



HAL
open science

ARCHAEDYN. Dynamique spatiale des territoires de la Préhistoire au Moyen Âge. Volume 1

Estelle Gauthier, Murielle Georges-Leroy, Nicolas Poirier, Olivier Weller

► To cite this version:

Estelle Gauthier, Murielle Georges-Leroy, Nicolas Poirier, Olivier Weller (Dir.). ARCHAEDYN. Dynamique spatiale des territoires de la Préhistoire au Moyen Âge. Volume 1. Estelle Gauthier; Murielle Georges-Leroy; Nicolas Poirier; Olivier Weller. Presses universitaires de Franche-Comté, 2022, Les Cahiers de la MSHE Ledoux, 10.4000/books.pufc.46572 . hal-03623255

HAL Id: hal-03623255

<https://hal.science/hal-03623255v1>

Submitted on 8 Dec 2023

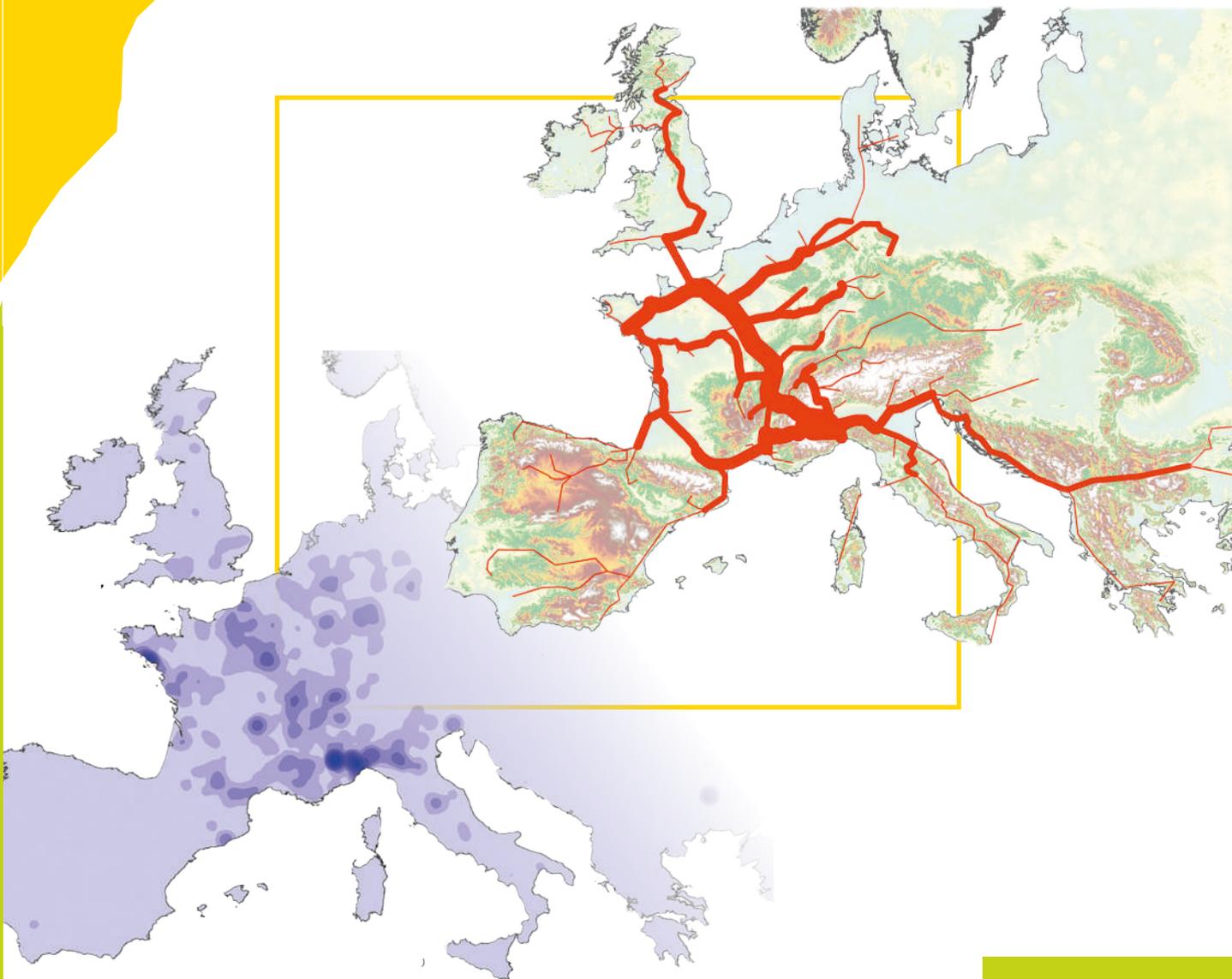
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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

ARCHAEDYN

Dynamique spatiale des territoires de la Préhistoire au Moyen Âge

sous la direction de
Estelle GAUTHIER, Murielle GEORGES-LEROY,
Nicolas POIRIER et Olivier WELLER

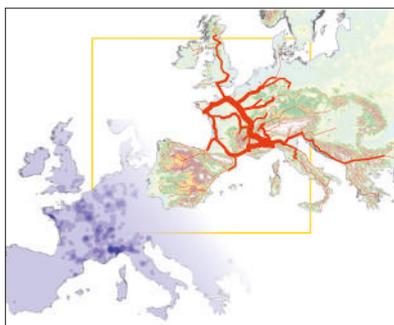


Avant-propos de François FAVORY et Laure NUNINGER

Volume 1

Illustrations de couverture

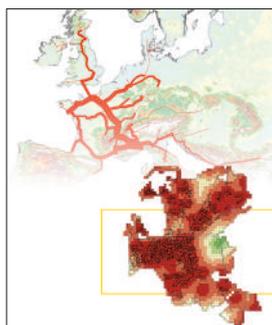
Réalisation : Sarah-Léa Mirey



Première de couverture :

En bas à gauche : Estimation des densités de noyau des longues haches en jades alpins en Europe et discrétisation des valeurs par la méthode de Jenks. Source : Fond : ESRI WBM – Données : Pierre Pétrequin – CAO : András Márton et Estelle Gauthier, 2018.

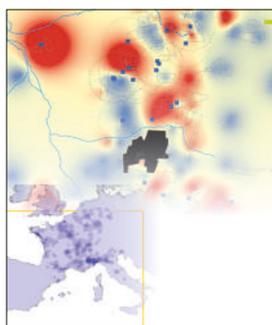
En haut à droite : Modélisation des flux cumulés des longues haches en jades alpins durant le Néolithique. Source : Fond : ESRI WBM, NASA SRTM – Données : Pierre Pétrequin – CAO : András Márton, 2018.



Rabat de la première de couverture :

En haut : Modélisation des flux cumulés des longues haches en jades alpins durant le Néolithique. Source : Fond : ESRI WBM, NASA SRTM – Données : Pierre Pétrequin – CAO : András Márton, 2018.

En bas : Évolution de la distance habitat/champs entre l'Antiquité et le Moyen Âge. Source : Programme Blanc 2008, contrat ANR-08-BLAN-0157-01, 2009-2011 – Sources archéologiques : Murielle Georges-Leroy et INRA Nancy – SIG/CAO : Murielle Georges-Leroy (DRAC Lorraine/UMR 6249).



Rabat de la quatrième de couverture :

En haut : Exemple d'interpolation avec buffer (Touraine_Neuve-le-Roi, phase 4).

En bas : Estimation des densités de noyau des longues haches en jades alpins en Europe et discrétisation des valeurs par la méthode de Jenks. Source : Fond : ESRI WBM – Données : Pierre Pétrequin – CAO : András Márton et Estelle Gauthier, 2018.

ARCHAEDYN

**DYNAMIQUE SPATIALE DES TERRITOIRES
DE LA PRÉHISTOIRE AU MOYEN ÂGE**

PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCHE-COMTÉ
N° 1568

Collection « LES CAHIERS DE LA MSHE LEDOUX »
dirigée par Philippe Barral
n° 47

Série « Dynamiques territoriales »
Responsable : Philippe Barral
n° 15

MSHE Claude Nicolas Ledoux, USR 3124
30-32, rue Mégevand
25030 Besançon cedex

© PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCHE-COMTÉ – 2022
Suivi éditorial : Marie Gillet
Mise en page : Julie Gillet
Couverture : Sarah-Léa Mirey

ISBN : 978-2-84867-845-0 – EAN : 9782848678450
ISSN : 1772-6220

ARCHAEDYN

DYNAMIQUE SPATIALE DES TERRITOIRES DE LA PRÉHISTOIRE AU MOYEN ÂGE

VOLUME 1

Sous la direction de
Estelle GAUTHIER
Murielle GEORGES-LEROY
Nicolas POIRIER
Olivier WELLER

Avant-propos de François FAVORY et Laure NUNINGER

*Ouvrage publié avec le concours
du ministère de la Culture – Direction générale des patrimoines et de l'architecture,
sous-direction de l'archéologie*

Tables des sigles*

ACI	Action concertée incitative, ministère de la Recherche (France)
ACP	Analyse en composantes principales
ADEME AFC*	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie Analyse factorielle des correspondances
AFEAF	Association française pour l'étude de l'âge du fer
ANR	Agence nationale de la recherche, ministère de la Recherche (France)
ARAPS	Association pour le recherche archéologique au Pays de Sarrebourg
ArcGIS	Logiciels d'information géographique
Archaeodyn	Programme « Dynamique spatiale des territoires, de la Préhistoire au Moyen Âge », phase I, ET 28 (2005-2008)
Archaeodyn II	Programme « Dynamique spatiale des territoires, de la Préhistoire au Moyen Âge », phase II, ANR-08-BLAN-0157-01 (2009-2012)
Archaeomedes	Programme européen consacré à l'étude de la désertification des régions méditerranéennes de l'Europe de l'Antiquité à nos jours
ArcInfo	Logiciel d'information géographique (SIG) ayant le niveau de licence le plus élevé de la gamme ArcGIS
BOA	Boîte à outils archéologique
BQR	Bonus Qualité Recherche
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
CAA	Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology
CAH*	Classification ascendante hiérarchique
CAO	Cartographie assistée par ordinateur
CArGOS	Catalogue de données géographiques en SHS
CLC*	Corine Land Cover
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
CNRTL	Centre national de ressources textuelles et lexicales : https://www.cnrtl.fr/
CTHS	Comité des travaux historiques et scientifiques (France)
DAO	Dessin assisté par ordinateur
DRAC	Direction régionale des affaires culturelles

* Les termes suivis d'un astérisque figurent dans le glossaire et sont indexés à la fin de l'ouvrage.

DRASSM	Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines
DRIRE	Direction régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
DST	Direction scientifique et technique
EAA	European Association of Archaeologists
EA 1001 CHEC	Centre d'histoire « Espaces & Cultures », université Clermont Auvergne (Clermont-Ferrand)
EA 4451 CRBC	Centre de recherche bretonne et celtique, université de Bretagne occidentale (Brest)
Eclipse II	Programme « Environnement et climat du passé » (2003-2007)
EF	Entité fonctionnelle
ENS	École normale supérieure
EPHE	École pratique des hautes études (Paris)
ERC	European Research Council
ERS	European Remote-Sensing Satellite
ES	Entité spatiale
ESL*	Entité surfacique limitée
ESDA	Exploratory Spatial Data Analysis
ESRI	Environmental Systems Research Institute
ET	Entité temporelle
GMES	Global Monitoring for Environment and Security
GPS	Global Positioning System
HBDS*	Hypergraph-Based Data Structure
IASS	Institute of Anthropological and Spatial Studies, ZRC-SAZU (Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts), université de Ljubljana (Ljubljana, Slovénie)
IF	Indice de forme
IGN/IGNF	Institut national de l'information géographique et forestière
INHA	Institut national d'histoire de l'art
INRA	Institut national de la recherche agronomique
INRAP	Institut national de recherches archéologiques préventives
IRD	Institut de recherche pour le développement
ISA (réseau)	Information spatiale et archéologie
IUPPS	International Union of Prehistoric and Protohistoric Sciences
JADE	Programme ANR Blanc « JADE : Inégalités sociales et espace européen au Néolithique : la circulation des grandes haches en jades alpins », ANR-BLAN06-1_137240 (2007-2010)
JADE 2	Programme ANR Blanc « JADE 2 : Objets-signes et interprétations sociales des jades alpins dans l'Europe néolithique », ANR-12-BSH3-0005 (2013-2017)
KED	Kernels Estimation Density
LaScArBx	Laboratoire d'excellence sciences archéologiques de Bordeaux, université de Bordeaux 3 Montaigne (Pessac)
LP	Limon de plateaux
M ² ISA	Méthodologies pour la modélisation de l'information spatiale appliquée aux SHS
MADS	Modélisation d'application à données spatiotemporelles
MCD	Modèle conceptuel de données

MMSH	Maison méditerranéenne des sciences de l'homme, UAR3125 (Aix-en-Provence)
MNT	Modèle numérique de terrain
MOM	Maison de l'Orient et de la Méditerranée, université de Lyon (Lyon)
MSH Mondes	Maison des sciences de l'homme Mondes, CNRS-université de Nanterre (Nanterre)
NDR	Normalised Differential Ratio
NDVI	Normalised Difference Vegetation Index
NGF*	Niveau général de la France
OH	Objet historique
ONF	Office national des forêts
PAIR	Pôle d'archéologie interdépartemental rhénan, aujourd'hui Archéologie Alsace
PHC	Partenariats Hubert Curien : programmes de soutien à la mobilité des chercheurs
PRAG	Professeur agrégé
RR	Risque relatif
RSFO	Rhin-Suisse-France orientale (culture du Bronze final)
SCR	Système de coordonnées de référence
SDNA	Spatial Design Network Analysis
SI	Système d'information
SIG*	Système d'information géographique
SOLAP	Spatial On-Line Analytical Processing
SRA	Service régional de l'archéologie
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TGIR	Très grande infrastructure de recherche, ministère de la Recherche (France)
TGIR Huma-Num	TGIR pour les SHS. « L'infrastructure des humanités numériques », ministère de la Recherche (France)
TIN	Triangulated Irregular Network
TPI UAR	Topographic Position Index Unité d'appui à la recherche
UAR 2000 MSH Lyon Saint-Étienne	Maison des sciences de l'homme, CNRS-université de Lyon (Lyon).
UAR 3124 MSHE Claude Nicolas Ledoux	Maison des sciences de l'homme et de l'environnement, CNRS-université de Franche-Comté, (Besançon)
UAR 3516 MSH Dijon	Maison des sciences de l'homme, CNRS-université de Bourgogne (Dijon)
UAR 3550 MSH Clermont	Maison des sciences de l'homme, CNRS-Université Clermont Auvergne (Clermont-Ferrand)
UC	Unité de collecte
UFC	Université de Franche-Comté
UISPP	Union internationale des sciences préhistoriques et protohistoriques
UML UMR	Unified Modeling Language Unité mixte de recherche
UMR 5136 FRAMESPA	France, Amériques, Espagne – Sociétés, pouvoirs, acteurs, CNRS-université Toulouse 2 Jean Jaurès (Toulouse)
UMR 5140 ASM	Archéologie des sociétés méditerranéennes, CNRS-Montpellier 3 Paul Valéry (Montpellier-Lattes)
UMR 5600 Environnement, ville et société	CNRS-ENS Lyon (Lyon)

UMR 5607 Ausonius	CNRS-université de Bordeaux 3 Montaigne (Pessac)
UMR 5608 TRACES	Travaux et recherches archéologiques sur les cultures, les espaces et les sociétés, CNRS-université Toulouse 2 Jean-Jaurès (Toulouse)
UMR 6012 ESPACE	CNRS-université d'Avignon et des Pays de Vaucluse (Avignon)
UMR 6049 ThéMA	Théoriser & modéliser pour aménager, CNRS-université de Franche-Comté (Besançon)
UMR 6063 GEOSYSCOM	Géographie des systèmes de communication, CNRS-université de Basse-Normandie (Caen)
UMR 6249 Chrono-environnement	CNRS-université de Franche-Comté (Besançon)
UMR 6298 ARTéHIS	Archéologie, terre, histoire et sociétés, CNRS-université de Bourgogne (Dijon)
UMR 7041 ArScAn	Archéologies et sciences de l'Antiquité, CNRS-universités Paris 1 Panthéon-Sorbonne (Paris) et Paris 10 Nanterre (Nanterre)
UMR 7055 Préhistoire & technologie	CNRS-université Paris 10 Nanterre (Nanterre)
UMR 7264 CEPAM	Cultures et environnement, Préhistoire, Antiquité, Moyen Âge, CNRS-université Côte d'Azur (Nice)
UMR 7324 CITERES	Cités, territoires, environnement et sociétés, Laboratoire d'archéologie des territoires, CNRS-université François Rabelais (Tours)
UMR 7298 LA3M	Archéologie médiévale et moderne en Méditerranée, CNRS-université de Provence (Aix-en-Provence)
UMR 8215 Trajectoires, de la sédentarisation à l'État	CNRS-université Paris 1 Panthéon-Sorbonne (Paris)
UMR 8504 Géographie-cités	CNRS-université Paris 1 Panthéon-Sorbonne (Paris)
UMR 8546 AOOrOc	Archéologie & philologie d'Orient et d'Occident, CNRS-École normale supérieure Ulm (Paris)
UMR 8564 CEIAS	Centre d'études de l'Inde et de l'Asie du Sud, CNRS-EHESS (Paris)
UNA	Urban Network Analysis
ZA	Zone atelier
ZRC SAZU	Research Centre of the Slovenian Academy Sciences and Arts (Ljubljana, Slovénie)

Avant-Propos

François FAVORY*

Laure NUNINGER**

responsables du programme Archæodyn

Cet ouvrage est le premier volume d'un programme éditorial qui en comportera deux. L'objectif de cette édition est de publier les résultats de la recherche au long cours entreprise en 2004 en réponse à un appel à projet lancé par l'action concertée incitative (ACI) « Espaces et territoires », et poursuivi dans le cadre de l'appel à projet de l'Agence nationale de la recherche (ANR) de 2008. Ce programme de recherche a porté sur la dynamique spatiotemporelle des territoires, abordée dans la longue durée, du Néolithique au Moyen Âge, selon différentes thématiques et dans plusieurs microrégions de France et d'Europe.

La publication prévue en deux volumes vise à présenter trois expériences différentes. Si celles-ci sont complémentaires, utilisent la même méthodologie de discrétisation des espaces analysés et de classification qualitative des corpus de mobilier archéologique mobilisés et les mêmes outils géomatiques et statistiques d'analyse spatiale, elles ont néanmoins été réalisées par diverses équipes qui ont travaillé relativement indépendamment pour répondre à des objectifs très différents – même si ces derniers concernent tous la problématique des territoires (où s'installent et évoluent les systèmes de peuplement et où s'opère la production), la circulation et la consommation des productions agropastorales et artisanales.

Les deux parties de ce premier volume ont donc été rédigées dans un esprit différent suivant les équipes et leurs objectifs respectifs. En effet, chacune des équipes a travaillé de son côté, a étudié des mobiliers et des produits différents, et abordé des périodes historiques pluriséculaires très distinctes. Cependant, il ne s'agit pas non plus de publier un ouvrage à valeur universelle : dès le départ, nous avions bien pour objectif de publier trois expériences indépendantes.

Notre préface entend éclairer le contexte de cette recherche menée par plusieurs équipes aux objectifs variés, et expliquer ce qui rapproche et distingue les problématiques explorées et les méthodologies appliquées.

Enjeux et problématique

Le programme Archæodyn, « Dynamique spatiale des territoires, de la Préhistoire au Moyen Âge », lancé dans le cadre de l'ACI « Espaces et territoires » (phase I : ET 28, 2005-2007) [Gandini *et al.*, 2012], et poursuivi dans le cadre du programme ANR (phase II : ANR-08-BLAN-0157-01, 2009-2012), contribue à élargir, en la modifiant, la problématique de recherche engagée dans la décennie 1990 par les programmes européens Archæomedes I et II (Archæomedes, 1998 ; Van der Leeuw *et al.*, 2003), en abordant la dynamique des territoires, envisagée selon plusieurs angles d'étude nouveaux, tant sur le plan thématique, chronologique que spatial. Ce programme a été conduit par un collectif de neuf équipes, dont une équipe slovène et sept autres réparties dans six Maisons des sciences de l'homme (Besançon, Clermont-Ferrand, Dijon, Nanterre, Nice et Tours).

Le projet visait à approfondir l'analyse des interactions spatiales entre des groupes sociaux, les ressources qu'ils exploient pour assurer leur subsistance, produire des objets et échanger avec d'autres groupes à courte, moyenne et longue distances, et les itinéraires qui régissent les flux à différentes périodes.

Le travail collectif a été structuré selon trois axes thématiques – 1) « Aires d'approvisionnement, terroirs et finages », 2) « Peuplement, réseaux et territoires »,

* Professeur honoraire d'histoire ancienne et archéologie gallo-romaine, UMR 6249 Chrono-environnement et UAR 3124 Maison des sciences de l'homme et de l'environnement, CNRS-université de Franche-Comté (Besançon).

** Chargée de recherche au CNRS, archéologue, UMR 6249 Chrono-environnement et UAR 3124 Maison des sciences de l'homme et de l'environnement, CNRS-université de Franche-Comté (Besançon).

3) « Circulation des matières premières et des objets » – complétés par un quatrième consacré aux « Méthodes et outils d'analyse spatiale » et chargé de l'assistance méthodologique et technique dans le domaine des analyses spatiales, dans lequel ont coopéré géographes, géomaticiens, géodésistes et archéologues ayant coordonné l'activité des axes thématiques.

Par rapport aux analyses centrées sur les établissements et développées dans les programmes *Archaeomedes I* et *II* visant à comprendre les modalités d'implantation des populations passées en fonction d'un environnement donné, le collectif *Archaeodyn* s'est plutôt interrogé sur les facteurs qui contribuent à produire un environnement plus ou moins dynamique selon des modalités d'occupation du sol.

Cette problématique est née d'un constat émis par Sander van der Leeuw lors d'un séminaire de travail d'*Archaeomedes I* au cours duquel le concept d'« environnement » fut interrogé. Comme l'a affirmé un jour avec force Olivier Buschenschutz lors d'une soutenance de thèse sur le Berry antique (Maussion, 2003), « l'environnement c'est, au sens propre, ce qui entoure un établissement humain », en riposte aux intégristes d'une conception de l'environnement perçu comme un complexe physique et vivant indépendant de l'action humaine. Sander Van der Leeuw a invité ses interlocuteurs du séminaire à modifier la perspective anthropocentrée de l'environnement en soulignant que l'environnement « contenait » les établissements humains et leurs activités. Autrement dit, c'est dans le complexe des ressources d'un espace géographique – physiques, hydrauliques, botaniques, zoologiques, paysagères – que réside un potentiel d'attraction pour l'habitat et les activités d'un groupe social. Cette observation nous a conduits à aborder les activités humaines dans leur cadre territorial, l'espace que s'approprie un groupe humain et qui développe ses propres extensions – déplacements des membres du groupe pour le ravitaillement à distance et la recherche de produits et de matériaux indisponibles dans le territoire ou pour fréquenter des lieux culturels avec d'autres groupes territoriaux.

La problématique archéologique d'*Archaeomedes* qui visait à comprendre l'évolution du système d'habitat dans la longue durée – du VIII^e siècle av. J.-C. au XVI^e siècle, période ultime de création des villages médiévaux –, était centrée sur le potentiel sitologique (relief, sols, ressource en eau), situationnel (densité viaire et relations aux autres établissements contemporains) et sur le comportement historique d'un site d'habitat, isolé ou groupé, et de ses alentours. L'objectif était d'identifier et d'évaluer la part des facteurs environnementaux et sociaux dans l'évolution de l'habitat et de ses installations annexes, agropastorales, extractives et artisanales.

Plus de cinq ans après la fin du programme *Archaeomedes II* (1999), cette problématique s'est diversifiée thématiquement et géographiquement, grâce à la maîtrise, par les chercheurs, des techniques

de la géomatique et de la statistique spatiale et par le choix de traiter l'espace comme l'objet d'étude des thématiques retenues : évolution du système de peuplement des âges du fer et de l'Antiquité, production agropastorale abordée par la morphologie parcellaire et par l'amendement des sols, production, diffusion et consommation du sel et d'objets manufacturés en bronze.

La longue durée a été revue pour l'approche du système de peuplement et limitée à la Protohistoire des âges du fer, à l'Antiquité et à l'Antiquité tardive jusqu'au VIII^e siècle. De nouvelles microrégions ont été explorées, tant dans l'aire méditerranéenne (vallées de la Cèze et de la Tave en Languedoc, préAlpes de Grasse et vallée de l'Argens en Provence-Côte d'Azur) que dans le Centre (vallée de la Loire, Berry) et le Centre-Est (Bourgogne).

En outre, l'approche territoriale s'est enrichie d'une approche de l'espace agropastoral abordé dans la construction parcellaire et dans la bonification des sols par apport de fumures animales et domestiques : cette approche s'est limitée aux systèmes parcellaires antiques et médiévaux fossilisés sous forêt, dans le nord-est et le centre-est de la France, et aux épandages agraires dans le Val de Loire (Touraine et Berry-Sancerres), en Languedoc oriental et en Provence, dans la vallée de l'Argens et dans le massif des Maures.

Ces deux problématiques relatives à l'Antiquité, au sens large, n'ont pas toujours pu se croiser dans les mêmes microrégions, faute de documentation disponible.

Enfin, l'équipe jusqu'alors composée de chercheurs en archéologie gallo-romaine et médiévale s'est ouverte à des chercheurs spécialistes du Néolithique et de l'âge du bronze pour exploiter les mêmes modèles d'analyse territoriale faisant appel aux ressources de la géomatique et de l'analyse des interactions spatiales, pour étudier la production, la diffusion et la consommation d'objets à des échelles régionales, nationales et européennes, comme des objets néolithiques façonnés et polis dans des jades alpins, des objets en bronze et des matériaux comme le sel collecté à partir de sources d'eau salée en Roumanie.

C'est à partir d'un socle méthodologique commun – évaluation quantitative et qualitative de l'information archéologique, discrétisation de l'espace étudié, renseignement des cellules spatiales – que se sont déployées les différentes thématiques, abordées à diverses époques, sur des durées et à des échelles variables.

Aussi, pour l'ensemble des axes thématiques, il s'agissait de répondre à trois grandes questions : quels sont les espaces occupés de façon permanente ? Quels espaces ont été conquis puis abandonnés ? Quels espaces ont été utilisés régulièrement mais jamais durablement ?

Chacun des axes s'est concentré sur un objet particulier pour tenter de répondre avec des perspectives variées et complémentaires d'un point de vue thématique et scalaire.

Dans l'axe 1 « Aires d'approvisionnement, terroirs et finages », il s'agissait d'appréhender et de quantifier la manière avec laquelle se constituent et évoluent les territoires en considérant les activités de production agropastorale. Celles-ci étaient envisagées à partir des vestiges d'épandages agraires collectés en prospection pédestre, d'une part, et les structures agraires et parcelaires anciennes fossilisées sous les couverts forestiers actuels, en partie cartographiées grâce à des levés lidar, d'autre part.

Dans l'axe 2 « Peuplement, réseaux et territoires », l'organisation, l'intensité et la stabilité de l'occupation de l'espace rural dans la longue durée, de 800 av. J.-C. à 800 ap. J.-C. ont été plus classiquement appréhendées à partir des établissements archéologiques, mais avec de nouvelles méthodes d'analyse spatiale et la comparaison de microrégions issues de régions culturellement et géographiquement très contrastées.

Enfin, dans l'axe 3 « Circulation des matières premières et des produits », les dynamiques spatiales liées aux processus de diffusion des matières premières et d'objets manufacturés ont été étudiées, depuis l'approvisionnement jusqu'à la consommation des produits, durant le Néolithique et l'âge du bronze tant sur des espaces régionaux qu'euro péens. Il s'agissait également de tester des modèles couramment utilisés en archéologie pour en proposer de plus adaptés aux données étudiées.

Pour faire face à ces enjeux dans un cadre conceptuel cohérent et produire des indicateurs comparables, nous avons tout d'abord reconsidéré le rôle de l'espace dans nos approches archéologiques. Dans la démarche Archaedyn, l'espace n'était plus seulement un attribut permettant de décrire le contexte ou la répartition spatiale des établissements ou des artefacts archéologiques, mais il est devenu l'objet même de l'étude, décrit par des attributs archéologiques. Cette conception du statut respectif de l'espace et de l'information archéologique a été adoptée d'emblée par les promoteurs du projet. Elle s'inspirait des travaux précédents et des méthodes de traitement d'images satellitaires expérimentées dans l'analyse des paysages (Favory et Poupet, 1992 ; Nuninger et Oštir, 2005 ; Oštir et Nuninger, 2006 ; Fovet, 2010). En effet, dans une image satellite, une même cellule (ou pixel) peut être caractérisée par plusieurs informations selon les canaux¹ considérés. Suivant le même principe, le collectif a développé une analyse originale en caractérisant chaque portion d'espace, soit chaque cellule d'un espace numérique raster, par un ensemble d'attributs topographiques, pédologiques et archéologiques (type d'occupation, fréquence, durée, phases chronologiques ou d'autres critères). Selon le principe d'investigation de l'analyse d'image, un objet, ici l'espace

fréquenté, occupé et exploité par des sociétés, est discrétisé sous la forme d'une grille dont les mailles, cellules ou pixels, sont dotées d'attributs.

Dans cette perspective et afin de confronter les évolutions d'un phénomène documenté et décrit dans des bases de données géoréférencées déjà constituées, mais rassemblées dans un ensemble hétérogène, il a fallu délimiter et découper les espaces étudiés afin qu'ils soient comparables selon les questions posées. Un premier travail a consisté pour le collectif à définir le maillage pertinent, c'est-à-dire la taille des cellules, pour mener à bien des analyses permettant de produire trois types d'indicateurs : occupation ou abandon, concentration ou dispersion et stabilité ou instabilité.

Néanmoins, la variété des échelles considérées, de la localité à l'échelle paneuropéenne des échanges en passant par celles des régions et des microrégions, a nécessité le développement d'une méthode pour produire un canevas de référence emboîtant plusieurs grilles d'analyse spatiale avec des cellules d'une résolution d'un mètre à 250 kilomètres. La résolution a été adaptée à chaque jeu de données en fonction d'une règle mathématique permettant de sélectionner la résolution optimale (Saligny et Bouille, 2011 ; Nuninger *et al.*, 2012a). Ainsi, même s'ils étaient produits à partir de différents types de données archéologiques (artefacts, objets, dépôts, établissements, etc.), les indicateurs pouvaient être combinés à l'aide d'un SIG de manière à analyser la dynamique des espaces dans la très longue durée, du Néolithique au Moyen Âge. Finalement, la taille des mailles utilisées pour les analyses varie de 100 mètres à 50 kilomètres selon l'échelle des espaces étudiés et les attributs correspondent à des indicateurs calculés à partir d'un semis de lieux (sites), d'objets archéologiques (artefacts) ou d'unités d'enregistrement spatiales (zone de prospection, parcelle). Le profil ainsi défini permet de comparer les entités territoriales, dès lors que ces entités sont décrites selon le même protocole, et d'analyser leur trajectoire dans la longue durée pour caractériser un espace ou un système (le finage d'un établissement ou d'une communauté, ou le système de peuplement, par exemple).

Le renversement épistémologique opéré dans Archaedyn a favorisé un développement particulièrement créatif, avec l'utilisation de nouvelles techniques de statistiques spatiales et avec une transposition des modèles d'analyse spatiale développés précédemment dans ce nouveau cadre conceptuel. Dans cette phase de la recherche, ce sont les archéologues qui ont été les principaux acteurs de l'innovation méthodologique et technique en réalisant l'ensemble des analyses spatiales à l'aide du SIG, en intégrant des méthodes de télédétection (Fovet, 2010) et en contribuant largement au développement d'outils sous la forme de scripts

1 Un canal correspond à l'enregistrement du signal électromagnétique selon une fréquence donnée, soit dans une bande de longueur d'onde étroite. Ainsi, sur un espace terrestre défini, il est possible d'avoir plusieurs enregistrements issus de différentes zones (ou bandes) du signal électromagnétique (dans le spectre visible, infrarouge, moyen infrarouge par exemple). Ces enregistrements constituent autant de couches (dits canaux) qui peuvent se superposer pour constituer une image.

informatiques ou de modules dédiés, développés au sein du programme ou dans des programmes parallèles par le même collectif (Nuninger *et al.*, 2012b et 2016), repris et parfois améliorés dans des travaux universitaires (Nüsslein, 2016 ; 2018 ; Nüsslein *et al.*, 2020). Parmi les outils notables développés dans le projet sous la direction de Laure Saligny, on peut signaler le module de calcul des « cartes de confiance » dont l'objectif est d'éliminer des jeux de données soumis à l'analyse spatiale les zones où l'on ne dispose que d'une information spatiale et lacunaire (Saligny et Bouille, 2011 ; Rodier *et al.*, 2011). Cet outil a été intégré dans la boîte à outils archéologique (BOA) développée par la plateforme GéoBFC – MSH de Dijon sous la forme d'un module logiciel intégrable à un SIG (ArcGIS).

Approche scientifique et technique

L'approche comparative, spatiale et diachronique, a exigé la conception et l'élaboration d'indicateurs dont le calcul devait être strictement reproductible d'une zone d'étude à l'autre, en dépit de l'apparente hétérogénéité des méthodes d'enquête de terrain et des contextes scientifiques, historiques et environnementaux propres à chacune.

Six zones d'étude de France septentrionale comme méridionale ont été retenues pour l'étude des vestiges d'épandages agraires collectés en prospection pédestre, et datés de la Protohistoire à la période moderne, et dix zones d'étude, d'une surface totale de 13 500 hectares, localisées en Lorraine, Bourgogne et Île-de-France ont pu être utilisées pour étudier les vestiges de parcelles anciens, antiques et médiévaux, conservés sous couvert forestier. On a pu mobiliser les données de dix microrégions du sud et du centre de la France pour étudier l'intensité, la structure hiérarchique et l'organisation spatiale du peuplement rural, appréhendé dans la longue durée. Les études sur la diffusion et la consommation des matériaux et des artefacts ont porté sur treize jeux de données concernant, à diverses échelles, divers produits (jadéite, sel, objets de bronze, etc.) datant essentiellement du Néolithique et de l'âge du bronze en Europe.

Trois indicateurs de durée, stabilité et durabilité de l'occupation agraire ont été définis sur la base de l'observation des rythmes d'occupation du sol attestés par la chronologie du mobilier récolté. Un indicateur d'intensité de la pression agraire, fondé sur la densité de mobilier récolté, est venu compléter l'appareil descriptif des zones d'étude. Ces quatre indicateurs ont ensuite été confrontés aux variables socio-environnementales de chaque microrégion en recourant aux outils SIG. Il a ainsi été possible de tester les corrélations éventuelles entre les valeurs données par ces indices et les potentialités environnementales. L'utilisation d'analyses statistiques multivariées (AFC et CAH) a permis de saisir les liaisons entre ces différents facteurs au sein de chaque zone d'étude, mais aussi globalement.

Trois indicateurs, calculés à l'échelle d'une maille de 250 mètres, ont été créés pour mesurer l'intensité de l'exploitation agraire attestée par la structuration parcellaire (densité des linéaments et des tas d'épierrement, longueur des linéaments). Pour mesurer la structuration de cette exploitation, un nouvel objet a été créé, l'entité surfacique linéaire (ESL), unité intermédiaire correspondant à un groupe de champs, limitée par des talus ou des levées pierreuses ou terreuses. La surface, le degré de fermeture et la forme de ces ESL ont été calculés, la forme étant obtenue par la combinaison statistique de six indices de formes mesurant la circularité, le rapport à l'enveloppe convexe et la différence au rectangle. Quatre de ces indicateurs d'intensité et de structuration ont ensuite été combinés à l'échelle de la maille par AFC. Ces indicateurs ont alors été comparés, individuellement ou combinés, avec le milieu naturel (topographie, sols, ensoleillement) et le milieu anthropique (habitat et voies). Enfin, l'évolution de ces indicateurs et de leur rapport au milieu environnant a pu être observée sur la zone atelier de la forêt de Haye (Lorraine), seule zone où des parcelles de plusieurs périodes ont été identifiées.

Une série d'indicateurs ont été développés pour décrire l'intensité, la structure hiérarchique et l'organisation spatiale du peuplement dans chaque zone atelier. Quatre fenêtres chronologiques ont été privilégiées pour les analyses, car elles correspondent à des périodes charnières dans la dynamique du peuplement : le II^e siècle av. J.-C., le I^{er} siècle ap. J.-C., le III^e siècle et le V^e siècle. L'évolution quantitative du peuplement est appréhendée en examinant, pour chaque zone atelier, le nombre d'établissements occupés, créés et abandonnés par siècle entre le VIII^e siècle av. J.-C. et le VIII^e siècle ap. J.-C. Une avancée importante correspond à la classification statistique du profil des courbes microrégionales de peuplement, fondée sur la comparaison des taux d'évolution du nombre d'établissements, d'un siècle à l'autre. La structure hiérarchique du peuplement gallo-romain est issue d'une classification des établissements selon quatre variables (superficie, matériaux de construction, durée d'occupation, fonction), à partir de laquelle deux indicateurs, mesurant respectivement l'étendue et la variété hiérarchiques du semis d'établissements, permettent d'appréhender les modes d'organisation du peuplement dans chaque zone atelier sur les quatre siècles considérés. La structure spatiale du peuplement est définie par trois types d'indicateurs :

1. le barycentre et l'ellipse de déviation standard, permettant d'apprécier la dispersion et la mobilité d'un semis d'établissements au cours du temps ;
2. les mesures de l'espacement des établissements, à deux échelles : locale (distances aux cinq plus proches voisins) et « globale » (distance entre tous les établissements de la zone atelier) ;
3. les mesures du niveau d'agrégation des établissements (fonction K de Ripley).

Enfin, deux indicateurs combinent l'information spatiale et hiérarchique : la mesure de la distance au plus proche voisin de chaque type hiérarchique et le nombre d'établissements de chaque type hiérarchique dans le voisinage de chaque établissement.

L'analyse des processus de diffusion et de consommation d'artéfacts repose sur la confrontation de jeux de données relevant de mécanismes similaires et la comparaison de la répartition d'un même produit dans des régions ou pour des phases différentes, à l'aide de quatre types d'indicateurs :

1. un indice hiérarchique de la visibilité des sites permet de mieux comprendre le rôle structurant du contrôle des ressources sur l'implantation des sites d'habitat ;
2. un indice synthétique (barycentres) permet de caractériser des phénomènes de propagation pour des objets modifiés au cours de leur diffusion ;
3. un indice de densité (KED) permet d'estimer l'intensité d'un phénomène dans l'espace et de croiser l'information pour identifier des aires de consommation privilégiées ;
4. un indice de densité de données le long d'un axe (projections linéaires) permet de visualiser les variations de la consommation dans différentes régions et pour différentes phases chronologiques (rôle de points clés – passages à gué, confluent, sites durables, etc. – rôle de l'axe de circulation dans l'organisation de la distribution, dynamiques des importations depuis différentes directions).

Ces indicateurs ont été complétés d'une part, par des tests mobilisant le modèle gravitaire pour cerner l'organisation locale de la consommation et l'existence de centres de redistribution et d'autre part, par des courbes de tendance de la variation des distances entre la localisation des produits à leur source de production qui ont été comparés aux profils de modèles théoriques (diffusion directe, de proche en proche, via des centres de redistribution, etc.).

En parallèle, un modèle théorique à trois dimensions : espace/temps/fonction des lieux a été développé pour reconstituer à la fois l'histoire et le parcours physique de l'objet. C'est en tenant compte du rôle de chaque lieu dans le cycle de vie de chaque objet considéré que l'on pourra renouveler les études sur les processus de diffusion.

L'axe 4 a poursuivi son activité selon une double approche : une première, conceptuelle et théorique, afin de formaliser et de décrire la démarche intellectuelle et méthodologique mise en œuvre par les trois axes thématiques, et une seconde, plus technique, pour produire des prototypes et des outils communs, dont le géocatalogage des données produites.

Résultats obtenus

L'étude des épandages agraires relativise le poids des contraintes socioenvironnementales montrant la capacité des sociétés anciennes à les surmonter pour élargir leur espace agricole en dépit, par exemple, des limites agrologiques des sols, des conditions topographiques ou de l'éloignement de centres de peuplement. Les variations de l'emprise des espaces aménagés et de l'intensité des amendements dans la longue durée définissent la trajectoire de mise en valeur des espaces ruraux, qui est complémentaire de celle du système de peuplement. Cet examen conduit à revisiter certains *topoi* historiographiques tels que l'influence massive et généralisée de la colonisation romaine en matière d'aménagement des campagnes, la « déprise » de l'Antiquité tardive ou l'atonie économique du haut Moyen Âge. La confrontation de zones d'études, tant septentrionales que méridionales, illustre la diversité des situations et compense la vision très locale de l'analyse du terroir.

Les indicateurs caractérisant les parcelles ont permis de minimiser l'influence de la topographie sur leur implantation et sur leur morphologie, et de mesurer l'évitement des sols les plus pierreux, dans des contextes globalement riches en pierres. Pour l'Antiquité, les travaux ont mis en évidence la présence d'unités intermédiaires d'une surface moyenne de plus de 3 hectares, mais pouvant atteindre près de 17 hectares, dont la surface, mais aussi la forme ou le degré de fermeture, sont liés soit aux voies, soit à l'habitat. Dans la zone d'étude de la forêt de Haye, la présence de structures agraires diachroniques a permis d'analyser l'évolution de la distance entre habitat et champs cultivés de l'Antiquité à l'époque moderne. Si, durant l'Antiquité, les établissements ruraux sont au cœur de l'espace cultivé (champs situés en général à moins de 500 mètres d'un établissement), les villages ou fermes médiévaux et modernes sont, quant à eux, localisés jusqu'à 4 kilomètres de l'espace cultivé.

Le calcul des indicateurs de l'intensité et de la structure hiérarchique et spatiale du peuplement, dans quatre zones ateliers du sud et du centre de la France, a montré que les mêmes processus quantitatifs, bien connus en Gaule (croissance du nombre d'établissements entre le II^e siècle av. J.-C. et le I^{er} siècle ap. J.-C., puis réduction entre le I^{er} siècle et le III^e siècle), peuvent générer des configurations spatiales et hiérarchiques du peuplement très différentes selon les régions. Ainsi, la croissance du nombre d'occupations peut se traduire, dans certaines zones ateliers, par la densification et la régularisation du semis d'habitat par comblement des espaces interstitiels au sein d'une structure de peuplement préexistante et, dans d'autres, par la formation d'agrégats d'établissements éloignés les uns des autres. À ces disparités dans l'organisation spatiale du semis d'établissements correspond une structuration hiérarchique très variée de l'habitat, avec des configurations fonctionnelles, en réseaux

fortement ou moyennement hiérarchisés, et d'autres plus inédites, dans un système d'agrégats, où chaque agrégat regroupe soit des établissements hiérarchisés, soit des établissements de statut hiérarchique comparable, fort ou faible. Ainsi, les variations du nombre d'établissements (création, abandons) s'expliquent en termes de densification ou de relâchement de la trame de peuplement et très rarement par un recul général de l'occupation. Le croisement des indicateurs rend compte de la complexité des modes de peuplement correspondant sans doute à de fortes différences dans l'exploitation du milieu. Ces résultats confirment les interprétations développées dans Archaeomedes, mais de manière quantifiée et sur un ensemble de zones méridionales et septentrionales.

À plus petite échelle, le travail sur la circulation des matières premières et des objets manufacturés grâce à l'analyse de jeux de données spécifiques et surtout limités à des phénomènes de diffusion bien précis a permis de revisiter les modèles théoriques anglo-saxons trop généraux et ne correspondant que très rarement aux données archéologiques (par ex. Renfrew, 1975). L'une des avancées majeures, liée aux méthodologies développées, est la possibilité de croiser les jeux de données en évinçant les problèmes liés à la répartition « discrète » des données archéologiques et les phénomènes touchant à l'exception, en considérant les phénomènes caractéristiques dans des portions d'espaces qui peuvent être comparées. Ainsi, par exemple, un lien social entre le contrôle des ressources salées (*via* les toponymes du sel) et l'arrivée d'objets socialement valorisés en jades alpins dans certaines parties de la France a pu être mis en évidence pour le Néolithique. Il a également été possible de caractériser des phénomènes de propagation par expansion et par migration pour des objets retravaillés au cours de leur diffusion (cela est attesté pour les haches en jades alpins circulant en direction du nord et de l'ouest en Europe, et un fonctionnement similaire apparaît pour les haches à talon du Bronze moyen en circulation le long de la basse vallée de la Seine). Enfin, les interactions ressources/établissements peuvent être rediscutées sur la base d'estimations systématiques et quantitatives contribuant à nuancer les interprétations traditionnelles.

Les réflexions méthodologiques menées au sein du quatrième axe autour de la détection d'agrégats, les indicateurs de formes sur des entités polygonales, les projections linéaires, etc., ont abouti à la production d'outils développés en langage Python qui seront prochainement diffusés librement pour la communauté scientifique. Par ailleurs, le collectif a veillé à inventorier et diffuser les données produites au terme du programme (phases I et II), ce qui a conduit à concevoir deux plateformes : Archaeores, en cours de développement, et CARGOS, un géocatalogue livrant un inventaire en ligne des métadonnées de l'information archéologique géoréférencée produite (136 fiches de métadonnées en ligne, en février 2013, correspondant au tiers des données produites :

<http://cargos.tge-adonis.fr>). Au-delà des résultats techniques, les travaux de l'axe 4 ont abouti à la formalisation du processus scientifique conduit dans l'ensemble des ateliers pour présenter de manière homogène le protocole d'analyse spatiale et temporelle dans la longue durée (mutation, rupture et résilience) développé par l'équipe. Cette formalisation a en particulier l'intérêt d'explicitier les choix et les traitements opérés pour transformer des données archéologiques discrètes en espaces continus et caractérisés par des attributs archéologiques et spatiaux.

Valorisation des résultats

Les analyses réalisées ont surtout été valorisées dans le cadre de tables rondes et de colloques, tant en France (colloque d'Antibes 2011, colloques de l'AFEAF 2010 et 2012) qu'à l'étranger, lors de sessions du CAA (Berlin, 2007 ; Southampton, 2012 ; Paris, 2014), de l'EAA (Helsinki 2012), du World Archaeological Congress (Jordanie 2013), du congrès de l'UISPP (Brésil 2011), de colloques et de tables rondes (Osnabrück 2009, Gand 2010, Iasi, en Roumanie, 2011). Les indicateurs élaborés ont été utilisés dans le cadre d'autres projets de recherche, portant notamment sur l'intégration de données issues de relevés lidar (projet Marie-Curie ModAgSpace et BQR de l'université de Franche Comté 2011). Le projet a, en outre, impulsé des travaux universitaires (trois doctorats et deux masters) et contribué à l'émergence de nouveaux projets, dont six de dimension internationale : trois projets ANR Blanc, dont deux obtenus et un soumis, un projet ERC Senior obtenu, un projet Hubert Curien franco-néerlandais, un projet régional, un projet collectif de recherches du ministère de la Culture et une mission archéologique du ministère des Affaires étrangères en Moldavie roumaine.

Freins et obstacles rencontrés

L'étude sur les parcellaires s'est heurtée à l'hétérogénéité des zones étudiées (de 40 à près de 11 000 hectares), rendant les comparaisons délicates : l'élargissement de l'analyse selon les mêmes protocoles à d'autres vastes zones, bénéficiant d'une couverture lidar, permettra de valider pleinement le protocole d'étude. La comparaison entre les parcellaires fossiles conservés sous forêt et les parcellaires fossoyés révélés par l'archéologie préventive n'a pu être menée du fait de surfaces fouillées trop petites et surtout discontinues, mais elle reste un enjeu méthodologique pour l'avenir. Concernant les épandages agraires, la démarche comparative n'a pu être mise en œuvre dans sa totalité que pour trois zones ateliers. Une intégration plus complète de l'ensemble des zones ateliers, notamment dans le cadre d'une analyse multivariée, nécessiterait un travail important pour homogénéiser les critères de description pédologique de chacune d'elles.

La généralisation du calcul des indicateurs relatifs au peuplement rural à l'ensemble des microrégions étudiées s'est heurtée, pour deux zones, à des effectifs d'établissements trop faibles. Plus largement, le suivi de la trajectoire individuelle des établissements, du point de vue de l'évolution de leur niveau hiérarchique est apparu comme une difficulté récurrente, soulignée par le collectif Archaeomedes. Ce problème est caractéristique de l'information archéologique issue de prospections de surface qui limitent la perception de l'évolution des indices morphologiques et fonctionnels de l'établissement. Ainsi, un établissement conserve le même niveau hiérarchique tout au long de son occupation, ce qui, dans certains cas, pose un problème dans l'analyse temporelle de l'interaction des établissements. Le suivi de la trajectoire hiérarchique des établissements dans la longue durée nécessite donc d'explorer d'autres voies, parmi lesquelles un appareil descriptif spécifique aux contextes chronoculturels étudiés, mais méthodologiquement comparable, ou le recours à la modélisation dynamique (automates cellulaires ou multiagents).

Le développement des indicateurs élaborés au sein du troisième atelier s'est heurté à la grande variété des questions concernant la diffusion des produits. Les choix opérés et les études réalisées se sont focalisés sur une recherche méthodologique destinée à comparer des jeux de données entre eux et avec des modèles théoriques, ce qui a compromis une analyse globale des cas de figure. Néanmoins, les bases d'une approche nouvelle sont posées et elles contribueront à des travaux en cours ou futurs (par exemple le programme ANR JADE 2, la mission archéologique du ministère des Affaires étrangères en Roumanie, etc.).

En guise de conclusion

Le programme Archaedyn financé par l'ANR a permis de poursuivre les travaux engagés dans Archaedyn 1. Les résultats obtenus reposent sur des procédures affinées et validées. Les analyses ont bénéficié du concours actif de plusieurs membres du comité scientifique du projet qui ont offert au collectif leur regard critique et leurs conseils avisés pour améliorer les protocoles analytiques. Archaedyn a d'ores et déjà livré des procédures d'évaluation quantitative et qualitative des données archéologiques mobilisées, dont la diffusion est attestée dans des travaux universitaires et dans des programmes de recherche en cours (par exemple, les cartes de confiance). Les outils d'analyses sous SIG des bases de données géoréférencées sont promis à une large dissémination, les métadonnées étant accessibles en ligne sur le portail CARGOS, hébergé par la TGIR HUMA-NUM.

Ce premier volume ne comporte que les parties 1 et 2 présentant les résultats des ateliers 1 et 3 du programme Archaedyn : la « Dynamique des finages dans la longue durée » et les « Dynamiques de circulation et de consommation de produits bruts et manufacturés : recherches méthodologiques appliquées à l'exploitation et à la diffusion de produits en Europe occidentale et centrale durant la Pré-Protohistoire ». Le second volume livrera les résultats de l'atelier 2 : les « Dynamiques du peuplement et des territoires en Gaule centrale et méridionale ». Il est complété par un glossaire qui doit permettre aux lecteurs de cerner le vocabulaire employé par l'équipe du programme Archaedyn et d'en circonscrire le champ lexical.

Remerciements

Le collectif Archaedyn remercie les institutions françaises qui ont financé le programme Archaedyn :

- le ministère de la Recherche ;
- le CNRS ;
- l'INRAP ;
- le ministère de la Culture, DRAC Lorraine ;
- l'université de Franche-Comté (BQR Recherche) ;
- le conseil régional de Franche-Comté.

Le collectif Archaedyn remercie les institutions qui ont bien voulu accepter d'accueillir les réunions de son groupe de pilotage, de son comité scientifique, de ses ateliers et de ses séminaires :

Groupe de pilotage et comité scientifique

- université de Franche-Comté (Besançon) ;
- université Paris 4 Sorbonne (Paris), avec le concours de Martine Joly, maître de conférences ;
- université Paris 4/INHA (Paris) ;
- INHA (Paris) ;
- ZRC SAZU (Ljubljana, Slovénie).

Tables rondes et séminaires

- université de Franche-Comté (Besançon) ;
- MSHE Cl. N. Ledoux (Besançon) ;
- ZRC SAZU (Ljubljana, Slovénie) ;
- La Baume-lès-Aix (Aix-en-Provence) ;
- UMR 5140 Archéologie des sociétés méditerranéennes, université de Montpellier (Lattes).

Ateliers

- Centre archéologique européen de Bibracte (Glux-en-Glenne) ;
- DRAC Lorraine (Metz) ;
- INHA (Paris) ;
- Maison de l'Orient et de la Méditerranée, université de Lyon (Lyon) ;
- MSHE Cl. N. Ledoux, université de Franche-Comté (Besançon) ;
- MSH Mondes, université de Nanterre ;
- MSH, université de Bourgogne (Dijon) ;
- MSH Lyon-Saint-Étienne (Lyon) ;
- UMR 6049 Théma, université de Franche-Comté (Besançon) ;
- UMR 6249 Chrono-environnement, université de Franche-Comté (Besançon) ;
- UMR 6298 ArTeHiS, université de Bourgogne (Dijon).

Le collectif Archaedyn tient également à remercier individuellement tous les personnels chercheurs et administratifs qui ont fortement contribué à l'organisation de toutes ces rencontres et assuré le recrutement des personnels contractuels.

Les directeurs successifs de la MSHE de Besançon François Favory, Jean-Claude Daumas et Philippe Barral qui ont accueilli le programme et en ont fait assurer la gestion par les personnels administratifs, techniciens et ingénieurs de la MSHE :

Isabelle Mouret, Marion Landré, Mattieu Latroy et Soizic Viaouët qui nous ont fait bénéficier de leur grande compétence en matière d'organisation et de gestion financière et se sont toujours montrés disponibles pour nous aider dans les aspects logistiques.

Il n'oublie pas que les gestionnaires de la MSHE ont toujours pu compter sur les compétences et la disponibilité des agents CNRS des services financier et ressources humaines de la direction régionale 6 du CNRS (Nancy), pour la gestion des crédits et pour les recrutements des personnels contractuels.

Le collectif Archaedyn remercie le comité éditorial des Cahiers de la MSHE et son responsable, le directeur de la MSHE, Philippe Barral, d'avoir accepté de publier ce premier volume de la synthèse du programme.

Il remercie Marie Gillet, éditrice aux Cahiers de la MSHE, et Julie Gillet, assistante d'édition aux Presses universitaires de Franche-Comté, d'avoir pris en charge efficacement le suivi éditorial et la mise en page de l'ouvrage.

Responsables d'Archaedyn et comité de pilotage

Responsables du programme Archaedyn

- François FAVORY, histoire ancienne et archéologie gallo-romaine, professeur à l'université de Franche-Comté (UMR 6249 Chrono-environnement, CNRS-UFC).
- Laure NUNINGER, archéologie protohistorique et gallo-romaine, chargée de recherche au CNRS (UMR 6249 Chrono-environnement, CNRS-UFC).

Responsables des ateliers, membres du comité de pilotage

Atelier 1 : « Aires d'approvisionnement, terroirs et finage »

- Murielle GEORGES-LEROY, conservatrice générale du patrimoine, inspection des patrimoines (UMR 6249 Chrono-environnement, CNRS-UFC).
- Nicolas POIRIER, archéologie médiévale et moderne, chargé de recherche au CNRS (UMR 5608 TRACES, CNRS-Toulouse 2 Jean Jaurès).

Atelier 2 : « Peuplement, réseaux et territoires »

- Frédérique BERTONCELLO, archéologie gallo-romaine, chargée de recherche au CNRS (CEPAM – UMR 7264, CNRS-université Nice Côte d'Azur).
- Cristina GANDINI, archéologie gallo-romaine, maître de conférences à l'université de Bretagne occidentale (CRBC – EA 4451 Brest et UMR 8546 AOrOc, École normale supérieure Ulm, Paris).

Atelier 3 : « Circulation des matières premières et des produits »

- Estelle GAUTHIER, archéologie protohistorique, maître de conférences à l'université de Franche-Comté (UMR 6249 Chrono-environnement, CNRS-UFC).
- Olivier WELLER, archéologie néolithique, chargé de recherches au CNRS (UMR 8215 Trajectoires, CNRS-Paris 1 Panthéon-Sorbonne).

Atelier 4 : « Méthodes et outils d'analyse spatiale »

- Kristof OŠTIR, professeur de télédétection à l'université de Ljubljana (Institut d'études anthropologiques et spatiales).
- Laure SALIGNY, archéologie et géomatique, ingénieure d'études à la MSH de Dijon (UAR CNRS 3516).

Équipes de chercheurs d'Archaedyn

Atelier 1 : « Aires d'approvisionnement, terroirs et finages »

Responsables

- Murielle GEORGES-LEROY, conservatrice générale du patrimoine, service régional de l'archéologie de Lorraine/Grand Est (Metz), UMR 6249 Chrono-environnement, CNRS-université de Franche-Comté (Besançon) ; puis inspectrice des patrimoines, collège de l'archéologie (Paris).
- Nicolas POIRIER, postdoctorat Marie-Curie IASS, ZRC-SAZU (Ljubljana, Slovénie), et ingénieur contractuel UAR 3124 MSHE, CNRS-université de Franche-Comté (Besançon) ; chargé de recherche au CNRS, UMR 5608 TRACES, CNRS-université Toulouse 2 Jean-Jaurès.

Groupe Étude des parcellaires

- Sophie DAVID, étudiante en master à Paris 1 Sorbonne ; archéologue, géomaticienne à l'Office national des forêts, délégation territoriale Île-de-France et Nord-Ouest, UMR 7041 Arscan, équipe Archéologies environnementales, CNRS-universités Paris 1 Panthéon-Sorbonne et Paris 10 Nanterre.
- François FAVORY, professeur, université de Franche-Comté, UMR 6249 Chrono-environnement, CNRS-université de Franche-Comté ; professeur émérite de 2013 à 2019.
- Alexia FONTAINE, université de Franche-Comté (vacation BQR UFC).
- Catherine FRUCHART-MEYER, doctorante, UAR 3124 MSHE CNRS-université de Franche-Comté ; ingénieure contractuelle dans le programme ERC RurLand (EPHE) et à la MSH de Dijon (USR 3516 CNRS-université de Bourgogne).
- Žiga KOKALJ, chercheur, IASS, ZRC-SAZU (Ljubljana, Slovénie).
- Pierre MACHUT, CDD MSHE Ledoux CNRS-université de Franche-Comté ; médiateur scientifique à Bordeaux.
- Nicolas MEYER, ingénieur INRAP, Lorraine.
- Pierre Nouvel, maître de conférences, université de Franche-Comté, UMR 6249 Chrono-environnement, CNRS-université de Franche-Comté (Besançon) ; professeur à l'université de Bourgogne (depuis 2018) UMR 6298 ArTeHiS, CNRS-université de Bourgogne.
- Rachel OPITZ, postdoctorat, UAR 3124 MSHE CNRS-université de Franche-Comté (Besançon), maître de conférences à l'université de Glasgow.
- Élisabeth ZADORA-RIO, directrice de recherche, UMR 6173 CITERES-LAT, CNRS-université François Rabelais (Tours).

Groupe Étude des épandages agraires

- Frédérique BERTONCELLO, chargée de recherche au CNRS, UMR 7264 CEPAM, CNRS-université Côte d'Azur (Nice).
- Hervé BOHBOT, ingénieur de recherche au CNRS, UMR 5140 ASM, CNRS-université de Montpellier (Montpellier-Lattes).
- Hélène DEBAX, professeure, université Toulouse 2 Jean-Jaurès, UMR 5136 FRAMESPA CNRS-université Jean-Jaurès (Toulouse).

- François FAVORY, professeur, université de Franche-Comté, UMR 6249 Chrono-environnement, CNRS-université de Franche-Comté ; professeur émérite de 2013 à 2019.
- Jean-Luc FICHES, directeur de recherche au CNRS, UMR 5140 ASM CNRS-université de Montpellier (Montpellier-Lattes).
- Alain FERDIÈRE, professeur émérite, université François-Rabelais (Tours), UMR 6173 CITERES-LAT, CNRS-université François-Rabelais (Tours).
- Élise FOVET, postdoctorat, ingénieure de recherche contractuelle UAR 3124 MSHE ; ingénieure d'étude à la MSH de Clermont-Ferrand, USR 3550 CNRS-université Clermont Auvergne.
- Pierre GARMY, conservateur du patrimoine, UMR 5140 ASM, CNRS-université de Montpellier (Montpellier-Lattes).
- Michiel GAZENBEEK, ingénieur INRAP.
- Vincent HIRN, responsable d'opérations, service archéologique départemental d'Indre-et-Loire.
- Samuel LETURCO, maître de conférences, université François-Rabelais de Tours, UMR 6173 LAT CNRS-université François Rabelais (Tours).
- Anne MOREAU, docteure, chargée de la géomatique, DST INRAP (Paris).
- Marie-Jeanne OURIACHI, PRAG université de Franche-Comté, UMR 6249 Chrono-environnement ; maître de conférences, université de Côte d'Azur (Nice), UMR 7264 CEPAM, CNRS-université Côte d'Azur (Nice).
- Claude RAYNAUD, directeur de recherche au CNRS, UMR 5140 ASM, CNRS-université de Montpellier (Montpellier-Lattes).
- Albane ROSSI, doctorante, université de Franche-Comté, USR 3124 MSHE CNRS-université de Franche-Comté ; docteure (2018), ingénieure contractuelle de recherche.
- Laurent SCHNEIDER, chargé de recherche au CNRS, UMR 7298 LA3M, CNRS-université de Provence (Aix-en-Provence) ; directeur de recherches au CNRS ; directeur d'études à l'EHESS.

Atelier 2 : « Peuplement, réseaux et territoires »

Responsables

- Frédérique BERTONCELLO, chargée de recherche au CNRS, UMR 7264 CEPAM, CNRS-université de Côte d'Azur (Nice).
- Cristina GANDINI, maître de conférences, université de Bretagne occidentale, CRBC – EA 4451 Brest et UMR 8546 AOrOc, CNRS-École normale supérieure Ulm (Paris).

Équipe

- Stéphane ALIX, responsable d'opération, INRAP Bourgogne-Franche Comté (Dijon), chercheur associé à l'UMR 6249 Chrono-environnement, CNRS-université de Franche-Comté (Besançon).
- Thibaud CANILLOS, doctorant, université de Franche Comté, UMR 6249 Chrono-environnement (Besançon) ; docteur, chercheur associé à l'UMR 5140 ASM, CNRS-université de Montpellier (Montpellier-Lattes) ; responsable d'opérations Mosâïques Archéologie (Cournonterral [34]).
- Bertrand DOUSTEYSSIER, ingénieur d'études, université Clermont Auvergne, CHEC – EA 1001, Clermont-Ferrand ; ingénieur de recherche à la MSH de Clermont-Ferrand, USR 3550 CNRS-université Clermont Auvergne.
- François FAVORY, professeur, université de Franche-Comté, UMR 6249 Chrono-environnement CNRS-université de Franche-Comté.
- Élise FOVET, postdoctorat, ingénieure de recherche contractuelle, UAR 3124 MSHE CNRS-université de Franche-Comté ; LaScArBx, UMR 5607 Ausonius, CNRS-université de Bordeaux (Bordeaux) ; ingénieure d'étude à la MSH de Clermont-Ferrand, USR 3550 CNRS-université Clermont Auvergne.
- Laurence LAUTIER, doctorante université Côte d'Azur, UMR 7264 CEPAM, CNRS-université Côte d'Azur (Nice) ; docteure, assistante d'étude et d'opération à l'INRAP Rhône-Alpes Auvergne (Clermont-Ferrand).
- Hélène MATHIAN, ingénieure de recherche, UMR 8504 Géographie-cités, CNRS-Paris 1 (Paris) ; UMR 5600 Environnement, ville et société, CNRS-ENS Lyon (Lyon).
- Anne MOREAU, docteure, chargée de la géomatique, DST INRAP (Paris).
- Pierre NOUVEL, maître de conférences, université de Franche-Comté, UMR 6249 Chrono-environnement, CNRS-université de Franche-Comté (Besançon) ; professeur à l'université de Bourgogne (depuis 2018) UMR 6298 ArTeHiS, CNRS-université de Bourgogne.
- Laure NUNINGER, chargée de recherche au CNRS, UMR 6249 Chrono-environnement, CNRS-université de Franche-Comté (Besançon).

- Nicolas POIRIER, chargé de recherche au CNRS, UMR 5608 TRACES, CNRS-université Toulouse 2 Jean-Jaurès (Toulouse).
- Marie-Jeanne OURIACHI, maître de conférences, université Côte d'Azur, UMR 7264 CEPAM, CNRS-université Côte d'Azur (Nice).
- Claude RAYNAUD, directeur de recherche au CNRS, UMR 5140 ASM, CNRS-université de Montpellier (Montpellier-Lattes).
- Cécile TANNIER, chargée de recherche au CNRS, UMR 6049 ThéMA (Besançon) ; UMR 6249 Chrono-environnement (Besançon), CNRS-université de Franche-Comté.
- Frédéric TREMENT, professeur, université Clermont Auvergne, EA 1001 CHEC (Clermont-Ferrand).

Atelier 3 : « Circulation des matières premières et des produits »

Responsables

- Estelle GAUTHIER, maître de conférences à l'université de Franche-Comté, UMR 6249 Chrono-environnement.
- Olivier WELLER, chargé de recherche au CNRS, UMR 8215 Trajectoires, université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

Équipe

- Jehanne AFFOLTER, chercheuse associée, UMR 6298 ARTéHIS, CNRS-université de Bourgogne.
- Pierre ALLARD, chargé de recherche CNRS, UMR 7055 Préhistoire & technologie, CNRS-université Paris Nanterre.
- Robin BRIGAND, postdoctorat, IR USR 3124 MSHE (Besançon) ; postdoctorat université de Iasi (Roumanie) et UMR 8215 Trajectoires, université Paris 1 Panthéon-Sorbonne ; archéologue et géomaticien contractuel.
- Aline CARRASCO, masterante, université de Franche-Comté, UMR 6249 Chrono-environnement.
- Delphine COIN, CDD, EA 1001 CHEC, université Clermont Auvergne.
- Maréva GABILLOT, chargée de recherche au CNRS, UMR 6298 ArTéHIS, université de Bourgogne.
- Jessica GIRAUD, postdoctorat, UMR 7041 ArScAn, CNRS-universités Paris 1 Panthéon-Sorbonne et Paris Nanterre ; chercheuse indépendante associée à l'UMR ArScAn et à l'Institut français du Proche-Orient.
- Luc JACCOTTEY, ingénieur INRAP et UMR 6249 Chrono-environnement, CNRS-université de Franche-Comté.
- Émeline LE GOFF, CDD USR 3516 MSH Dijon ; topographe, référente SIG, INRAP Grand-Ouest.
- Thierry LOGEL, ingénieur, PAIR (Alsace) ; délégué scientifique régional, Eveha.
- Laure NUNINGER, chargée de recherches au CNRS, UMR 6249 Chrono-environnement, CNRS-université de Franche-Comté (Besançon).
- Annabelle MILLEVILLE, postdoctorat, UMR 6249 Chrono-environnement, CNRS-université de Franche-Comté.
- Laurie TREMBLAY-CORMIER, doctorante, UMR ARTéHIS, université de Bourgogne ; docteure ; responsable des collections archéologiques au musée-château d'Annecy.
- Pierre PÉTREQUIN, directeur de recherche émérite CNRS, UMR 6249 Chrono-environnement, puis UAR 3124 MSHE, CNRS-université de Franche-Comté (Besançon).
- Françoise PENNORS, docteure, UMR 7041 ArScAn, CNRS-universités Paris 1 Panthéon-Sorbonne et Paris Nanterre.
- Bénédicte QUILLIEC, docteure, UMR 7041 ArScAn, CNRS-universités Paris 1 Panthéon-Sorbonne et Paris Nanterre ; INRAP, chargée du suivi des actions scientifiques, direction scientifique et technique.
- Laure SALIGNY, ingénieure d'études CNRS, MSH Dijon, USR 3516, CNRS-université de Bourgogne.

Atelier 4 : « Méthodes et outils d'analyse spatiale »

Responsable

- Laure SALIGNY, ingénieure d'études CNRS, MSH Dijon, USR 3516, CNRS-université de Bourgogne.

Équipe

- Les responsables des ateliers 1, 2 et 3.
- Ludovic GRANJON, assistant ingénieur, université de Bourgogne, UAR 3516 MSH Dijon, CNRS-université de Bourgogne.

- Arnaud MILLEREUX, assistant ingénieur, université de Bourgogne, UAR 3516 MSH Dijon, CNRS-université de Bourgogne.
- Émeline LE GOFF, contractuelle à l'université de Bourgogne, UAR 3516 MSH Dijon, CNRS-université de Bourgogne.
- Lucile PILLOT, doctorante, UMR 6298 ARTÉHIS ; ingénieure d'études à la MSH de Dijon, USR 3516, CNRS-université de Bourgogne.
- Xavier RODIER, ingénieur de recherche CNRS, UMR 7324 CITERES, CNRS-université François-Rabelais (Tours).

Comité scientifique

- Élisabeth ZADORA-RIO, archéologie médiévale, directrice de recherche au CNRS, Laboratoire d'archéologie des territoires, UMR CITERES, CNRS-université François Rabelais (Tours).
- Jean-Luc FICHES, archéologie gallo-romaine, directeur de recherche au CNRS, UMR 5140 laboratoire Archéologie des sociétés méditerranéennes, CNRS-Montpellier 3.
- Pierre OUZOULIAS, archéologie gallo-romaine, chargé de recherche au CNRS, UMR 7041 ArScAn, CNRS-Paris 1 et 10.
- Frédéric TRÉMENT, Archéologie gallo-romaine, professeur d'antiquités nationales, histoire et archéologie de la Gaule à l'université Blaise Pascal, EA 1001 CHEC (Clermont-Ferrand).
- Florian TOLLE, géographie, ingénieur contractuel pour l'ACI Archaedyn (2006-2007), puis maître de conférences de géographie à l'université de Franche-Comté, UMR 6049 ThéMA, CNRS-UFC.
- Cécile TANNIER, géographie, chargée de recherche au CNRS, UMR 6049 ThéMA, CNRS-UFC.
- Hélène MATHIAN, géographie, ingénieure de recherche, UMR 8504 Géographie-cités, CNRS-Paris 1 puis UMR 5600 Environnement, ville et société, ENS Lyon.
- François DJINDJIAN, archéologie préhistorique, professeur associé à l'université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, UMR 7041 ArScAn, CNRS-universités Paris 1 Panthéon-Sorbonne et Paris 10 Nanterre.
- Lahouari KADDOURI, géographie, maître de conférences de géographie, UMR 6012 ESPACE, CNRS-université Avignon.
- Xavier RODIER, ingénieur de recherche CNRS, UMR 7324 CITERES, université de Tours.

Tables des matières

TABLES DES SIGLES	7
AVANT-PROPOS	11
Enjeux et problématique	11
Approche scientifique et technique.	14
Résultats obtenus	15
Valorisation des résultats	16
Freins et obstacles rencontrés	16
En guise de conclusion	17
REMERCIEMENTS	19
RESPONSABLES D'ARCHAEDYN ET COMITÉ DE PILOTAGE.	21
Responsables du programme Archaedyn.	21
Responsables des ateliers, membres du comité de pilotage	21
ÉQUIPES DE CHERCHEURS D'ARCHAEDYN	23
Atelier 1 : « Aires d'approvisionnement, terroirs et finages ».	23
Atelier 2 : « Peuplement, réseaux et territoires »	24
Atelier 3 : « Circulation des matières premières et des produits »	25
Atelier 4 : « Méthodes et outils d'analyse spatiale »	25
COMITÉ SCIENTIFIQUE	27

Première partie

La dynamique des finages dans la longue durée 29

INTRODUCTION	31
APPROCHES STATISTIQUES ET SPATIALES DU MOBILIER HORS SITE DE PROSPECTION	33
Présentation des zones ateliers (ZA)	33
Le protocole analytique	38
Quel apport à la connaissance des dynamiques d'occupation du sol ?	50
APPROCHES STATISTIQUES ET SPATIALES DES STRUCTURES AGRAIRES ET PARCELLAIRES	51
Présentation des zones d'étude et des données mobilisées	51
Le protocole analytique	61
La caractérisation des systèmes agraires et parcellaires	72
Les interactions entre les systèmes agraires et parcellaires et le milieu environnant.	79
Dynamiques spatiales : l'exemple du massif forestier de Haye	88
CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.	95

Seconde partie

Dynamiques de circulation et de consommation de produits bruts et manufacturés : recherches méthodologiques appliquées à l'exploitation et à la diffusion de produits en Europe occidentale et centrale durant la Pré-Protohistoire 97

INTRODUCTION	99
LES JEUX DE DONNÉES ET LEUR EXPLOITABILITÉ	101
Les cas d'étude et la structuration des données	101
Évaluation de la fiabilité des répartitions.	105
LA DIFFUSION DES PRODUITS :	
MODÉLISATION DES CONCEPTS ET RÉFLEXION SUR LA STRUCTURATION DES DONNÉES	123
Introduction : concevoir une étude des modes de diffusion malgré l'hétérogénéité des données ?	123
Modélisation thématique : vocabulaire et concepts	124

Du modèle conceptuel de données à la géodatabase	135
Mise en application et perspectives.	140
LA DIFFUSION DEPUIS LES GÎTES	143
Le cas des haches alpines : une apparente unité mais des processus complexes	143
Le cas des haches à talon normandes dans la basse vallée de la Seine	166
LES DYNAMIQUES SPATIOTEMPORELLES DES ZONES DE CONSOMMATION	171
Des méthodes pour identifier des aires de consommation préférentielles	171
Des places centrales pour la consommation/redistribution des haches en jades alpins	174
Dynamiques de la consommation du métal en France orientale au Bronze moyen et final	179
Modélisation des dynamiques spatiotemporelles de la consommation du métal à l'âge du bronze dans l'est de la France	184
Confronter directement les aires de consommation de deux produits ?	187
PEUPEMENT ET CONTRÔLE DES RESSOURCES : L'EXEMPLE DE LA PRODUCTION DU SEL EN MOLDAVIE SOUS-CARPATIQUE (ROUMANIE) ENTRE 6000 ET 3500 AV. J.-C.	193
Les données disponibles	193
Approche méthodologique pour évaluer la densité du peuplement	198
Approche méthodologique pour évaluer le contrôle de la ressource	201
Synthèse et discussions des résultats	213
LE RÔLE DES AXES DE CIRCULATION : UNE RÉFLEXION MÉTHODOLOGIQUE	217
Étudier des réseaux	217
Appréhender la circulation des produits pour les périodes anciennes	219
Évaluer l'importance relative des différents axes de circulation.	220
L'étude de la diffusion des haches à talon de type normand dans la basse vallée de la Seine au Bronze moyen : un cas d'étude à l'échelle microrégionale	221
L'étude de la consommation du bronze en France orientale : un cas d'étude à l'échelle suprarégionale	226
Analyse des flux de haches en jades alpins : un cas d'étude à l'échelle européenne	242
CONCLUSION/SYNTHESE DE LA SECONDE PARTIE	259

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE	265
GLOSSAIRE	293
ONT CONTRIBUÉ À L'OUVRAGE	307
INDEX CHRONOLOGIQUE.	315
INDEX GÉOGRAPHIQUE	317
INDEX DE NOTIONS ET CONCEPTS.	325
INDEX DES OUTILS D'ANALYSE STATISTIQUE ET SPATIALE.	329
TABLES DES ILLUSTRATIONS	335
TABLES DES MATIÈRES	341

PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCHE-COMTÉ
Université de Franche-Comté
47 rue Mégevand - 25030 Besançon Cedex

Imprimé en France par la SEPEC
ZA des Bruyères – 01960 Peronnas

Dépôt légal : troisième trimestre 2022

L'objectif de cet ouvrage est de publier les résultats de la recherche lancée en 2004 dans l'ACI « Espaces et territoires » et poursuivie dans le cadre de l'ANR, en 2008. Ce programme de recherche a porté sur la dynamique spatio-temporelle des territoires, abordée dans la longue durée, du Néolithique au Moyen Âge, selon différentes thématiques et dans plusieurs microrégions de France et d'Europe. Ce volume présente les résultats de deux axes de recherche : la « dynamique des finages dans la longue durée » (Antiquité, Moyen Âge) et les « dynamiques de circulation et de consommation de produits bruts et manufacturés » (Néolithique, âge du bronze).

Estelle GAUTHIER est maître de conférences à l'université de Franche-Comté (UMR 6249).

Murielle GEORGES-LEROY est inspectrice des patrimoines au ministère de la Culture (UMR 6249).

Nicolas POIRIER est chargé de recherche au CNRS (UMR 5608).

Olivier WELLER est chargé de recherche au CNRS (UMR 8215).

Soutenu par



**MINISTÈRE
DE LA CULTURE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Dynamiques territoriales 15



Prix : 35 € TTC

mshE

MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME
ET DE L'ENVIRONNEMENT
CLAUDE NICOLAS LEDOUX — USR 3124



Presses
universitaires
de Franche-Comté

ISBN : 978-2-84867-845-0
ISSN : 1772-6220