisation dans le cœur de la distribution des sites LBK et pourrait servir de référence pour cette région centrale du phénomène étudié.

Les modèles spécifiques aux stades 2 (n = 1009) et 4 (n = 413) semblent moins pertinents, avec un gain respectif pour les zones de haute probabilité de 0,537 (54,9 % des sites du stade 2 compris dans une unité cartographique de 25,4 %) et 0,556 (59 % des sites du stade 4 dans une unité de 26,2 %), soit un peu moins bien que le modèle_St1 appliqué au stade 1. Pour le stade 3 (n = 501), le modèle_St3 est plus limité avec un gain de 0,483 (63,9 % des sites du stade 3 dans une unité de 33 %). Le modèle réalisé pour le

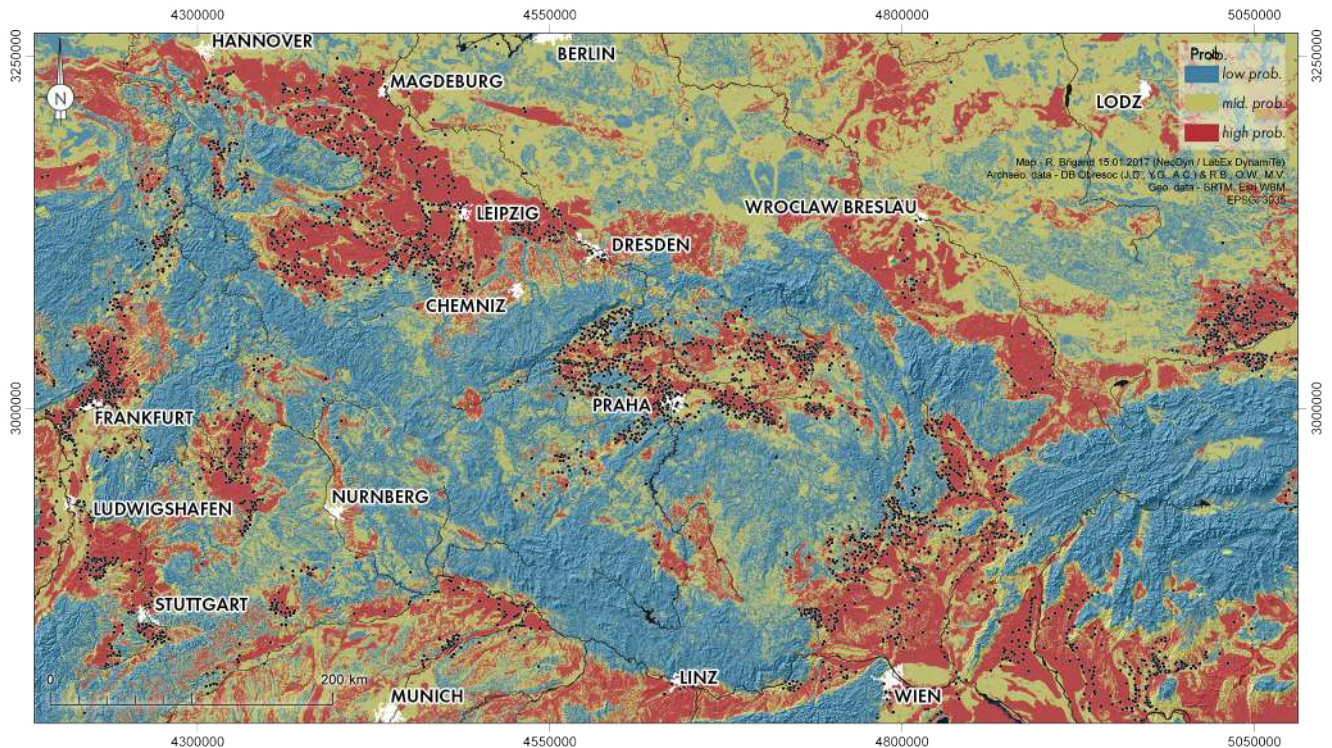


Fig. 3. Confrontation des sites de la LBK, toutes périodes confondues, entre Rhin et Vistule, avec le modèle_St1

stade 5 ($n = 126$), bien qu'il soit le plus précis de tous, avec un gain statistique très satisfaisant de 0,685, doit néanmoins être considéré avec une certaine circonspection en raison des plus faibles effectifs en entrée.

3.2. Comparaison des scores de K_j

La présentation de l'indicateur K_j (tabl. 8) et de ses pondérations montre nettement la hiérarchie des descripteurs qui décrivent les relations dans le temps entre le peuplement archéologique et les paramètres topographiques et agro-écologiques (tab. 1 à 6 et tab. 8).

Leur comparaison pour les différents modèles permet, d'une part, de repérer les caractéristiques principales du choix d'implantation LBK en général et, d'autre part, de mesurer l'évolution des contextes agro-écologiques et la variabilité des interactions socio-environnementales (tab. 8) au cours de l'expansion de cette culture. Les écarts à la situation moyenne, représentée par les scores obtenus sur la totalité de la base de données, montrent ainsi plusieurs variations significatives.

1. Parmi les cinq modalités les plus caractéristiques de la LBK considérée dans son ensemble (vert foncé dans le tab. 8), trois d'entre elles caractérisent aussi quatre des cinq modèles et périodes avec plus ou moins d'intensité (fig. 4) : le terrain plat à peu pentu (SL1), particulièrement

aux stades 4 et 5, la saturation hydrique superficielle modérée (HY2), le paysage ouvert (OP2), particulièrement aux stades 5 et 1.

2. Deux autres modalités également fortes en moyenne pèsent de façon plus différenciée dans les modèles par période : la présence de lœss (LO1) caractérise surtout le stade 1 et pas le stade 5 ; la bonne fertilité (FR2) se signale surtout aux stades 2, 3 et 4. On verra plus bas que le stade 1 privilégie plus que les autres la fertilité exceptionnelle (FR1) et le stade 5, la fertilité moyenne (FR3). À cet égard, nous pouvons constater un gradient temporel (stades 1 > 5) dans la qualité de la fertilité (FR1 > FR3) rencontrée/recherchée lors de l'expansion du LBK.
3. Cinq autres modalités, assez importantes en moyenne ($\geq 0,13$ et $\leq 0,21$), caractérisent bien certains modèles seulement : les stades 1 et 2 optent plus que les autres pour les textures moyennement fines (TX3) ; les stades 2, 3 et 4 favorisent les Luvisols/Podzoluvisols (SO7) ; les stades 2, 3 et surtout 5, la grande profondeur de substrat (PR5) ; le stade 4 privilégie un peu moins que les autres la saturation hydrique faible (HY1) ; les stades 3, 4 et surtout 5 favorisent la texture moyenne (TX4).
4. Parmi les onze modalités moins ou peu caractéristiques du modèle global, trois s'appliquent significativement au stade 1, une aux stades 2 et 4, et cinq aux stades

Modèles	Global	St1	St2	St3	St4	St5	
Desc.							
SL1	0,37	0,39	0,38	0,38	0,4	0,5	terrain plat à peu pentu, 0-3°
HY2	0,33	0,3	0,27	0,28	0,29	0,34	saturat. hydrique superficielle modérée
LO1	0,32	0,4	0,31	0,31	0,33		lœss
FR2	0,32	0,21	0,33	0,33	0,35	0,21	fertilité bonne
OP2	0,27	0,31	0,27	0,22	0,27	0,4	paysage ouvert
PR5	0,21	0,05	0,24	0,29	0,18	0,47	substrat très profond, >120 cm
SO7	0,21	0,16	0,24	0,28	0,24	0,1	Luvisols, Podzoluvisols
TX4	0,19	0,21	0,16	0,2	0,24	0,26	texture moyenne
TX3	0,14	0,15	0,2	0,08			texture moyennement fine
HY1	0,13	0,25	0,24	0,27	0,19	0,23	saturat. hydrique superficielle faible
FR1	0,09	0,18		0,06			fertilité exceptionnelle
SO2	0,1	0,11	?	0,08			sols clinohumiques, chernozems
SO3	0,04		0,03	0,06		0,35	sols alluviaux, Fluvisols
PR1		0,15					substrat profond, 80-120 cm
SO1		0,04	0,1		0,19		Cambisols
TX2			0,02		0,15		texture fine
PR2					0,11		profondeur modérée, 40-80 cm
OP3					0,03		paysage très ouvert
FR3						0,23	fertilité moyenne
LO2						0,13	absence de lœss
SO8						0,07	sols minces à substrat cohérent et dur

Tab. 8. Scores de K_j des différents modèles (échelles des tailles de caractères et de couleurs selon l'importance).

récents/terminaux (4 et 5): la fertilité exceptionnelle (FR1), les sols clinohumiques/chernozems (SO2) et le substrat profond de 80-120 cm (PR1) sont plus liés au stade 1 ; les Cambisols (SO1) concernent principalement les stades 2 et 4 ; la texture fine (TX2) et la profondeur de substrat modérée de 40-80 cm (PR2) se signalent seulement au stade 4 ; les sols alluviaux et fluvisols (SO3) contribuent plutôt fortement au modèle du stade 5 et la fertilité moyenne (FR3) et l'absence de lœss (LO2) caractérisent cette seule étape.

3.3. Corrélations et redondances

Une analyse en composantes principales est menée sur les six modèles prédictifs (fig. 1 et 2) pour identifier les

phénomènes corrélés entre eux. En effet, il semble évident que les données sont partiellement redondantes parce que les modalités privilégiées sont souvent les mêmes, en dépit de certaines différences observables.

La matrice de corrélation résultant de cette ACP permet d'analyser les relations réciproques entre les modèles à l'aide d'un coefficient qui mesure leur intensité (tabl. 9). À première vue, on peut constater que cette relation est très forte. Cependant, il convient de s'arrêter un instant sur les fluctuations du coefficient de corrélation, qui sont parfois importantes.

	Global	St1	St2	St3	St4	St5
Global	1	0,92344	0,98192	0,98558	0,95893	0,86022
St1	0,92344	1	0,89828	0,9015	0,89525	0,7316
St2	0,98192	0,89828	1	0,97756	0,9567	0,84882
St3	0,98558	0,9015	0,97756	1	0,95082	0,86961
St4	0,95893	0,89525	0,9567	0,95082	1	0,83219
St5	0,86022	0,7316	0,84882	0,86961	0,83219	1

Tab. 9. Matrice de corrélation des différents modèles.

- Le modèle global basé sur l'ensemble de la base de données LBK est fortement corrélé avec les modèles des stades 2, 3, 4 et dans une moindre mesure avec celui du stade 1, et encore moins avec celui du stade 5.
- Le modèle du stade 1 semble logiquement relativement indépendant, puisqu'il a une relation plus limitée avec les stades 2, 3, 4 et encore plus avec le stade 5.
- Les modèles des stades 2, 3 et 4 sont fortement corrélés entre eux.
- Le modèle du stade 5 a une relation plus faible avec tous les modèles et, comme on l'a vu plus haut, particulièrement avec le modèle du stade 1. Cette dernière opposition indique des contextes sitologiques souvent différents, voire tout à fait opposés. Les relations avec les autres modèles sont nettement meilleures, mais toujours plus faibles que celles des autres modèles entre eux.

4. CONCLUSION

Il apparaît globalement que les modèles prédictifs des stades 1 et 5 sont les plus pertinents pour leur période respective (tab. 7 et 9), mais qu'ils se distinguent entre eux et avec ceux des stades 2, 3 et 4 ; ces derniers sont également mieux approchés par le modèle global. L'analyse détaillée de ces résultats (tab. 8 et fig. 4) semble ainsi décrire très logiquement le processus d'expansion.

Sur un fond commun, défini par la préférence pour un paysage ouvert, pas ou peu pentu et des sols à saturation hydrique superficielle modérée à faible, les installations

se dirigent d'abord volontiers vers des caractéristiques topographiques et agro-écologiques assez homogènes et très spécifiques (substrat lœssique, sols assez profonds, de type clinohumique, à texture moyenne/moyenne-fine et très haute fertilité). Le peuplement privilégie ensuite, au cours de l'expansion/densification, une variété de localisations un peu plus grande (élargissement des choix de localisation vers des sols plus profonds, un peu moins souvent sur lœss, de types Luvisols-Podzoluvisols et Cambisols à bonne fertilité). En fin de trajectoire, les contextes d'installation montrent une adaptation aux nouvelles caractéristiques dominantes de l'Ouest européen

(vers des sols assez indépendants d'un substrat lœssique, de types alluviaux et Fluvisols, de profondeur modérée et texture plutôt moyenne).

La transcription graphique des principaux résultats permet de déterminer facilement ces évolutions (fig. 4).

On repère ainsi l'importance stable et à haut niveau de signification d'une saturation hydrique des sols faible à modérée, et celle plus variable des textures de sols, fines à moyennes. Les types de sols, leur profondeur et leur fertilité témoignent d'un gradient chronologique de leurs caractéristiques à des niveaux de signification souvent élevés : ainsi en est-il du développement des localisations sur Cambisols

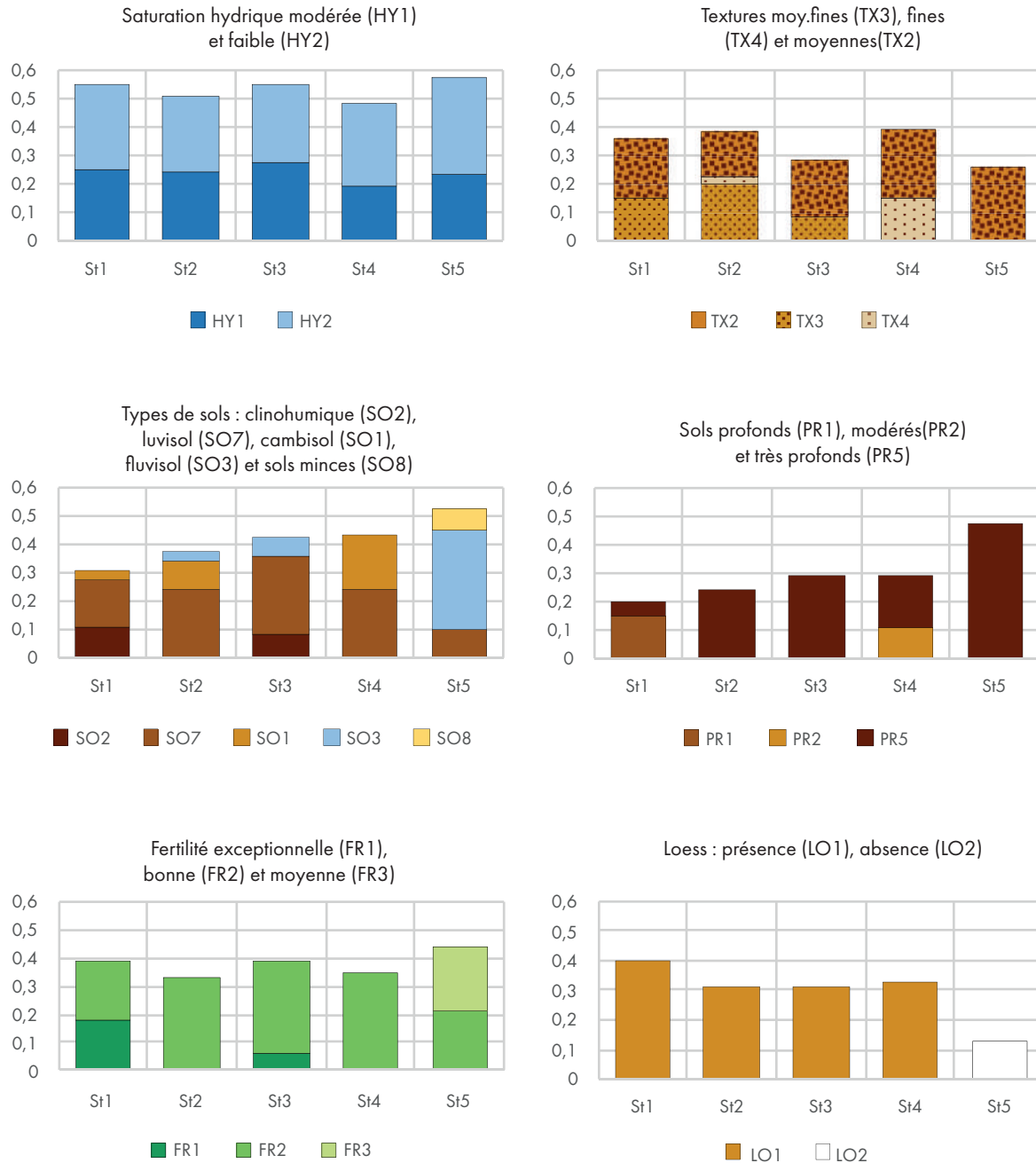


Fig. 4. Évolution des scores des K_j des principales modalités géo-environnementales.

puis sur Fluvisols, respectivement aux stades intermédiaires et récents; de l'importance toujours plus grande prise par la profondeur des sols; enfin du déclin progressif de leur fertilité, souvent exceptionnelle en début de séquence et souvent moyenne en fin. L'importance des loëss dans la caractérisation des modèles géo-environnementaux par grande étape suit une évolution temporelle apparentée à celle de la fertilité: importante en début de séquence, cette présence d'un substrat loëssique recule d'abord pour atteindre une faible incidence en fin de parcours.

Considérant le succès global de ces évolutions/adaptations dans le temps long, en termes d'expansion géographique et de croissance de la densité d'occupation, il apparaît que les conditions géo-environnementales du système agro-pastoral LBK étaient finalement assez peu contraignantes et que l'Europe moyenne tempérée pouvait offrir un large panel de configurations topographiques et édaphiques favorables à ses 600 ans d'évolution.

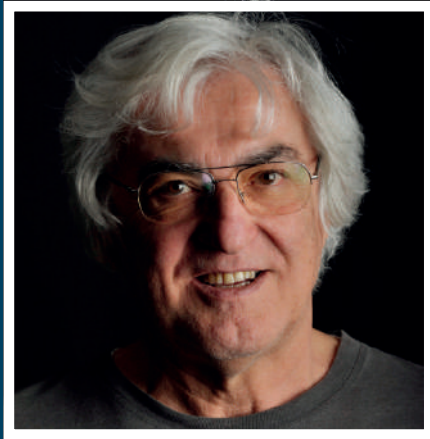
Cet essai de modélisation statistique inductive complète donc l'analyse descriptive globale récemment publiée (BRIGAND *et al.* 2022). Il permet en effet d'identifier plus précisément les principaux déterminants agro-écologiques de l'expansion LBK et surtout d'en quantifier l'importance relative au cours du temps. Les résultats illustrent donc assez finement le processus d'adaptation du système agro-sylvo-pastoral LBK à travers l'Europe continentale tempérée. Les produits de cette modélisation, les valeurs géoréférencées des probabilités d'attraction du géo-environnement sur la localisation des sites LBK pourront servir à pondérer l'attractivité des secteurs salifères sur ces mêmes fermiers néolithiques dans leur expansion vers l'ouest comme vers l'est. Cela est l'objet de la dernière publication du projet « NeoDyn » en cours d'achèvement (WELLER, *et al.*, en prép.).

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié du soutien financier du LabEx *DynamiTe* (ANR-11-LABX-0046) dans le cadre du programme « Investissements d'Avenir », et du projet NéoDyn., Dynamiques migratoires des premiers paysans en Europe: le rôle clé des ressources salifères dans la néolithisation (Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne). Les auteurs tiennent à remercier le lecteur de cet article dont les corrections, remarques et conseils approfondis se sont avérés justes et utiles.

BIBLIOGRAPHIE

- BOCQUET-APPEL J.-P., MOUSSA R. & DUBOULOZ J. 2015. Multi-agent Modelling of the Neolithic LBK. *In*: GILIGNY F., DJINDJAN F., COSTA L., MOSCATTI P., ROBERT S. (eds.), *CAA 2014. 21st century Archaeology concepts, methods and tools*: 595-612. Proceedings of the 42nd Annual Conference on Computer Applications and Qualitative Methods in Archaeology. Oxford, Archaeopress Archaeology.
- BRIGAND R., DUBOULOZ J. & WELLER O. 2022. « Colonization dynamics of LBK farmers in Europe under geostatistics test ». *Documenta Praehistorica*, 49: 150-193.
- DUBOULOZ J., MOUSSA R. & BOCQUET-APPEL J.-P. 2017. « Modélisation, simulation et scénarios d'expérimentation. La colonisation LBK de l'Europe tempérée (5550 – 4950 av. n. é.) », *in*: MANOLAKAKIS L., SCHLANGER N., COUDART A. (eds.), *European Archaeology. Identities and Migrations*. Leiden, Sidestone Press: 315-337.
- HAASE D., FINK J., HAASE G., RUSKE R., PÉCSI M., RICHTER H., ALTERMANN M. & JÄGER K.-D. 2007. « Loess in Europe – its spatial distribution based on a European Loess Map, scale 1 :2,500,000 ». *Quaternary Science Reviews*, 26, 9-10: 1301-1312.
- KVAMME K. 1988. « Development and testing of quantitative models », *in*: JUDGE W.J., SEBASTIAN L. (eds.), *Quantifying the Present and Predicting the Past: Theory, Method, and Application of Archaeological Predictive Modeling*. Denver, U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, CO: 325- 428.
- VERHAGEN P. 2007. *Case studies in archaeological predictive modelling. Archaeological studies Leiden University 14*. Leiden: Leiden University Press.
- VERHAGEN P. & BERGER J.-F. 2001. « Predictive modelling of buried archaeological sites in the Tricastin-Valdaine Region (Middle Rhône Valley, France) ». *BAR Intern. Series*, 931: 219-231.
- WANSLEEVEN M. & VERHART L.B.M. 1992. « The Meuse Valley Project: GIS and site location statistics ». *Analecta Praehistorica Leidensia*, 25: 99-108.
- SCHWARTZ D., ERTLEN D., DAVTIAN G., DUBOULOZ J., GAUVRY Y., VYSLOUZILOVA B. & BERGER J.-F. (en prép.). « Soil fertility in the LBK. Identification of methodological problems and distribution of LBK populations in relation to soil fertility », *in*: BOCQUET-APPEL J.-P., DUBOULOZ J., MOUSSA R., BERGER J.-F. (eds.), *Modelling the socio-natural trajectory of the LBK farmers*.
- WELLER O., BOUDIA S., BRIGAND R. & DUBOULOZ J. (en prép.). *Ressources salifères et expansion du Néolithique LBK sur le continent européen (c. 5550 – 4900 BCE)* (titre français provisoire).
- YOKOYAMA R., SHIRASAWA M. & PIKE R.J. 2002. « Visualizing topography by openness: a new application of image processing to digital elevation models ». *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 68: 257-265.



ACTES DES 42^{es}
RENCONTRES INTERNATIONALES
D'ARCHÉOLOGIE ET D'HISTOIRE
NICE CÔTE D'AZUR

DYNAMIQUES DES PEUPELEMENTS, DES TERRITOIRES ET DES PAYSAGES

Bilan et perspectives en archéologie spatiale,
hommages à Jean-Luc Fiches

Settlement, territory and landscape dynamics: Assessment and prospects in spatial archaeology, tribute to Jean-Luc Fiches

Les 42^{es} Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire se sont attachées à dresser un bilan des recherches en archéologie spatiale en hommage à Jean-Luc Fiches, disparu brutalement en 2012. Directeur de Recherches au CNRS, il fut, de 1987 à 1998, directeur-adjoint du Centre de Recherches Archéologiques, devenu l'UMR CEPAM. En explorant les avancées récentes de ce champ de recherche, les contributions rassemblées au sein de cet ouvrage dressent, dans leur diversité, un panorama des données, méthodes et concepts mobilisés pour l'étude des dynamiques des peuplements, des territoires et des paysages. Ce faisant, ils mettent en lumière le caractère pionnier des travaux de Jean-Luc Fiches et la vitalité de son héritage intellectuel.

The 42nd International Meetings of Archaeology and History aimed to present the state of the art of research in spatial archaeology in tribute to Jean-Luc Fiches, who died suddenly in 2012. As Director of Research at the CNRS, he directed the Centre de Recherches Archéologiques from 1987 to 1998, which later became the UMR CEPAM. By exploring recent advances in this field of research, the papers gathered in this book provide, in their diversity, an overview of the data, methods and concepts used to study the dynamics of settlement, territories and landscapes. In so doing, they highlight the seminal work of Jean-Luc Fiches and the vitality of his intellectual legacy.

L'illustration de couverture est un montage constitué, de haut en bas et de gauche à droite, des éléments suivants :

1. Capture d'écran de l'interface ©NetLogo du modèle ROMCLIM (RDMed). Nicolas Bernigaud (CEREGE UMR 7330, AMU).
2. Campagne d'acquisition LIDAR autour de l'Étang de Mauguio (Hérault), 2006, ATIP Lidar (UMR 6249). Cliché Laure Nuninger, CC-BY-NC-SA.
3. Extrait du manuscrit *Thalamus* (vers 1295), cote H 119, Bibliothèque universitaire historique de médecine, Université de Montpellier, Montpellier. Crédits photographiques SCDI de Montpellier – Service photographique.
4. Jean-Luc Fiches en décembre 2010. Cliché Pierre Salles.
5. Visualisation d'un MNT Lidar, Forêt de Chailluz (Besançon, Doubs), 2010, LIEPPEC (UAR 3124). Laure Nuninger, CC-BY-NC-SA.
6. Autel funéraire de *Caius Coelius Sestertius* et de *Caius Coelius Felix* provenant de Callian (Var). Cliché Marie-Jeanne Ouriachi, 2018.
7. Répartition des autels à décor de rinceaux dans la cité de Nîmes. Jean-Luc Fiches, Madeleine Sintès-Aïoutz (CNRS-CRA) : Fiches J.-L., *Arts et pratiques funéraires des élites dans la cité des Volques arécomiques*. In : Cébeillac-Gervasoni M. et al. éd., *Autocélébration des élites locales dans le monde romain. Contextes, textes, images (I^{er} s. av. J.-C. - III^e s. ap. J.-C.)*. Clermont-Ferrand, Presses Universitaires Blaise Pascal, CRCA, Collection ERGA - 7, 2004, 403-421.
8. Prospections archéologiques à Fréjus (Var). Cliché Frédérique Bertoncello, 2014.

Prix : 40 €

ISSN : 2402-6220
ISBN : 2-904110-65-8

