



**HAL**  
open science

## Expérience de croisement de méthodes de prospection sur le site des Girardes à Lapalud (Vaucluse, France)

Frédéric Trément, Philipp Clogg, Pascal Druelle, Georges Ducomet,  
Jean-Pierre Mariat, Jeremy Taylor

### ► To cite this version:

Frédéric Trément, Philipp Clogg, Pascal Druelle, Georges Ducomet, Jean-Pierre Mariat, et al.. Expérience de croisement de méthodes de prospection sur le site des Girardes à Lapalud (Vaucluse, France). Non-destructive techniques applied to landscape archaeology, Marinella Pasquinucci; Frédéric Trément, Dec 1995, Pisa, Italie. pp.256-271. halshs-01838634

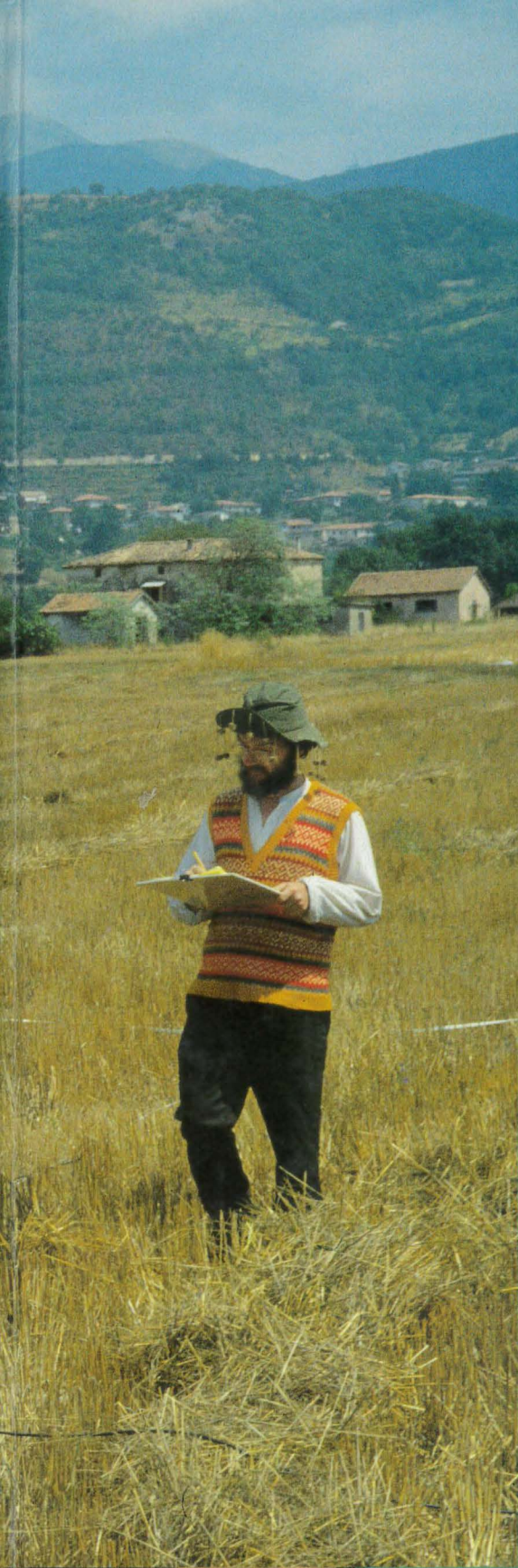
**HAL Id: halshs-01838634**

**<https://shs.hal.science/halshs-01838634>**

Submitted on 30 Oct 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.

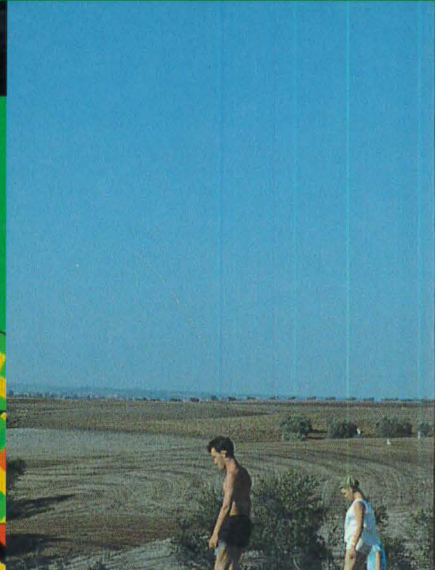


THE ARCHAEOLOGY OF  
MEDITERRANEAN LANDSCAPES 4

---

# Non-Destructive Techniques Applied to Landscape Archaeology

Edited by  
Marinella Pasquinucci  
and Frédéric Trément





# The Archaeology of Mediterranean Landscapes

*Series Editors*

Graeme Barker and David Mattingly

1. Reconstructing Past Population Trends in Mediterranean Europe  
(3000 BC – AD 1800)

*Edited by John Bintliff and Kostas Sbonias*

2. Environmental Reconstruction in Mediterranean Landscape Archaeology  
*Edited by Philippe Leveau, Frédéric Trément, Kevin Walsh and Graeme Barker*

3. Geographical Information Systems and Landscape Archaeology  
*Edited by Mark Gillings, David Mattingly and Jan van Dalen*

4. Non-Destructive Techniques Applied to Landscape Archaeology  
*Edited by Marinella Pasquinucci and Frédéric Trément*

5. Extracting Meaning from Ploughsoil Assemblages  
*Edited by Riccardo Francovich, Helen Patterson and Graeme Barker*



# General Editors' Introduction: The POPULUS Project

*Graeme Barker and David Mattingly*

This is one of five volumes being published by the POPULUS project, a European research network funded by the EU Human Capital and Mobility programme (Contract ERB CHRXCT930305) to address a series of methodological issues in Mediterranean landscape archaeology.

## THE RESEARCH CONTEXT

Without a long historical perspective, research on changing demographic patterns in modern day Europe can only assess the impact of recurrent or perennial environmental and socio-economic aspects by constructing hypothetical models. The more empirically-based such models are, the greater their relevance to contemporary situations. This is particularly true of the less industrialized regions of Mediterranean Europe, where farming remains the principal economic focus and where the last decades have witnessed considerable migration of population to the cities or other more favoured economic regions. The problems facing these areas of the EU have an historic as well as a contemporary dimension and there is obvious importance in seeking to gain a clearer understanding of their long-term demographic trends.

Long-term demographic changes can be studied from many different perspectives and using many techniques, including history and the natural and social sciences. Numerous factors can be advanced to explain population growth and contraction (economic, environmental, social), but all research is hampered by the absence of detailed census records for much of the pre-modern period. However, landscape archaeology – a constellation of approaches and methodologies bridging the natural and social sciences, applied to both rural and urban contexts – has the potential to provide a major source of new information on the *longue durée* of human settlement in Mediterranean Europe. In recent years advances in field survey and excavation techniques, air photography, remote sensing, GIS (Geographical Information Systems), ceramic

provenancing and dating have led to the accumulation of a wealth of new evidence on past settlement patterns. Potentially, therefore, the techniques of landscape archaeology offer the best opportunity significantly to advance our knowledge of European human demography in pre-industrial times, c. 3000 BC–AD 1800.

Despite this potential contribution of landscape archaeology, however, development has been uneven across Europe. In Mediterranean countries in particular, the traditional dominance of art historical approaches in archaeology, compounded by the strength of academic boundaries in other disciplines, has mitigated against the development of an approach to landscape analysis and demographic modelling that by definition demands an inter-disciplinary framework linking the natural and social sciences. Fieldwork in landscape archaeology has been the exception, not the rule. Moreover, where pioneering research has taken place, each team has tended to develop and use its own special methods (often reflecting a particular national tradition of archaeological research), with too little attention being paid to the necessity of achieving greater standardization of data sets. There are also specific problems relating to the interpretation of the status, size and length of occupation of the many sites that have been discovered. Scientific techniques can assist in refining the data so that more reliable demographic assessments can be made, but many interesting and important projects have not been able to make use of the full range of scientific techniques because the appropriate expertise is not available at the regional level. If landscape archaeology is to realize its potential to contribute significantly to debates on long-term demographic trends in Mediterranean Europe, it has to overcome the present lack of agreement on approaches and methods that makes meaningful comparisons between regional data difficult or impossible.

## THE POPULUS OBJECTIVES

The aim of the POPULUS project, therefore, was to

investigate the feasibility of establishing a common series of research goals and standards in Mediterranean landscape archaeology so as to advance the study of the ancient demography of the region on a broad comparative front. A research network was established at five EU universities, each hosting a Working Party and training a trans-national Research Fellow in a specific sub-discipline within Landscape Archaeology, as follows:

- Prof Graeme Barker (School of Archaeological Studies, University of Leicester, UK) coordinated the overall project, and his colleague Dr David Mattingly coordinated the work of Working Party 1, and the training of the Research Fellow, in **Geographical Information Systems**;
- Dr John Bintliff (Department of Archaeology, University of Durham, UK) coordinated the work of Working Party 2, and the training of the Research Fellow, in **Demographic Modelling**;
- Prof Philippe Leveau (Centre Camille Julian, Université de Provence, France) coordinated the work of Working Party 3, and the training of the Research Fellow, in **Geoarchaeology**;
- Prof Riccardo Francovich (Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti, Università degli Studi di Siena, Italy) coordinated the work of Working Party 4, and the training of the Research Fellow, in **Field-survey Methodologies**, with particular emphasis on ceramic recording, provenancing and dating;
- Prof Marinella Pasquinucci (Dipartimento di Scienze Storiche del Mondo Antico, Università degli Studi di Pisa, Italy) coordinated the work of Working Party 5, and the training of the Research Fellow, in **Remote Sensing**, with particular emphasis on non-invasive techniques of archaeological survey.

The Working Parties were to bring together relevant expertise to define key issues in the methodologies of their research area, with a particular emphasis on the comparison of different research traditions and methods in different European countries. Each Working Party was to organise a Colloquium that would review methodologies and demonstrate best practice. The Research Fellows were to assist in the organisation of the Colloquia, and also to undertake research within their area of expertise and present their results to the relevant Colloquium. In addition, the Research Fellows and other members of the network were to collaborate in a programme of joint fieldwork to demonstrate the practical integration of improved and standardised methodologies in landscape archaeology. The principal outcome of POPULUS was to be the publication of the five colloquia, including the results of the joint fieldwork, together with a technical manual identifying best practice.

## THE WORK PROGRAMME

The project started in January 1994 with the first meeting of the Steering Committee, composed of the coordinators in each of the partner universities. The Research Fellows were appointed through 1994: Leicester in January, Durham in April, Aix-en-Provence in April, Siena from February, and Pisa from June. The Working Parties met through 1994 and 1995, and the Research Fellows' training and field research were also undertaken during 1994 and 1995. In 1995 the project was expanded and strengthened with the addition of a team from the Department of Archaeology at the University of Ljubljana in Slovenia coordinated by Dr Predrag Novaković, under a supplementary EU grant (Contract ERBCIPD940624). The Colloquia took place in the autumn of 1995 and spring of 1996, the papers being revised by their authors through 1996, and then being edited at the five universities by the local coordinators and finally at Leicester (including several that were also translated into English after the main editing) by the General Editors during 1997.

## THE WORKING PARTIES

The Working Parties were deliberately set up in terms of personnel from the network and from other universities and institutions to reflect the diversity of Community traditions and methodologies in each of the five main areas addressed. Working Party 1 had members from Britain, France, Greece, Holland, Italy, and Slovenia. Working Party 2 had members from Britain, France, Germany, Greece, Holland, Italy, and Slovenia. Working Party 3 had members from Britain, France, Italy, Spain and Slovenia. Working Party 4 had members from Britain, France, Holland, Italy, Spain and Slovenia. Working Party 5 had members from Britain, France, Greece, Italy and Slovenia.

## THE RESEARCH FELLOWS

Under the terms of the Human Capital and Mobility programme, the Research Fellows were to be appointed from EU countries other than the designated place of work. This requirement of the Human Capital and Mobility programme was also seen as an extremely positive contribution to the goals of POPULUS, because the mobility of young archaeologists from one Community country to another was an important part of the process of integrating the different European intellectual and methodological traditions in landscape archaeology. The partner institutions proposed individuals where suitable qualified personnel were available, and the posts were also advertised widely through EU universities, museums and state archaeological services. The Leicester Research Fellow in GIS was Dr Jan van Dalen, a Dutch national with a first and second degree at Leiden University, who was

working for the Dutch Archaeological Service on a programme developing GIS for predictive modelling of site distributions to aid their strategies of heritage management. The Durham Research Fellow in Demographic Modelling was Dr Kostas Sbonias, a Greek national with a first degree at Athens University in archaeology, a PhD from Heidelberg University, and extensive postgraduate experience in Greek landscape archaeology projects. The Aix-en-Provence Research Fellow in Geoarchaeology was Dr Kevin Walsh, a British national with a first degree in archaeology and geography at Lampeter University and an MA and a PhD in environmental archaeology at Leicester University. The Siena Research Fellow in Field Survey Methodologies was a British national, Dr Helen Patterson, who had a first degree in archaeology at Reading University and a PhD in ceramic analysis at Sheffield University, the latter with a primary focus on the analysis of medieval ceramics from a field survey and excavation project in Italy. The Pisa Research Fellow in Remote Sensing was a French national, Dr Frédéric Trément, who had a first degree in history and a PhD in landscape archaeology, both at the University of Aix-en-Provence. The Ljubljana Research Fellow was a Greek national, Mrs Helene Simoni, with a first degree in classical archaeology at the University of Athens and an MA in Landscape Studies at the University of Leicester. Her MA had included training in GIS, and she was appointed to Ljubljana to receive further training, and then to undertake research, in GIS.

The Research Fellows prepared discussion documents for each meeting of their respective Working Party. For the first meetings they gathered information about current archaeological research in the Mediterranean relevant to the activities of their Working Party, to help define the key issues for the subsequent Working Party meetings and the themes of the Colloquia, and to suggest names of appropriate speakers. In subsequent meetings they reported further developments in this data-gathering exercise, and also reported on their own field research. Supported by their supervisor (the regional coordinator), they were charged with the primary responsibility for the organization of their respective Colloquia including the soliciting of papers, the circulation of pre-prints to discussants, the running of the Colloquia, and liaison with speakers afterwards to secure finalized versions of papers. They also undertook as much of the preliminary editing of the proceedings as possible before the cessation of their contracts. Dr Trément in particular undertook much of the editing of the Aix as well as the Pisa Colloquia after the Aix Research Fellow left the project before the end of his contract for another post, Dr Trément transferring from Pisa to Leicester from February to June 1995 for this purpose. Each Research Fellow contributed an introductory paper to their Colloquium identifying the major strengths and weakness of current methodologies in their area of specialism, and has provided the supplementary information for the Manual of Best Practice. They also undertook field

research that is published as separate Colloquia contributions and/or in publications on specific projects.

## THE POPULUS COLLOQUIA

The five Colloquia took place on 13–16 October (Aix), 6–8 November (Leicester), 25–26 November (Durham), 1–3 December (Siena) and 4–6 December (Pisa) in 1995. Each Working Party coordinator was successful in obtaining limited additional funds locally (university, local administration etc) or nationally to augment the POPULUS budget for the travel and accommodation costs of speakers, and the Project Coordinator also secured a grant of £500 from the British Academy towards the travel costs of a speaker from the US attending the Leicester and Durham Colloquia. The Colloquia were structured to enhance debate amongst the different EU traditions of landscape archaeology. All papers were pre-circulated, and the main focus for each paper at most of the Colloquia was a presentation not by the authors of the paper but by a discussant from another country, followed by a brief response by the author(s) and then an open debate amongst the Colloquium participants. All five colloquia were characterized by vigorous but positive and friendly debate, and the papers were re-written by their authors in the light of the discussions and the general themes and issues that emerged.

## THE POPULUS VOLUMES

The five Colloquia are being published as a series by Oxbow Books under the title *Mediterranean Landscapes*, with Graeme Barker and David Mattingly as Series Editors. The five volumes are: 1. *Reconstructing Past Population Trends in Mediterranean Europe (3000 BC – AD 1800)* edited by John Bintliff and Kostas Sbonias; 2. *Environmental Reconstruction in Mediterranean Landscape Archaeology* edited by Philippe Leveau, Frédéric Trément, Kevin Walsh and Graeme Barker; 3. *Geographical Information Systems and Landscape Archaeology* edited by Mark Gillings, David Mattingly and Jan van Dalen; 4. *Non-Destructive Techniques Applied to Landscape Archaeology* edited by Marinella Pasquinucci and Frédéric Trément; and 5. *Extracting Meaning from Ploughsoil Assemblages* edited by Riccardo Francovich, Helen Patterson and Graeme Barker. The POPULUS volumes bring together a remarkable array of EU expertise in current approaches to Mediterranean landscape archaeology: the papers present the researches of 30 British, 4 German, 6 Dutch, 27 French, 4 Greek, 35 Italian, 8 Slovenian, and 6 Spanish scholars, as well as those of 11 Canadian/US scholars working in the region. They bridge the disciplinary and national boundaries that have mitigated against the development of a coherent methodology in Mediterranean landscape archaeology. The contents are as follows:



## **1. Reconstructing Past Population Trends in Mediterranean Europe (3000 BC – AD 1800)**

edited by John Bintliff and Kostas Sbonias

### ARCHAEOLOGICAL SURVEY AND DEMOGRAPHY

1. *Introduction to issues in demography and survey.* Kostas Sbonias.
2. *Regional field surveys and population cycles.* John Bintliff.
3. *Counting people in an artefact-poor landscape: the Langadas case, Macedonia, Greece.* Stelios Andreou and Kostas Kotsakis.
4. *Demographic trends from archaeological survey: case studies from the Levant and Near East.* Tony Wilkinson.
5. *Archaeological proxy-data for demographic reconstructions: facts, factoids or fiction?* John Chapman.
6. *An attempt at the demographic interpretation of long-term settlement processes in the prehistory of Slovenia: the case of the 'archaeological map of Slovenia'.* Predrag Novaković.
7. *Prospection archéologique et démographie en Provence: approche paléodémographique de la rive occidentale de l'Etang de Berre sur la longue durée.* Frédéric Trément.
8. *Demography and Romanization in central Italy.* Franco Cambi.
9. *Beyond historical demography: the contribution of archaeological survey.* Simon Stoddart.

### INTERDISCIPLINARY APPROACHES

10. *Chance and the human population: population growth in the Mediterranean.* Ezra Zubrow and Jennifer Robinson.
11. *The potential of historical demography for regional studies.* Malcolm Smith.
12. *Clearing away the cobwebs: a critical perspective on historical sources for Roman population history.* Tim Parkin.
13. *The population of Roman Italy in town and country.* Elio Lo Cascio.
14. *Documentary sources for the history of medieval settlements in Tuscany.* Maria Ginatempo and Andrea Giorgi.
15. *The Ottoman Imperial Registers: central Greece and northern Bulgaria in the 15th–19th centuries – the demographic development of two areas compared.* Machiel Kiel.
16. *Investigating the interface between regional survey, historical demography and palaeodemography.* Kostas Sbonias.
17. *The contribution of palaeoanthropology to regional demographic history.* C. A. Marlow.
18. *Problems and prospects in palaeodemography.* Claude Masset.
19. *Relating cemetery studies to regional survey: Rocca San Silvestro, a case study.* Riccardo Francovich and Kathy Gruspier.
20. *Counting heads: an overview.* Jeremy Paterson.

## **2. Environmental Reconstruction in Mediterranean Landscape Archaeology**

edited by Philippe Leveau, Frédéric Trément, Kevin Walsh and Graeme Barker

1. *Mediterranean landscape archaeology and environmental reconstruction.* K. Walsh
2. *Landscape archaeology and reconstruction of the Mediterranean environment based on palynology.* S. Bottema
3. *A computerized database for the palynological recording of human activity in the Mediterranean basin.* V. Andrieu, E. Brugiapaglia, R. Cheddadi, M. Reille and J.-L. de Beaulieu
4. *Reconstructing vegetation and landscapes in the Mediterranean: the contribution of anthracology.* J.-L. Vernet
5. *Some examples of climatic reconstruction in the Mediterranean using dendroclimatology.* F. Guibal
6. *Geomorphological techniques in Mediterranean landscape archaeology.* A. G. Brown
7. *L'apport de la micromorphologie des sols à la reconstitution des paléopaysages (Application au bassin méditerranéen pour la période 3000 av. J. C. – 1800 ap. J. C.).* N. Fédoroff et Marie-Agnès Courty
8. *Reconstructing past soil environments in the Mediterranean region.* R. S. Shiel
9. *Energy dispersive X-ray micro-analysis and the geochemistry of soil sediments.* D. D. Gilbertson and J. P. Grattan
10. *Searching for the ports of Troy.* E. Zangger, M. Timpson, S. Yazvenko and H. Leiermann
11. *Case studies from the Pontine region in central Italy on settlement and environmental change in the first millennium BC.* P. Attema, J. Delvigne and B. J. Haagsma
12. *Karst dolinas: evidence of population pressure and exploitation of agricultural resources in karstic landscapes.* P. Novaković, H. Simoni and B. Mušić
13. *Archeologia ambientale padana: un caso di studio – la pianura padana centrale tra il Bronzo medio ed il Bronzo finale (xvi–xiii sec. a. C.).* M. Cremaschi.
14. *Human impacts and natural characteristics of the ancient ports of Marseille and Fos, Provence, southern France.* C. Vella, C. Morhange and M. Provansal
15. *Developing a methodological approach to the evolution of field systems in the middle Rhône valley.* J.-F. Berger and C. Jung

16. *Progradación fluvial y cambios en la línea de costa en época histórica en el Golfo de Valencia (España)*. P. Carmona
17. *The integration of historical, archaeological and palaeoenvironmental data at the regional scale: the Vallée des Baux, southern France*. P. Leveau
18. *The integration of historical, archaeological and palaeoenvironmental data at the regional scale: the Étang de Berre, southern France*. F. Trément
19. *Geoarchaeology in Mediterranean landscape archaeology: Concluding comments*. G. Barker and J. Bintliff.

### **3. Geographical Information Systems and Landscape Archaeology**

*edited by Mark Gillings, David Mattingly and Jan van Dalen*

1. *Introduction* Mark Gillings and David Mattingly.

#### GIS AND ARCHAEOLOGY

2. *Geographical Information Systems: today and tomorrow?* Peter F. Fisher.

#### GIS AND ARCHAEOLOGICAL THEORY

3. *GIS and landscapes of perception* Robert Witcher
4. *Cartography and landscape perception: a case study from central Italy* Peter Attema.

#### THEORY AND METHOD

5. *Regional survey and GIS: the Boeotia Project* Mark Gillings and Kostas Sbonias
6. *Towards a methodology for modelling surface survey data: the Sangro Valley Project* Gary Lock, Tyler Bell and John Lloyd
7. *Between spaces: interpolation in archaeology* Jennifer M. Robinson and Ezra Zubrow.

#### GIS AND FIELD SURVEY DATA

8. *GIS-based analysis of the population trends on the island of Brač in central Dalmatia* Zoran Stančić and Vincent Gaffney
9. *Analyzing Rome's hinterland* Martin Belcher, Andrew Harrison and Simon Stoddart
10. *Reconstructing the population history of the Albegna Valley and Ager Cosanus, Tuscany, Italy, in the Etruscan period* Philip Perkins.

#### DEVELOPING TECHNIQUES AND APPROACHES

11. *Probability modelling: a Bayesian and a geometric example* Jan van Dalen
12. *Multispectral classification of satellite images* Krištof Oštir, Zoran Stančić and Majda Trušnovc
13. *Geographic Information Systems and archaeology: methodological aspects of the presentation and display of results* Javier Baena Preysler, Concepcion Blasco, Javier Espiago, Alberto Rio

### **4. Non-Destructive Techniques Applied to Landscape Archaeology**

*edited by Marinella Pasquinucci and Frédéric Trément*

1. *L'apport des méthodes non destructives à l'analyse des sites archéologiques: le point de vue de l'archéologue*. F. Trément.

#### REMOTE SENSING

2. *Télé-détection et archéologie. Concepts fondamentaux, état de l'art et exemples*. B. Marcolongo and E. Barisano.
3. *Environmental studies through active and passive airborne remote sensing systems*. R. M. Cavalli, C. M. Marino and S. Pignatti.
4. *Metodi di telerilevamento in archeometria e nella diagnostica non invasiva*. A. Tonelli.
5. *Aerial archaeology around the Mediterranean*. B. Jones.
6. *Détection aérienne des camps néolithiques en Languedoc occidental*. J. Vaquer.
7. *La restitution des parcellaires anciens et des limitations antiques à partir des techniques de la télé-détection et du traitement d'images*. D. Charraut and F. Favory.
8. *Digital classification and visualization systems of archaeological landscapes*. M. Forte.

#### GEOPHYSICS

9. *The IGAPS Project: integrated geophysical acquisition and processing system for cultural heritage*. D. Patella, S. Piro, L. Versino, F. Cammarano, R. Di Maio and P. Mauriello.
10. *La mesure de la résistivité (ou de la conductivité) électrique du sol en prospection archéologique*. A. Hesse.
11. *Magnetic techniques applied to archaeological survey*. D. Jordan.

12. *Radar (G. P. R. ) methods for historical and archaeological surveys.* E. Finzi and S. Piro.
13. *Seismic methods.* L. Sambuelli and G. P. Deidda.
14. *The role of gravity surveys in archaeology.* M. Di Filippo, T. Ruspandini and B. Toro.
15. *Acoustic methods in archaeology: prospecting on a site of Parco Marturanum.* G. B. Cannelli, E. D'Ottavi and A. Alippi.
16. *Integration of high resolution georadar and geoelectrical methods: detection of subsurface shallow bodies.* S. Piro.
17. *Filtrage numérique des données géophysiques.* J. Tabbagh.

#### GEOCHEMICALS

18. *Soil phosphate survey.* J. Taylor.
19. *Soil geochemistry and artefact scatters in Boeotia, Greece.* J. N. Rimmington.

#### SURFACE COLLECTION OF ARTEFACTS

20. *The concepts of 'site' and 'off-site' archaeology in surface artefact survey.* J. Bintliff
21. *The comparison of surface and stratified artefact assemblages.* M. Millett
22. *Définition ou hiérarchisation des sites? Approche intégrée en Gaule méditerranéenne.* F. Favory and C. Raynaud.

#### INTEGRATED STUDIES

23. *The Pisa territory project.* E. Marchisio, M. Pasquinucci, E. Pranzini and G. Vigna Guidi.
24. *Two examples of using combined prospecting techniques.* D. Grosman.
25. *Expérience de croisement de méthodes de prospection sur le site des Girardes à Lapalud (Vaucluse, France).* F. Trément (avec la collaboration de P. Clogg, P. Druelle, G. Ducomet, J.-P. Mariat and J. Taylor).

#### GENERAL ISSUES

26. *Du site au réseau: archéologie, géographie spatiale ou géographie historique.* Ph. Leveau.

### **5. Extracting Meaning from Ploughsoil Assemblages**

*edited by Riccardo Francovich, Helen Patterson and Graeme Barker*

#### INTRODUCTION

1. *Extracting meaning from ploughsoil assemblages: assessments of the past, strategies for the future.* S. Alcock.

#### METHODOLOGY

2. *Methods of collection, recording and quantification.* D. Mattingly
3. *Cultural depositional processes and post-depositional problems.* J. Taylor, with comments by Peter van Dommelen.
4. *Ceramics and the site: is survey enough?* Vincent Gaffney.
5. *What are we counting for?* Elizabeth Fentress.
6. *Dating, quantifying and utilizing pottery assemblages from surface survey.* Martin Millett.
7. *The visibility of sites and the interpretation of field survey results: towards an analysis of incomplete distributions.* Nicola Terrenato.
8. *Quando i campi hanno pochi significati da estrarre: visibilità archeologica, storia istituzionale, multi-stage work.* Franco Cambi.
9. *Prospection et chronologie: de la quantification du temps au modèle de peuplement. Méthodes appliquées au secteur des étangs de Saint-Blaise (Bouches-du-Rhône) France.* Frédéric Trément.
10. *Discussion.* Martin Millett.

#### CERAMIC STUDIES IN MEDITERRANEAN SURVEY

11. *The current state of prehistoric ceramic studies in Mediterranean survey,* Caroline Malone and Simon Stoddart
12. *The current state of Roman ceramic studies in Mediterranean survey, or, handling pottery from surveys.* John W. Hayes.
13. *The current state of early medieval and medieval ceramic studies in Mediterranean survey.* Helen Patterson.

#### CASE STUDIES

14. *Surface survey analysis of the copper ages site of La Pijotilla (Spain).* Victor Hurtado.
15. *On-site surface distributions and geophysics: the site of Rodik-Adjovscina.* Božidar Slapšak, Branko Mušič, and Verena Perko
16. *La ceramica preromana come indicatore di processi socio-economici: il caso dell'Italia medio-tirrenica.* Andrea Zifferaro, with comments by Alessandro Guidi.
17. *Ceramic chronology and Roman rural settlement in the lower Guadalquivir Valley during the Augustan period.* Simon Keay.

18. *Terracotta and its territory: a tormented relationship*. Franco Cambi.
19. *The Adriatic Islands Project: contact, commerce and commercialization*. Vincent Gaffney, Branco Kirigin, John W. Hayes, and Peter Leach.
20. *De la fouille à la prospection, et retour: céramologie et histoire du peuplement dans la cité de Nîmes*. Claude Raynaud.
21. *Il rapporto fra superficie e sottosuolo; dal survey allo scavo: insediamento e circolazione ceramica fra V e X secolo nella Toscana centro-meridionale*. Riccardo Francovich and Marco Valenti.
22. *Reconstructing the classical landscape with figures: some interpretive explorations in North-West Keos*. Todd Whitelaw.
23. *Demographic trends: the contribution of regional survey data*. John Bintliff and Kostas Sbonias.
24. *Conclusion*. Susan E. Alcock, Franco Cambi, Simon Keay, and Claude Raynaud.

## SCIENTIFIC OUTCOMES

All five working groups in the POPULUS network were able to agree on areas of best practice, whilst eschewing the idea of a 'cookbook' approach to methodologies in landscape archaeology, the results of which have been incorporated into the Manual of Best Practice that is currently in the final stages of completion. Its future use by Community archaeologists working in Mediterranean landscape archaeology will be the ultimate test of the effectiveness of the POPULUS project in integrating the best of the diversity of current methodologies in the discipline.

During the discussions of the Working Parties, several alternative views were expressed about the way regional archaeological research and landscape archaeology should be conducted. At one end of the spectrum were some archaeologists who advocated that they (the archaeologists) should enlist a battery of natural scientists and tap into their results for the purpose of understanding the environmental context of an excavation or survey record. At the other end of the spectrum were some geographers who proposed that they (the scientists) should run the regional archaeological projects, the head scientist being partnered by an archaeologist. As Graeme Barker and John Bintliff comment at the end of the Aix-en-Provence volume *Mediterranean Landscape Archaeology 2*, the conclusion from the Colloquia is that both these positions lack one fundamental component: where do we find the interpretative approaches for the human-landscape interaction that constitutes the prime reason that these many specialists are working alongside each other? The work of the POPULUS network has emphasized the enormous potential of effective partnerships between broad-based teams of geoarchaeologists and modern intensive survey teams. Reconstructing the history of Mediterranean landscape change and demography certainly needs natural scientists to analyze the changing forms of the landscape, and archaeologists to analyze changing settlement morphologies and systems. To *understand* that history, however, in terms

of the interactions between landscape and people, and the perceptions, choices and adaptations that have underpinned human actions, will need effective partnerships between broad-based teams of archaeologists, geoarchaeologists, historians, and anthropologists. The greatest challenge of inter-disciplinary landscape archaeology in the Mediterranean in the coming years will be how to bridge the divide between the ecological approaches of the natural sciences to past landscapes, on the one hand, and the concerns of social archaeologists on the other with the interface between human actions and landscape.

In terms of modelling major trends in Mediterranean landscape history, one consistent theme for teams working in the eastern and western Mediterranean emerging from the POPULUS network is evidence for settlement shifts, population increase and agricultural intensification in the third millennium BC, and the extent to which these changes coincide with and are related to marked increases in the scale of human impact on sediments and vegetation and/or with climatic change. Regional inter-disciplinary landscape projects are also contributing as profoundly to our understanding of the impact of Roman imperial expansion and subsequent Romanization on the human and natural landscapes of the Mediterranean. Another central concern is the relative impact of climatic fluctuations and human impact in terms of dramatic environmental change: here, one significant weakness of current work is the lack of emphasis on investigating the prehistory and history of Mediterranean uplands. Some of the major landscape changes we can not detect in the Mediterranean region were the result of gradual long-term processes, others may have been caused by catastrophic events of short duration and very long recurrence intervals. The widespread application of dating techniques such as luminescence and palaeomagnetism in the coming years is likely to have an enormous impact in this respect: more refined chronologies seem likely to emphasize different rates of landscape change rather than uniformity, with profound implications for our understanding of human interactions with their landscape.



# Non-Destructive Techniques Applied to Landscape Archaeology

*Edited by*  
*Marinella Pasquinucci and Frédéric Trément*

Oxbow Books  
2000

*Published by*  
Oxbow Books, Park End Place, Oxford OX1 1HN

© Oxbow Books and the individual authors, 2000

ISBN 1 900188 74 0

*This book is available direct from*

Oxbow Books, Park End Place, Oxford OX1 1HN  
(*Phone: 01865-241249; Fax: 01865-794449*)

*and*

The David Brown Book Company  
PO Box 511, Oakville, CT 06779, USA  
(*Phone: 860-945-9329; Fax: 860-945-9468*)

*or from our website*

[www.oxbowbooks.com](http://www.oxbowbooks.com)

*Printed in Great Britain at*  
*The Alden Press*  
*Oxford*

# Contents

List of Figures and Tables .....	xv
Addresses of Contributors .....	ixx
1. L'apport des méthodes non destructives à l'analyse des sites archéologiques: Le point de vue de l'archéologue. <i>F. Trément</i> .....	1
REMOTE SENSING	
2. Télédétection et archéologie: concepts fondamentaux, état de l'art et exemples. <i>B. Marcolongo &amp; E. Barisano</i> .....	15
3. Environmental studies through active and passive airborne remote sensing systems. <i>R.M. Cavalli, C.M. Marino &amp; S. Pignatti</i> .....	31
4. Metodi di telerilevamento in archeometria e nella diagnostica non invasiva. <i>A. Tonelli</i> .....	38
5. Aerial archaeology around the Mediterranean. <i>B. Jones</i> .....	49
6. Détection aérienne des camps néolithiques en Languedoc occidental. <i>J. Vaquer</i> .....	61
7. La restitution des parcellaires anciens et des limitations antiques à partir des techniques de la télédétection et du traitement d'images. <i>D. Charraut &amp; F. Favory</i> .....	70
8. Digital classification and visualization systems of archaeological landscapes. <i>M. Forte</i> .....	84
GEOPHYSICS	
9. The IGAPS Project: Integrated geophysical acquisition and processing system for cultural heritage. <i>D. Patella, S. Piro, L. Versino, F. Cammarano, R. Di Maio &amp; P. Mauriello</i> .....	96
10. La mesure de la résistivité (ou de la conductivité) électrique du sol en prospection archéologique. <i>A. Hesse</i> .....	104
11. Magnetic techniques applied to archaeological survey. <i>D. Jordan</i> .....	114
12. Radar (G.P.R.) methods for historical and archaeological surveys. <i>E. Finzi &amp; S. Piro</i> .....	125
13. Seismic methods. <i>L. Sambuelli &amp; G.P. Deidda</i> .....	136
14. The role of gravity surveys in archaeology. <i>M. Di Filippo, T. Ruspandini &amp; B. Toro</i> .....	148
15. Acoustic methods in archaeology: Prospecting on a site of Parco Marturanum. <i>G.B. Cannelli, E. D'Ottavi &amp; A. Alippi</i> .....	155
16. Integration of high resolution georadar and geoelectrical methods: Detection of subsurface shallow bodies. <i>S. Piro</i> .....	166
17. Filtrage numérique des données géophysiques. <i>J. Tabbagh</i> .....	173



## GEOCHEMICALS

18. Soil phosphate survey.  
*J. Taylor* ..... 182
19. Soil geochemistry and artefact scatters in Boeotia, Greece.  
*J.N. Rimmington* ..... 190

## SURFACE COLLECTION OF ARTEFACTS

20. The concepts of 'site' and 'off-site' archaeology in surface artefact survey.  
*J. Bintliff* ..... 200
21. The comparison of surface and stratified artefact assemblages.  
*M. Millett* ..... 216
22. Définition ou hiérarchisation des sites? Approche intégrée en Gaule méditerranéenne.  
*F. Favory & C. Raynaud* ..... 223

## INTEGRATED STUDIES

23. The Pisa territory project.  
*E. Marchisio, M. Pasquinucci, E. Pranzini & G. Vigna Guidi* ..... 233
24. Two examples of using combined prospecting techniques.  
*D. Grosman* ..... 245
25. Expérience de croisement de méthodes de prospection  
sur le site des Girardes à Lapalud (Vaucluse, France).  
*F. Trément (Avec la collaboration de P. Clogg, P. Druelle, G. Ducomet, J.-P. Mariat & J. Taylor)* ..... 256

## GENERAL ISSUES

26. Du site au réseau. Archéologie, géographie spatiale ou géographie historique.  
*P. Leveau* ..... 272

## List of Figures

### LIST OF TABLES

- Fig. 2.1 Schéma fonctionnel du processus interprétatif et de ses résultats.
- Fig. 2.2 Système d'Information Géographique appliqué à l'Archéologie (SIGA).
- Fig. 2.3 Merv Oasis SOYUZ KFA1000 digitalized image.
- Fig. 2.4 Geomorphological map of the Murgab's and surrounding areas, from satellite interpretation and ground survey.
- Fig. 2.5 Holocene paleoenvironmental evolution and ancient settlement patterns in the Merv Oasis, from SOYUZ, SPOT, aerial photos and ground survey.
- Fig. 2.6 Paléohydrographie du système fluvial Jawf-Hadramawt au Yémen d'après l'interprétation intégrée de photographies cosmiques SOYUZ, de photographies aériennes et de prospections.
- Fig. 2.7 Géomorphologie et peuplement ancien des bassins versants de W. Hirâb et W. Sadbâ.
- Fig. 2.8 Digital Elevation Models of Tell-Mozan.
- Fig. 2.9 Palaeohydrography and archaeological sites after interpretation of false color composite.
- Fig. 2.10 Concomitance (boolean intersection) of natural resources supporting settlements.
- Fig. 3.1 Cesna Conquest (C441).
- Fig. 3.2 Radar wavelengths and frequencies.
- Fig. 3.3 Smooth surface with specular reflection (a) and rough surface with diffuse scattering (b) and radar return from smooth (c) and rough surfaces (d) as a function of depression angle.
- Fig. 3.4 Schematic illustration of an airborne radar.
- Fig. 3.5 SIDERA image of the IGM 1:100,000 map n.266 with included the Selinunte archaeological site.
- Fig. 3.6 The CASA C 212/200.
- Fig. 3.7 Archaeological site of Selinunte (southern Italy) recorded in July 1994 during the 1994 Sicily Campaign from an altitude of 2000 m (ground resolution of 4 m).
- Fig. 4.1 The vegetation as an indicator.
- Fig. 4.2 Heat capacity.
- Fig. 4.3 Polarization and luminescence.
- Fig. 4.4 Evaluation of surface roughness.
- Fig. 4.5 Tentative synthesis of the remote sensing contribution to archaeology.
- Fig. 5.1 General map showing principal areas of aerial archaeology.
- Fig. 5.2 High level vertical of *Lepcis Magna* showing outer line of the city's defensive circuit c.1947.
- Fig. 5.3 *Lepcis Magna (Tripolitania)* : transcription of air photographic information from the western, extramural suburb.
- Fig. 5.4 *Cyrene (Cyrenaica)* : transcription showing the layout of ancient field patterns in a sample area south east of the metropolis.
- Fig. 5.5 Oblique aerial photograph of the Neolithic settlement at La Martora south of the Foggia-Troia road, Apulia, south-east Italy (1994).
- Fig. 5.6 Air photograph of tripartite Roman villa, Troia, south-east Italy (1945).
- Fig. 5.7 Oblique air photograph of first century B.C. farm with associated decumanus and approach track Lucera, south-east Italy.
- Fig. 5.8 Transcription of details from superimposed centuriation systems, Foggia south-east Italy.
- Fig. 5.9 Non-conventional methods of aerial photography.
- Fig. 5.10 Vertical view of the sand-covered Roman fort of Bu Ngem (*Tripolitania*) from a height of approximately 200 m taken by a kite-borne air photographic system.
- Fig. 6.1 Relevés d'après clichés aériens d'enceintes à fossés segmentaires du Néolithique moyen languedocien.
- Fig. 6.2 Relevés d'après clichés aériens d'enceintes du Néolithique final languedocien.
- Fig. 6.3 Plan de l'enceinte de Mourral-Millegrand à Trèbes (Aude), détectée en avion et en cours de fouille.
- Fig. 6.4 Carte des enceintes fossoyées du Néolithique moyen chasséen dans le Midi de la France.
- Fig. 6.5 Carte des enceintes fossoyées du Néolithique final/Chalcolithique dans le Midi de la France.
- Fig. 7.1 Traitement graphique de limites parcellaires du cadastre Orange B.
- Fig. 7.2 Détection des limites parcellaires dans une photographie aérienne numérisée.
- Fig. 7.3 Extraction des périodicités d'un parcellaire dans une direction donnée (Languedoc oriental, centuriation Nîmes A).
- Fig. 7.4 Traitement numérique d'un extrait d'une image SPOT, représentant Orange, à droite, et la plaine rhodanienne, à l'ouest.

- Fig. 7.5 Filtrage directionnel et extraction des périodicités d'un secteur de la centuriation de Cesena (Italie), à partir d'une photographie aérienne des forces alliées, 30 juillet 1944.
- Fig. 8.1 Marzabotto (Bologna) : D.T.M. (Digital Terrain Model) and texture mapping of the aerial photograph.
- Fig. 8.2 ARCTOS project : original aerial photograph of Rocca di Entella.
- Fig. 8.3 ARCTOS project : D.T.M. of Rocca di Entella.
- Fig. 8.4 ARCTOS project : 3D visualization and different information layers (explored archaeological sites).
- Fig. 8.5 3D model shading.
- Fig. 8.6 Digital classification of the aerial photograph. In the small square : sampling and visualization of an archaeological area.
- Fig. 8.7 3D visualization and landscape navigation.
- Fig. 8.8 Visualization of different cartographical layers. The 3D model is enhanced.
- Fig. 8.9 Processing multimedia and GIS data in 3D space.
- Fig. 9.1 Schematic flow-chart of the IGAPS integrated approach.
- Fig. 9.2 Schematization of the Global Position System.
- Fig. 9.3 Schematic picture of the principles underlying the gravity measurements.
- Fig. 9.4 Diagram of south-north magnetic profile produced by field of the earth combining with anomalous magnetic field of local feature.
- Fig. 9.5 Current line distortion generated by resistivity inhomogeneity (cavity).
- Fig. 9.6 Schematic picture of the SP source.
- Fig. 9.7 Basic principles of the IP method.
- Fig. 9.8 A source-receiver configuration for studying the induced electromagnetic effect.
- Fig. 9.9 Schematic view of the physical mechanism of the GPR source/target coupling effect.
- Fig. 10.1 Echelle des résistivités de quelques roches.
- Fig. 10.2 Forme et coefficients de quelques quadripôles usuels.
- Fig. 10.3 Résistivimètre RMCA 3 Septa-CNRS.
- Fig. 10.4 Traitement des résistivités relevées en travers d'un possible rempart antique d'Apamée (Turquie).
- Fig. 10.5 Prospection sur les restes d'un village médiéval dans le sud de l'Italie (fouilles G. Noyé, Ecole Française de Rome).
- Fig. 10.6 Schéma du système RATEAU pour l'acquisition automatique des données de résistivité.
- Fig. 10.7 Le sondage électrique (1) effectué sur le radier de fondation d'un palais achéménide montre une forte différence des résistivités (en ordonnées) avec celui effectué à l'extérieur (2) pour des écartements d'électrodes  $a$  entre 1 et 10 m (en abscisses).
- Fig. 10.8 Trois créations instrumentales du C.R.G. : a) Dispositif de quatre roues électrodes en ligne, sur le côté d'un véhicule pour enregistrement RATEAU; b) Prototype expérimental de quadripôle électrostatique à plaques métalliques; c) Prototype expérimental du SH3 montrant clairement les deux bobines inclinées d'émission et de réception aux extrémités.
- Fig. 11.1 Lees Rest, England. Survey by English Heritage, 1992.
- Fig. 11.2 Kirmington, England. Survey by English Heritage, 1990.
- Fig. 11.3 Empuries, Spain: magnetic survey of the Roman city of Empuries shows a large number of dark, linear, negative anomalies embedded in a very disturbed magnetic background.
- Fig. 11.4 Kirton Lindsey: magnetometer survey accompanied by a magnetic susceptibility survey.
- Fig. 11.5 Magnetometer survey with a fluxgate gradiometer in use.
- Fig. 11.6 Magnetic susceptibility survey using a single coil magnetic susceptibility meter with the measuring coil pressed onto the ground surface.
- Fig. 11.7 Magnetic susceptibility survey: readings being taken with a twin coil instrument.
- Fig. 12.1 Radargram recorded in the historical Centre of Como (I) with a G.S.S.I. SIR-3 system, 500 MHz monostatic antenna, 100 ns full scale range.
- Fig. 12.2 Radargram recorded at Padua (I) in the Cathedral square with a G.S.S.I. SIR-3 system, 500 MHz monostatic antenna, 80 ns full scale range.
- Fig. 12.3 Radargram recorded in the historical Centre of Padua (I) with a G.S.S.I. SIR-3 system, 500 MHz monostatic antenna, 80 ns full scale range.
- Fig. 12.4 Radargram recorded in the Neolithic site of Ripa Tetta (Fg-I) with a G.S.S.I. SIR-10 system, 100 MHz bistatic antenna, 100 ns full scale range.
- Fig. 12.5 Radargrams recorded in the medieval castrum of Castelseprio (Va-I) with a G.S.S.I. SIR-3 system, 500 MHz monostatic antenna, 60 ns full scale range.
- Fig. 12.6 Radargram and time-slice performed in the Sabine necropolis of Colle del Forno (Rome-I) with a G.S.S.I. SIR-10 system, 100 MHz bistatic antenna, profile full scale range 60 ns, time-slice calculated at 25 ns.
- Fig. 12.7 Radargram recorded in S. Chiara delle Murate church at Città di Castello (Pg-I), with a G.S.S.I. Sir-10 system, 500 MHz monostatic antenna, 40 ns full scale range.
- Fig. 12.8 Radargram recorded in Padua (I) Cathedral with a G.S.S.I. SIR-3 system, 500 MHz monostatic antenna, 80 ns full scale range.
- Fig. 13.1 Seismic refraction. A schematic plan of a seismic 'modulus' showing the usual aligned arrangement of the sources and the sensors.
- Fig. 13.2 Seismic refraction. A field record showing the amplified seismic signal as a function of time from a set of sensors.
- Fig. 13.3 Seismic refraction. Raypaths and traveltime curves for the two refractor cases
- Fig. 13.4 Seismic refraction. Seismic traces collected with triaxial geophones.
- Fig. 13.5 Seismic reflection.
- Fig. 13.6 Fan shooting technique : field layout and data interpretation.
- Fig. 13.7 Seismic tomography. Ray tracing covering the whole investigated section.
- Fig. 13.8 Travel time curves on a tomb.
- Fig. 13.9 Travel time curves on a buried masonry wall.
- Fig. 13.10 Fan shooting survey on tombs.
- Fig. 13.11 Rayleigh seismic detection of shallow abandoned mine shaft. (a) Seismic wave propagation paths; (b) Scan pattern layout on surface.
- Fig. 13.12 Comparison of diffraction wave propagation anomalies for reflected, refracted and rayleigh waves (the

- shaft is open to surface). (a) Diffracted wave amplitude versus scan angle; (b) Diffracted wave travel time versus scan angle.
- Fig. 13.13 Two way time section from a seismic reflection acquisition (top) with its geological interpretation (bottom).
- Fig. 13.14 Sources (circles) and geophones (triangles) field layout for seismic tomography (left) with resulting isovelocity map (right).
- Fig. 13.15 Schematic diagram illustrating basic assumptions in seismic refraction tomography.
- Fig. 13.16 Isovelocity map from seismic refraction tomography.
- Fig. 13.17 Suggested interpretation of map in Fig. 13.16.
- Fig. 14.1 SSW point of view of Monte Testaccio hill (Roma).
- Fig. 14.2 Bouguer anomalies map of Roma area (contour interval 0.250 mGal).
- Fig. 14.3 Residual anomalies map of Monte Testaccio hill.
- Fig. 14.4 Gravity profile and bidimensional model of Monte Testaccio hill.
- Fig. 14.5 Topographic map of tumulo (contour interval 2 m) with two cavities.
- Fig. 14.6 Bouguer anomaly (contour interval 0.005 mGal).
- Fig. 14.7 Cross-correlation. The cross-correlation values are higher and the absolute maximum is marked by a symbol. The isolines are correlated with the occurrence and the location of cavities.
- Fig. 15.1 Schematic comprehensive view of the two paraboloidal transducers of the echographic apparatus.
- Fig. 15.2 Block diagram of the electronic system used to power and control the spark gap in the transmitting transducer.
- Fig. 15.3 Frequency spectrum variation of the acoustic pulse by electrical capacitance change : (a)  $C_o = 40$  mF; (b)  $C_o = 360$  mF.
- Fig. 15.4 Section of the head of the receiving paraboloid and details of the setting mechanism for reaching the optimal focusing point.
- Fig. 15.5 Schematic diagram of the complete echographic apparatus in the field.
- Fig. 15.6 Schematic diagram of the geometry used to compute the impulse-response of the echographic system.
- Fig. 15.7 Impulse-response of the echographic system for different value of the parameter  $x_o$  (half distance between the centres of the transducers), for scanning both along the x axis and the y axis (dotted curves).
- Fig. 15.8 Sketch of the north-western Lazio area where is placed the 'Parco Archeologico Marturanum', Barbarano Romano (VT).
- Fig. 15.9 Picture of a part of the 'Parco Marturanum'. The exact point of the archaeological site, where the prospecting was carried out (the so-called *Bagno Romano*), is indicated by an arrow.
- Fig. 15.10 The so-called *Bagno Romano* is a room-shaped cavity some meters underground, accessible from the surface through a tunnel (Fig. 15.11).
- Fig. 15.11 The tunnel leading to the *Bagno Romano*.
- Fig. 15.12 Schematic diagram of the experiment for picking up the seismic signal at a depth of 3 m underground.
- Fig. 15.13 Acoustic pulse generated by the paraboloidal source at a depth of 3 m underground. Upper diagram : time domain; lower diagram : frequency domain.
- Fig. 15.14 Acoustic pulse generated by the paraboloidal source at a depth of 3 m underground and filtered by a 1000–2000 bandpass filter. Upper diagram : time domain; lower diagram : frequency domain.
- Fig. 15.15 Amplitude vs time for the acoustical signal reflected from the cavity as a function of the scanning distance.
- Fig. 15.16 The echographic apparatus above the *Bagno Romano* cavity, during the prospecting.
- Fig. 15.17 Comparison of the responses of the echographic apparatus (e) and geophone system (g) on a cavity, in the same experimental conditions.
- Fig. 16.1 Schematic representation of *dromos* chamber tomb.
- Fig. 16.2 Example of GPR profile corresponding to the position of the tomb. Field data (on the left); filtered data (on the right). SIR-10 equipped with 100 MHz antenna.
- Fig. 16.3 Example of GPR profile corresponding to the position of the *dromos*. Field data (on the left); filtered data (on the right).
- Fig. 16.4 GPR data. Example of time-slice representation of GPR signal amplitudes. 100 MHz antenna, time-slice at  $t = 25$  ns (twt).
- Fig. 16.5 Time-slice at  $t = 30$  ns (twt).
- Fig. 16.6 Time-slice at  $t = 40$  ns (twt).
- Fig. 16.7 Schematic representation of geoelectrical dipole-dipole array.
- Fig. 16.8 Examples of dipole-dipole pseudosection corresponding to the cavity (A) and to the *dromos* (B).
- Fig. 16.9 Geoelectric horizontal tomography, corresponding to the depth  $z = 1.5$  m.
- Fig. 17.1 Prospection magnétique à Ioc'h Landunvez. (a) Données brutes; (b) Après 'délignage'.
- Fig. 17.2 Prospection électrique à Neuvy sur Loire. Dispositif Wenner  $a = 1$  m. (a) Données brutes; (b) Après correction effet de zone des profils P0 à P15.
- Fig. 17.3 Prospection thermique à Lyon. (a) Sans élimination des points erronés; (b) Après correction par la médiane sur 3 points avec un seuil de 20.
- Fig. 17.4 Prospection électrique à Saint-Martin (Nièvre). (a) Données brutes; (b) Correction par recalage des profils les uns par rapport aux autres.
- Fig. 17.5 Prospection électrique à Champcelée (Nièvre). (a) Données brutes; (b) Après moyenne glissante sur 3 points dans la direction perpendiculaire aux profils.
- Fig. 17.6 Prospection électrique à Champcelée (Nièvre). (a) Données après amélioration locale du contraste et élimination de la régionale; (b) Agrandissement d'une *villa*; (c) Agrandissement d'une deuxième *villa*.
- Fig. 17.7 Prospection électrique à Champcelée (Nièvre). (a) Agrandissement à partir des données brutes (Fig. 17.5a); (b) Agrandissement de la même zone à partir des données après élimination du bruit (Fig. 17.5b).
- Fig. 18.1 A model for the interpretation of geoprospection data.
- Fig. 18.2 Boundary conditions affecting the recovery of archaeological information from geoprospection.
- Fig. 18.3 Soil phosphate profiles at Woolaw, Northumberland, showing clear distinctions between strata from different archaeological areas.
- Fig. 18.4 Scatter plot showing how soils from specific land use categories are distinctive when represented by two-dimensional projections using magnetic susceptibility and soil density.

- Fig. 18.5 Phosphate and magnetic susceptibility scores for samples from classified contexts at Shiptonthorpe. Habitation-Buildings samples were taken from inside known Roman buildings, Habitation-Surfaces samples came from surfaces outside them.
- Fig. 19.1 The location of Boeotia and sites mentioned in the text.
- Fig. 19.2 Sources of inorganic elements to the soil.
- Fig. 19.3 Surface sherd concentrations around sites in Boeotia, Greece (after Bintliff *et al.*, 1990).
- Fig. 19.4 Surface soil geochemical concentrations in Thespieae.
- Fig. 19.5 Surface soil geochemical concentrations at Hyettos.
- Fig. 19.6 The relationship between survey grids at VM70 showing information for surface tile, sherd concentrations and soil pits.
- Fig. 19.7 Tile concentration and magnetic susceptibility data in relation to other grids.
- Fig. 19.8 Surface soil geochemical concentrations at VM70
- Fig. 20.1 Ager Tarraconensis survey.
- Fig. 20.2 The density of pottery (expressed in sherds per ha) in tracts in the survey area.
- Fig. 20.3 Hyettos survey.
- Fig. 20.4 Hvar survey.
- Fig. 20.5 Hvar survey.
- Fig. 20.6 The approximate radius of significant field scatters surrounding archaeological sites in the Middle East (total sample : 19 settlements).
- Fig. 20.7 Hyettos survey.
- Fig. 20.8 Site CN2, visibility corrected ceramic data.
- Fig. 21.1 Derivation of a ploughsoil assemblage (B) for a hypothetical settlement site (A).
- Fig. 21.2 Conceptual model of the relationship between the identifiable variables which influence the composition of a particular pottery assemblage.
- Fig. 22.1 Prospection en carroyage : résultats des tests dans le secteur de Mèze (Hérault), pour la période gallo-romaine.
- Fig. 22.2 Prospection en carroyage : classement et interprétation des densités de mobilier, pour la période gallo-romaine.
- Fig. 22.3 Prospection en ligne à Calvisson (Gard) : classement et interprétation des densités de mobilier, pour la période gallo-romaine.
- Fig. 22.4 Graphe simplifié de l'arbre de la Classification Ascendante Hiérarchique calculée sur les résultats de l'AFC sur les seuls critères archéologiques.
- Fig. 22.5 Graphe du plan des axes 1 et 2 de l'AFC initiale sur les critères archéologiques (inertie de l'axe 1 : 7,74%; axe 2 : 6,31%) .
- Fig. 22.6 Carte des réseaux polarisés et linéaires en Lunellois, au haut empire.
- Fig. 23.1 Landsat MSS image acquired on 13 September, 1978.
- Fig. 23.2 Landsat TM image acquired on 18 March, 1986.
- Fig. 23.3 Landsat TM image acquired on 18 March, 1986.
- Infrared bands composite. Detected palaeochannels are drawn together with the position of sites with site names derived from Roman milestones.
- Fig. 23.4 The results of the 2D-modelling.
- Fig. 23.5 Two CMT recording hours at the base station.
- Fig. 23.6 The recording carried out by L'Aquila Geomagnetic Observatory at about the same time of the same day.
- Fig. 23.7 CMT map obtained by the inferior sensor.
- Fig. 23.8 CMT vertical gradient map.
- Fig. 23.9 CMT map corrected for time variations.
- Fig. 23.10 CMT map at 0.8 m level of the superior sensor.
- Fig. 24.1 Areas of systematic surface and geophysical survey.
- Fig. 24.2 Rigonce/Gradišnica. Comparison of results : left : soil resistivity survey; right : surface collection, separately all artefacts and building material.
- Fig. 24.3 Map of archaeological sites of Posavje.
- Fig. 24.4 Three examples of crop marks and soil marks recorded on vertical photographs.
- Fig. 24.5 Three levels of archaeological research in a transect.
- Fig. 24.6 Proposed procedures for the archaeological assessment of the area.
- Fig. 25.1 Vue du site des Girardes.
- Fig. 25.2 Localisation du site.
- Fig. 25.3 Positionnement du cadastre B d'Orange et des traces repérées sur photographies aériennes avec indices de sites.
- Fig. 25.4 Echantillonnages.
- Fig. 25.5 Vue du système tracté RATEAU en action sur le site.
- Fig. 25.6 Visualisation 3D de la microtopographie.
- Fig. 25.7 Corrélation entre microtopographie et distribution des artefacts.
- Fig. 25.8 Quantification, chronologie et structure du mobilier céramique antique.
- Fig. 25.9 Evolution de la distribution spatiale du mobilier céramique (nombre de fragments).
- Fig. 25.10 Distribution des matériaux de construction.
- Fig. 25.11 Distribution spatiale des amphores.
- Fig. 25.12 Distribution spatiale des indices d'activités. 12a : Dolium (poids en grammes); 12b : Scorries (nombre de fragments).
- Fig. 25.13 Prospection électrique.
- Fig. 25.14 Transects géochimiques. Taux de phosphate.
- Fig. 25.15 Distribution des phosphates sur la zone d'habitat.
- Fig. 25.16 Synthèse des données archéologiques, topographiques et géochimiques.

## LIST OF TABLES

- Table 1.1 Définition et échelle spatiale des différentes méthodes de prospection.
- Table 12.1 Formulae used in practical field measurement.
- Table 13.1 Average velocities of longitudinal waves for some typical rocks (Vutukuri, 1978).

## Addresses of Contributors

Alippi, A., Istituto di Acustica 'O. M. Corbino' (CNR),  
Via Cassia 1216, 00189 Roma (Italy)

Barisano, E., GEOSAT Technology, Antibes (France)

Barker, G., School of Archaeological Studies, University  
of Leicester, Leicester, LE1 7RH (UK)

Bintliff, J., Department of Archaeology, University of  
Durham, Dawson Building, Science Site, South Road,  
Durham DH1 3LE (United Kingdom)

Cammarano, F. R., Institute of Technologies Applied to  
Cultural Heritage, National Research Council, Rome  
(Italy)

Cannelli, G.B., Istituto di Acustica 'O. M. Corbino'  
(CNR), Via del Fossa del Cavoliere, 00133 Roma (Italy)

Cavalli, R.M., CNR Istituto Sperimentale Talassografico,  
Spianata S. Raineri, 98122 Messina (Italy) – Università  
degli studi di Milano, Dipartimento Scienza della Terra

Charrat, D., Laboratoire d'Optique P.M. Duffieux,  
Université de Franche-Comté – CNRS (URA 214 du  
CNRS, UFR des Sciences et des Techniques) (France)

Clogg, P., Department of Archaeology, Durham  
University (United Kingdom)

D'Ottavi, E., Istituto di Acustica 'O. M. Corbino' (CNR),  
Via Cassia 1216, 00189 Roma (Italy)

Deidda, G.P., Research Engineer of Applied Geophysics  
at the Faculty of Engineering and Dipartimento di  
Ingegneria del Territorio, Cagliari University (Italy)

Di Filippo, M., Dipartimento di Scienze della Terra,  
Università degli Studi 'La Sapienza', Roma (Italy)

Di Maio, R., Department of Geophysics and Volcanology,  
University 'Federico II', Naples (Italy)

Druelle, P., Equipe de prospection géophysique,  
Association pour les Fouilles Archéologiques Nationales  
(France)

Ducomet, G., Ministère de la Culture, responsable de  
l'équipe de prospection géophysique (France)

Favory, F., Université de Franche-Comté (UFR des  
Sciences du Langage, de l'Homme et de la Société)  
(France) and Archéologie de l'espace rural méditerranéen  
(GDR 954), CNRS (France)

Finzi, E., Dipartimento di Geologia, Paleontologia e  
Geofisica, Università degli Studi di Padova, via Rudena  
3, 35123 Padova (Italy)

Forte, M., NRC, Area della ricerca di Roma, via Salaria  
km 29, 300, 00016 Monterotondo (Italy)

Grosman, D., Univerza v Ljubljani, Filozofska Fakulteta,  
Oddelek za arheologijo, 61001 Ljubljana, p.p.580  
(Slovenia)

Hesse, A., Centre de Recherches Géophysiques (UMR  
7619), CNRS, Garchy 58150 Poilly-sur-Loire (France)

Jones, B., deceased July 1999. Previously of University  
of Manchester (United Kingdom)

Jordan, D., Terra Nova Ltd, Audley House, Northbridge  
Road, Berkhamsted HP4 2EF (United Kingdom)

Leveau, Ph., Centre Camille Jullian (Unité Mixte de  
Recherche 9968 du CNRS) – Maison Méditerranéenne  
des Sciences de l'homme, 5 rue du Chateaux de  
l'Horloge, BP 647, 13094 Aix-en-Provence Cedex 2  
(France)

Marchisio, E., Istituto di Costruzioni Stradali e Trasporti,  
Università degli Studi di Pisa, via Diotisalvi 2, 56100 Pisa  
(Italy)

- Marcolongo, B., Institute of Applied Geology, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), 35127 Padova (Italy)
- Mariat, J.-P., Equipe de prospection géophysique, Association pour les Fouilles Archéologiques Nationales (France)
- Marino, C.M., Progetto CNR-LARA, Via Monte D'Oro 11, 00040 Pomezia, Roma (Italy) – Università degli Studi di Milano, Dipartimento Scienze della Terra (Italy)
- Mattingly, D.J., School of Archaeological Studies, University of Leicester, Leicester, LE1 7RH (UK)
- Mauriello, P., Department of Geophysics and Volcanology, University 'Federico II', Naples (Italy)
- Millett, M., Department of Archaeology, University of Southampton, Highfield, Southampton, SO17 1BJ (United Kingdom)
- Pasquinucci, M., Dipartimento di Scienze Storiche del Mondo Antico, Università degli Studi di Pisa, via Galvani 2, 56100 Pisa (Italy)
- Patella, D., Institute of Technologies Applied to Cultural Heritage, National Research Council, Rome (Italy) and Department of Geophysics and Volcanology, University 'Federico II', Naples (Italy)
- Pignatti, S., Progetto CNR-LARA, Via Monte D'Oro 11, 00040 Pomezia, Roma (Italy) – CNR Istituto Metodologia Avanzate Analisi: Ambientali, 85050 Tito Scalo (Potenza) (Italy)
- Piro, S., Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali, CNR, c.p.10, 00016 Monterotondo Sc. (Roma) (Italy)
- Pranzini, E., Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Firenze, via La Pira 4, 50121 Firenze (Italy)
- Raynaud, C., Sociétés de la Protohistoire et de l'Antiquité en France méditerranéenne (UMR 154) – GDR 954, CNRS (France)
- Rimington, J.N., Department of Archaeology, University of Durham, Dawson Building, Science Site, South Road, Durham DH1 3LE (United Kingdom)
- Ruspanini, T., Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi 'La Sapienza', Roma (Italy)
- Sambuelli, L., Associate Professor of Applied Geophysics at the Faculty of Engineering, Cagliari University
- Tabbagh, J., Centre de Recherches Géophysiques, CNRS, Garchy (France)
- Taylor, J., School of Archaeological Studies, University of Leicester, Leicester, LE1 7RH (UK)
- Tonelli, A., Studio tecnico di telerilevamento e geofisica, via Miramonti 4, 38068 Rovereto (TN) (Italy)
- Toro, B. Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi 'La Sapienza', Roma (Italy)
- Trément, F., Maître de Conférences, Centre de Recherches sur les Civilisations Antiques, Université de Clermont-Ferrand II – Blaise Pascal (France)
- Vaquer, J., CNRS – EHESS (Unité Mixte de Recherche 150), Toulouse (France)
- Versino, L., Institute of Technologies Applied to Cultural Heritage, National Research Council, Rome (Italy)
- Vigna Guidi, G., CNR, Istituto per la Chimica del Terreno, via Corridoni 78, 56125 Pisa (Italy)

## 25. Expérience de croisement de méthodes de prospection sur le site des Girardes à Lapalud (Vaucluse, France)

*Frédéric Trément avec la collaboration de P. Clogg, P. Druelle, G. Ducomet, J.-P. Mariat and J. Taylor*

### INTRODUCTION

L'un des objectifs attribué à l'équipe de Pise dans le cadre du programme POPULUS était d'expérimenter une série de techniques d'exploration non destructives des sites archéologiques repérés en prospection dans une perspective paléodémographique. L'aménagement du TGV-Méditerranée est apparu comme une opportunité exceptionnelle pour tester un certain nombre de méthodes et d'hypothèses sur le peuplement de la moyenne vallée du Rhône. Le coordinateur des opérations d'archéologie préventive, J.-O. Guilhot,<sup>1</sup> a accepté de financer un projet combinant une série de méthodes sur l'un des sites de la zone d'emprunt des Girardes à Lapalud (Vaucluse) (Fig. 25.1). Trois techniques ont été mises en œuvre du 15 mai au 6 juin 1995: échantillonnage du matériel de surface, relevé microtopographique et prospection géochimique. Les résultats obtenus ont pu être confrontés avec ceux de la prospection électrique réalisée sur la parcelle en question dans le cadre d'une opération d'évaluation par

une équipe de l'AFAN. Le site fait actuellement l'objet d'une fouille. Ce sera l'occasion de vérifier la validité des hypothèses avancées ici, et de mieux comprendre la nature du rapport entre vestiges enfouis et image de surface.

### PRÉSENTATION DU SITE

#### *Contexte géographique*

Le site est implanté au nord-est du village de Lapalud, au lieu dit Les Girardes, dans une parcelle bordant à l'est la voie ferrée de la ligne Paris-Marseille (x=788,65; y=3226,25; z=47 m NGF) (Fig. 25.2). Le champ en question, planté de tournesols au moment de l'opération, est délimité à l'ouest et au sud par deux routes goudronnées, à l'est par un chemin de terre. Parfaitement plat en apparence, il présente l'aspect d'un rectangle de 235x170 m allongé dans le sens est-ouest, d'une superficie

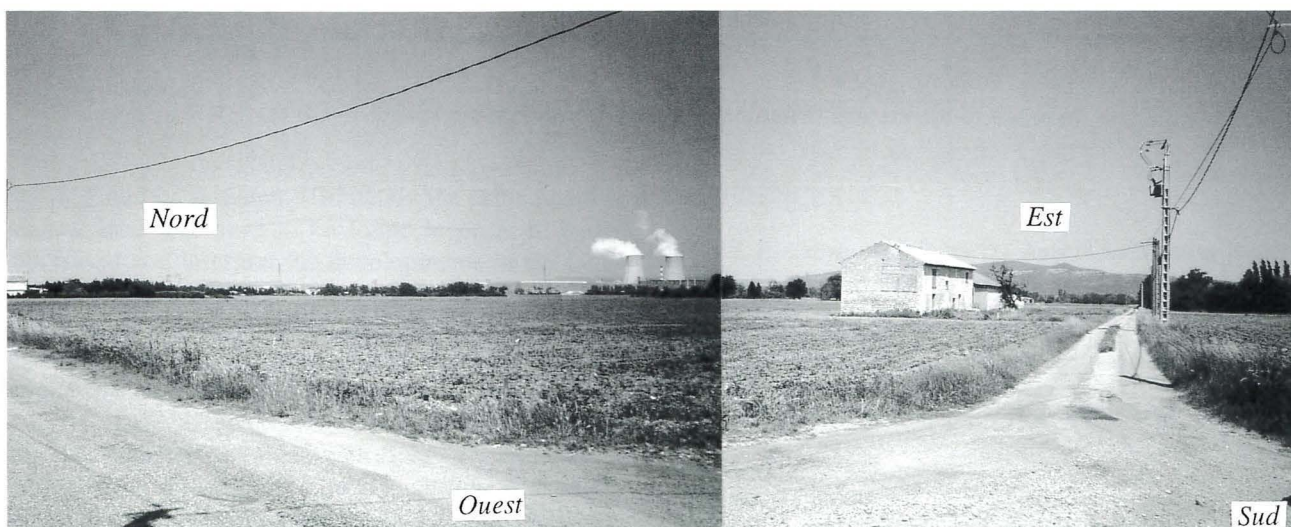


Fig. 25.1: Vue du site des Girardes (cl. F.T.).



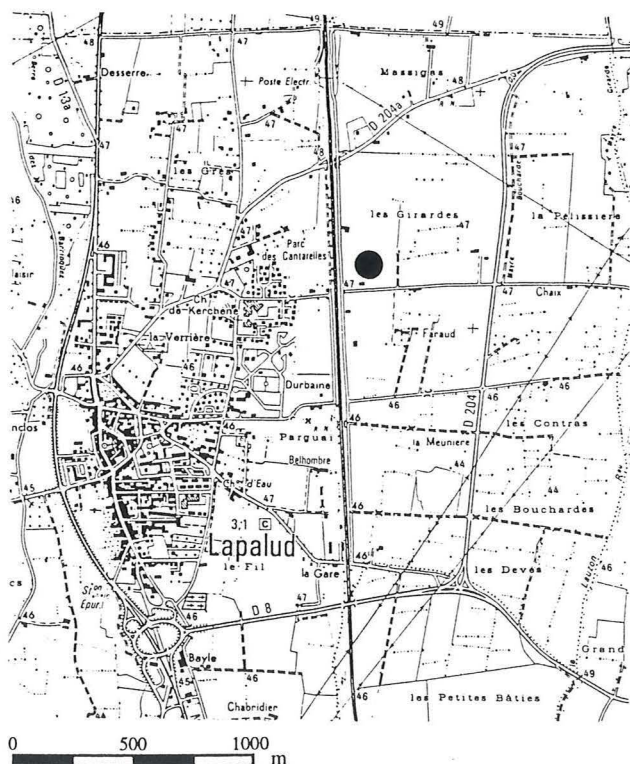


Fig. 25.2: Localisation du site.

d'environ 4 ha. Une ferme du XIX<sup>e</sup> siècle, encore utilisée comme hangar agricole, jouxte la route au sud. Le paysage, aujourd'hui dominé par la centrale nucléaire de Tricastin, se caractérise par une extrême platitude. Il correspond à d'anciennes terrasses rhodaniennes drainées depuis plusieurs décennies vers le canal de Donzère-Mondragon. Auparavant, les sols demeuraient gorgés d'eau, voire complètement immergés, durant une partie de l'année (la nappe était située vers 1,30–1,60 m de profondeur à la fin du mois de mai). En témoigne, dans les tranchées de reconnaissance ouvertes au sud de la parcelle, le caractère nettement hydromorphe des limons dont la couche, épaisse d'une quarantaine de centimètres, recouvre 12 m de grave.<sup>2</sup> Dans la parcelle étudiée, les carottages réalisés pour l'analyse géochimique laissent penser que le recouvrement limoneux n'excède guère 30 cm. Toutefois, la surface de la grave n'est pas régulière: elle forme en effet des ondulations et des poches où se sont accumulées argiles et concrétions carbonatées liées aux fluctuations de la nappe.

#### Vestiges superficiels

Le site a été découvert lors de la phase de prospection pédestre par l'équipe responsable du lot 21. G. Alfonso, R. Chemin et M. Taras avaient observé au milieu de la parcelle fraîchement labourée une importante concentration de silex, de céramique non tournée, de céramique gallo-romaine et médiévale répartis sur une superficie d'environ 2 ha (Fig. 25.3). Les prospecteurs ont effectué un échantillonnage



Fig. 25.3: Positionnement du cadastre B d'Orange et des traces repérées sur photographies aériennes avec indices de sites (d'après G. Chouquer, A. Fernandez et G. Alfonso).

des différentes catégories d'artefacts visibles en surface et signalent en outre la présence de silex dans la parcelle adjacente, située immédiatement à l'est du chemin de terre, en bordure de la route goudronnée. Un second parcours, réalisé par notre équipe, a confirmé à la fois l'abondance remarquable du matériel sur la plus grande partie de la parcelle (à l'exception de sa marge orientale), soit environ 3 ha, sa polarisation autour d'un centre que l'on peut situer approximativement au milieu de la parcelle, au N-NE de la ferme, enfin la chronologie de l'occupation. Celle-ci se caractérise par une longévité et une continuité exceptionnelles, puisque la plupart des grandes phases de la Préhistoire récente, de la Protohistoire, de l'Antiquité, du Moyen Age et de l'époque moderne sont représentées: Néolithique ancien cardial, Néolithique final/Chalcolithique, Age du Bronze, Age du Fer, Haut Empire, Antiquité tardive, Haut Moyen Age, Moyen Age classique, Epoque moderne, Epoque contemporaine et actuelle.

#### Apport de la photo-interprétation

L'examen des clichés verticaux systématiquement effectué par G. Chouquer et A. Fernandez pour l'ensemble du tracé du TGV a donné des résultats particulièrement intéressants dans ce secteur. L'emprunt des Girardes était en effet très sensible du fait que deux axes du cadastre B d'Orange s'y recoupent, à 500 m au nord-est du site: le *kardo* IHKVK et le *decumanus* IIIDDD (Fig. 25.3).<sup>3</sup> La photo-analyse a mis en évidence des paléochenaux d'orientations

divergentes dans cette zone. Un réseau plus fin et plus organisé apparaît au contact du site lui-même: il se caractérise par une série de traces d'orientation méridienne parallèles au *kardo*. A l'extrémité nord-ouest du site, des traces perpendiculaires d'axe est-ouest sont également visibles. On ne peut s'empêcher de les mettre en rapports avec les très nombreux vestiges de fossés d'orientation similaire observés dans la tranchée de reconnaissance ouverte immédiatement au sud de la parcelle. Ceux-ci ne sont malheureusement pas datés à ce jour.

## MÉTHODES UTILISÉES

Le choix des techniques s'explique à la fois par la volonté de tester une méthode rarement utilisée en France – la prospection géochimique –, le souci de mieux comprendre les processus de distribution superficielle des artefacts en liaison avec les phénomènes 'post-dépositionnels' (ramassage de surface, microtopographie), enfin l'opportunité offerte par la présence d'une équipe de prospection géophysique sur le tracé du TGV. D'un point de vue pratique, le but était de mettre en œuvre une procédure de diagnostic sur un site de grande dimension et certainement très dégradé en vue d'en optimiser la fouille. Parmi les nombreux problèmes méthodologiques liés à la nature même du site (dimension, occupation multi-période), il faut évoquer celui de l'anthropisation – localement très intense – liée aux bouleversements récents engendrés par le remodelage du parcellaire (arrachage des haies), aux travaux de bonification (drainages, amendements), à l'aménagement de la voie ferrée, au voisinage de plusieurs routes et surtout à la présence d'une ferme contemporaine sur le site même. Ce sont là autant de facteurs de contamination et de perturbation susceptibles d'avoir brouillé l'image superficielle de ce dernier.

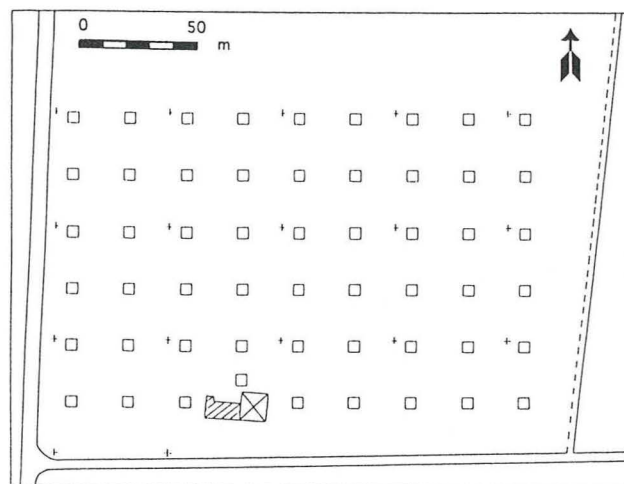
### Echantillonnage du matériel superficiel

L'abondance et la dispersion considérables du matériel archéologique constituaient un premier problème, dans la mesure où ils témoignaient d'un état d'arasement très avancé des vestiges. La faiblesse de la sédimentation limoneuse (30 à 40 cm en moyenne) fournissait un argument supplémentaire, invitant à considérer avec d'autant plus d'intérêt les informations révélées en surface par un site probablement très dégradé, voire complètement détruit par les labours modernes. D'autre part, le mobilier présentait un aspect extrêmement fragmenté, dû aux pratiques aratoires récentes (girobroyage). Son identification s'en est trouvée ainsi singulièrement compliquée. Une stratégie d'échantillonnage s'imposait en conséquence, ainsi que la mise au point d'un système de quantification des artefacts.

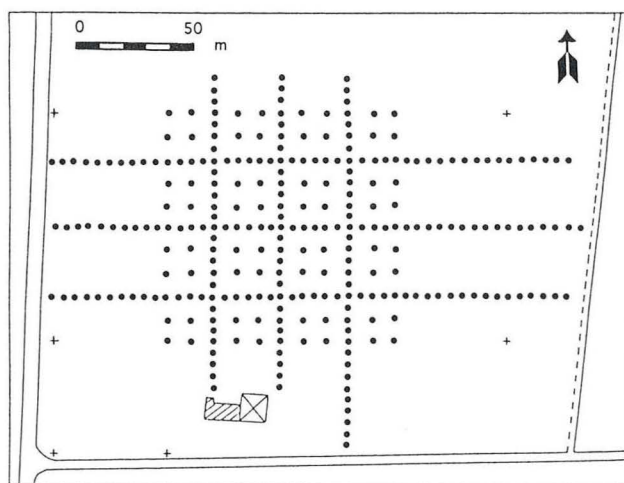
Après un parcours minutieux de l'ensemble de la parcelle (soit une superficie de 4 ha), une zone de plus forte concentration de matériel a été repérée à environ 70 m au nord de la ferme. Dans un premier temps, il s'avérait

nécessaire de préciser de manière 'objective' les limites de cette concentration. Une grille d'échantillonnage composée de 54 carrés de 5 m de côté espacés de 20 m a été mise en place, soit une superficie de 1350 m<sup>2</sup> correspondant à 3,4% de la surface totale de la parcelle (Fig. 25.4a). Ces valeurs peuvent paraître insuffisantes d'un point de vue statistique, mais on verra qu'elles sont parfaitement représentatives de la distribution globale du mobilier, du fait d'un compromis optimal entre la superficie des quadrats et leur espacement.

Dans chaque quadrat, l'intégralité des artefacts a été ramassée grâce à une collecte minutieuse, réalisée par trois personnes se déplaçant à genoux. Seuls des fragments d'une dimension inférieure à 5 mm ont pu échapper à la vigilance des prospecteurs. Le matériel a été lavé et pesé globalement après séchage. Les matériaux de construction ont été isolés et séparés en deux groupes en fonction de leur couleur: *tegulae* et *imbrices*



4a



4b

Fig. 25.4: Echantillonnages. 4a: Quadrats d'échantillonnage des artefacts 4b: Implantation des carottages géochimiques.

rouges, assurément antiques (nombreux rebords); tuiles à pâte jaune, de datation plus incertaine. Ces matériaux ont été pesés séparément avant d'être rejetés. Ont également été pesées les autres catégories de matériaux de construction tel que le mortier, le béton de tuileau et les fragments d'enduit peint, ainsi que certains indices d'activité tel que les fragments d'amphores, de *dolium* et les scories. Ces dernières catégories ont également été dénombrées, tout comme les silex. La céramique (vaisselle et amphores) a fait l'objet d'un comptage portant sur le nombre de fragments et de bords. Toutes les périodes ont été prises en considération, depuis le Cardial jusqu'à nos jours.

### Microtopographie

Bien que parfaitement plat en apparence (les cotes IGN indiquent 47 m NGF de part et d'autre de la parcelle), le terrain a donné l'impression, au bout de quelques jours de travail, de présenter un léger renflement correspondant à la zone de plus forte concentration d'artefacts. Il a donc été décidé de procéder à une microtopographie de l'ensemble de la parcelle en fonction d'une maille de 5 m. Le résultat de cette initiative s'est avéré capital pour la compréhension des processus qui ont présidé à la production de l'image du site en surface.

### Prospection géochimique

La prospection géochimique a été réalisée dans le cadre du programme POPULUS par une équipe du Département d'Archéologie de l'Université de Durham (P.C. et J.T.).

### Echantillonnage et prélèvements

Au total, 284 carottages ont été effectués au moyen d'une tarière à main. Deux mailles d'échantillonnage ont été utilisées: – une maille de 10 m dans un carré de 100 m de côté couvrant la zone de concentration optimale des vestiges visibles en surface; – une série de trois transects parallèles et espacés de 30 m dans le sens est-ouest et une série de trois autres transects dans le sens nord-sud, avec une résolution de 5 m (Fig. 25.4b). Cette double configuration offre l'avantage de couvrir la plus grande partie de la parcelle, de pouvoir effectuer des pseudo-sections avec une résolution suffisante, et enfin de pouvoir cartographier précisément les limites et l'organisation interne du site. Dans chaque carotte, deux échantillons ont été prélevés à 20 et à 40 cm de la surface, soit 568 analyses. Signalons enfin qu'une série de 20 carottages a été réalisée selon deux transects parallèles à la tranchée de reconnaissance ouverte dans la parcelle située immédiatement au sud, en vue d'étalonner les teneurs moyennes des sols dépourvus de vestiges archéologiques. Cette tranchée a donné en outre une idée précise de la stratigraphie du sous-sol.

### Analyses<sup>4</sup> (P.C.)

Des prospections basées sur des analyses de phosphates

contenus dans les sols ont été fréquemment entreprises sur des sites archéologiques, avec des résultats inégaux. Les problèmes tiennent à la difficulté d'obtenir des résultats qualitatifs et à la prise en compte des seuls phosphates plutôt que de leur combinaison avec les autres éléments contenus dans le sol. Les méthodes chimiques pour la mesure précise des phosphates requièrent beaucoup de temps et nécessitent un travail de laboratoire, tandis que celles qui ont été développées pour des mesures rapides sur le terrain sont au mieux seulement semi-quantitatives et fréquemment dépendantes du type de sol.

Pour surmonter ces problèmes et obtenir une pleine compréhension du sol, une méthode utilisant l'énergie de dispersion de la fluorescence-X (*Energy Dispersive X-Ray Fluorescence*: EDXRF) a été développée pour fournir rapidement un résultat quantitatif indépendant du type de sol et avec un minimum de préparation des échantillons. Cette méthode permet d'analyser précisément les éléments majeurs et mineurs présents dans le sol (à l'exclusion de ceux dont le nombre atomique est inférieur à 11); les éléments choisis pour l'analyse préliminaire sont les suivants: Na, Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, V, Mn, Fe et Sr. La technique donne la concentration *totale* des éléments présents; dans le cas du phosphate, elle donnera la quantité totale présente à la fois dans la fraction organique et inorganique du sol.

La préparation des échantillons implique leur séchage, destiné à éliminer l'humidité, leur broyage mécanique, pour obtenir un grain de taille homogène, et enfin la production sous pression d'une pastille (environ 0,4 gr.). L'analyse multi-éléments prend habituellement 150 à 160 secondes.

La présentation des données est réalisée selon différents degrés de complexité. La distribution horizontale des éléments est présentée sur une carte par des courbes de niveaux correspondant aux concentrations. L'analyse de la variation globale des valeurs (*trend surface analysis*) est utilisée pour discriminer la tendance 'régionale' et les structures localisées, autorisant ainsi une compréhension plus détaillée de la distribution des éléments. Enfin, une restitution en trois dimensions est réalisée pour faciliter la 'visualisation' des données.

### Prospection électrique (P.D., G.D., J.-P. M.)

Les mesures de résistivité ont été effectuées avec le système tracté RATEAU équipé d'un dispositif d'acquisition automatique des données: résistivimètre + carte d'acquisition + PC + radar (comptage distances) (Fig. 25.5). Le dispositif tracté utilisé dans ce cas est un quadripôle (deux électrodes d'injection, deux électrodes de potentiel) d'un mètre de côté ( $a = 1$  m); sa profondeur d'investigation est d'un mètre. Les profils sont faits tous les mètres et sur chaque profil la mesure est déclenchée tous les 0,10 m. La maille conservée pour la cartographie est de 1x1 m. L'opération a nécessité cinq jours de travail pour 10 hectares prospectés.

## PRINCIPAUX RÉSULTATS

*Microtopographie*

La microtopographie a mis en évidence des dénivellations relativement importantes au sein d'un terrain qui paraissait complètement plat au premier abord (Figs. 25.6–25.7a). Les variations altimétriques sont de l'ordre d'une soixantaine de centimètres. Au centre et au nord de la parcelle, on observe un point haut qui culmine à 47 m NGF et présente un pendage régulier et assez prononcé à l'est, au sud et à l'ouest. En revanche, la moitié sud de la parcelle se caractérise par des cotes généralement inférieures à 46,50 m NGF. La ferme moderne a été visiblement aménagée sur un niveau de remblai dominant une série de petites cuvettes. La question est de savoir si l'éminence observée au nord correspond à une formation naturelle,



Fig. 25.5: Vue du système tracté RATEAU en action sur le site (cl. G.D.).

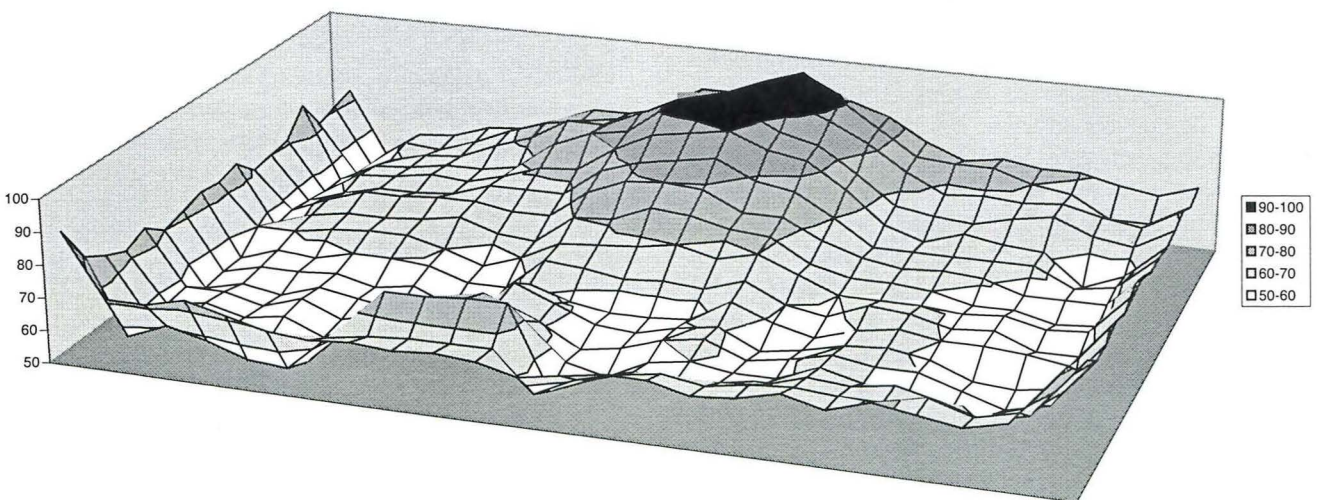


Fig. 25.6: Visualisation 3D de la microtopographie.

liée aux ondulations de la grave sous-jacente, ou bien à la présence de vestiges archéologiques enfouis et révélés en surface par une forte concentration d'artefacts.

*Echantillonnage de surface**Présentation générale*

Les 54 quadrats ont livré plus de 133 kg d'artefacts, dont plus de 118 kg de matériaux de construction – essentiellement des débris de *tegulae*. Les 15 kg restants correspondent à des tessons de céramique (vaisselle, amphore, *dolium*), des fragments de verre, de brique de chauffage, de basalte (meules, dont deux molettes), de métal (clous, outils, ornements en bronze et en plomb), à des scories et des silex. Parmi les matériaux de construction, on note la présence de mortier, de béton de tuileau, d'enduit peint de couleur rouge, de briques et de débris d'ardoise. Si l'on considère que seulement 3,4% de la superficie du site a été prospectée, on peut supposer que la masse totale d'artefacts présents en surface s'élève à 3 ou 4000 kg et on peut estimer le nombre de fragments de céramique à 30 ou 40000. Dans les secteurs où s'observent les plus fortes concentrations, on trouve jusqu'à 12 kg d'artefacts par quadrat, soit près de 0,5 kg/m<sup>2</sup> (Fig. 25.7b). Ces valeurs élevées suggèrent une très forte dégradation des structures enfouies, ce que la finesse de la couverture sédimentaire laissait clairement entrevoir. Les vestiges ont probablement été 'raclés' jusqu'aux fondations.

Malgré la faiblesse de l'échantillon prospecté, l'image obtenue est d'une qualité remarquable. La distribution des artefacts, organisée de manière concentrique autour de plusieurs noyaux, obéit à des règles quasiment mathématiques, à tel point que la composition des échantillons peut faire l'objet de prévisions très précises. La question est de savoir dans quelle mesure cette organisation reflète celle des vestiges sous-jacents. L'image visible en surface a pu être conditionnée, *a priori*, par les techniques de labour et par la microtopographie. Mais l'étude de la

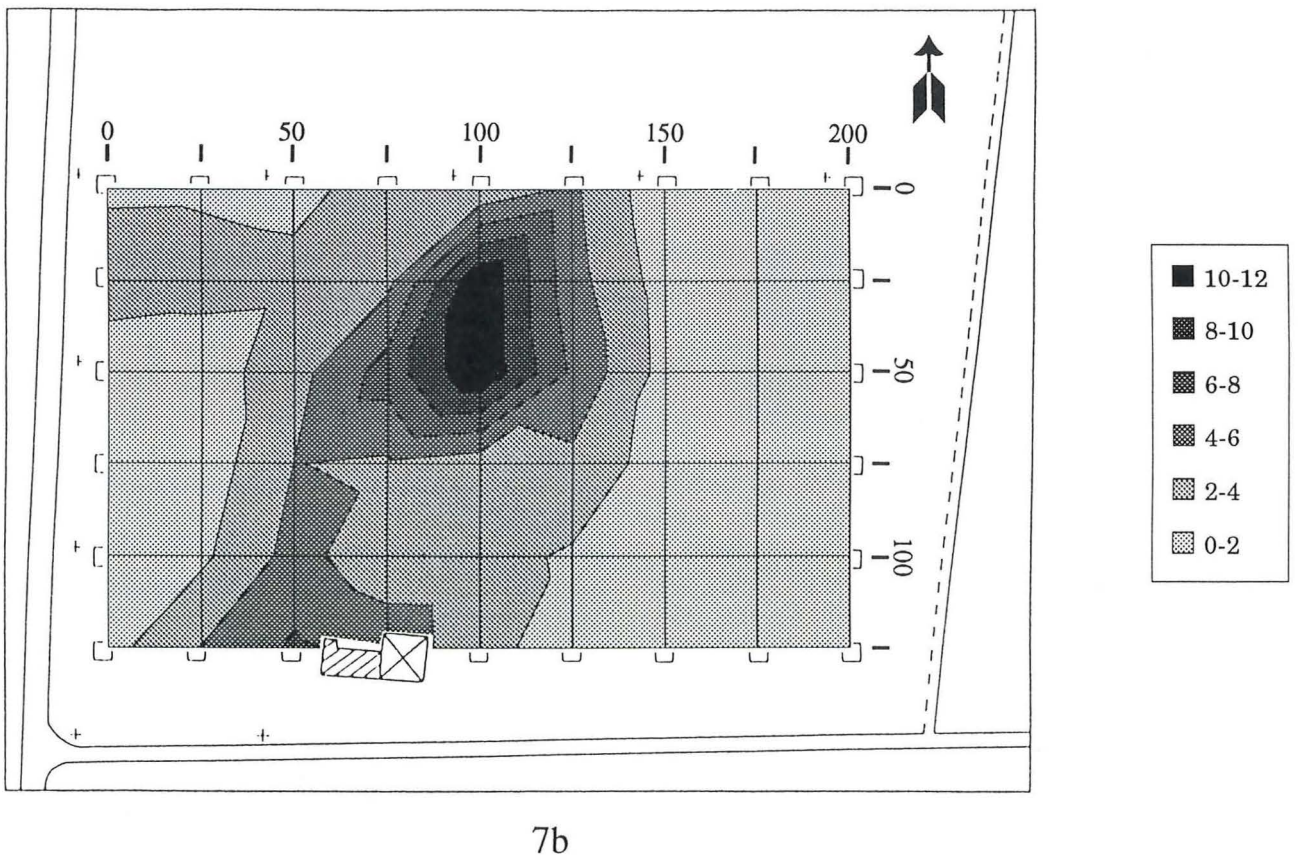
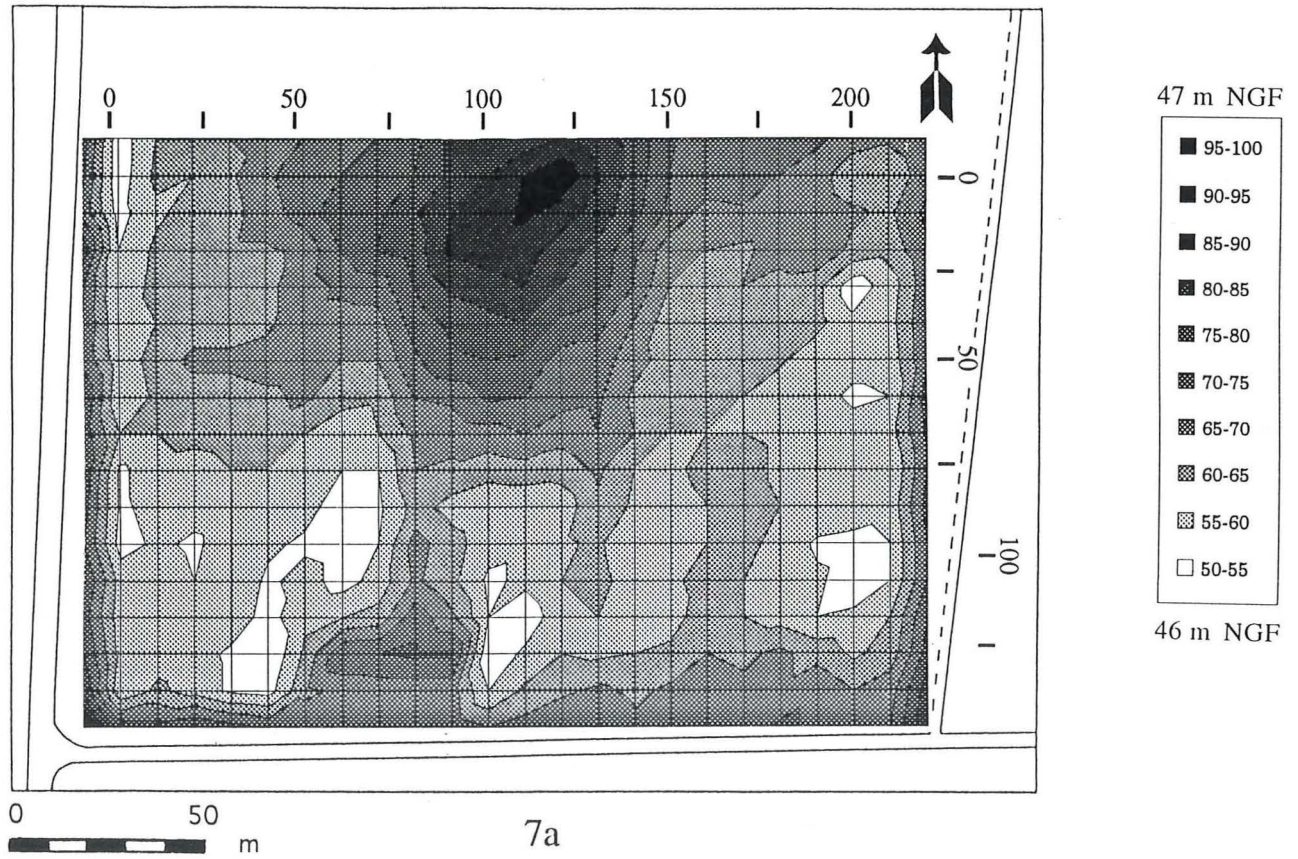


Fig. 25.7: Corrélation entre microtopographie et distribution des artefacts. 7a: Microtopographie de la parcelle étudiée; 7b: Distribution des artefacts (poids en kg).

dispersion des artefacts dans l'espace et dans le temps milite en faveur d'une forte corrélation entre image et structures enfouies.

#### *Analyse chronologique*

La chronologie du site est extrêmement longue, puisqu'elle s'étend du Cardial à nos jours, mais toutes les périodes ne sont pas représentées également (Fig. 25.8a). Sur 1491 fragments de céramique, 1,9% se rapportent à la Préhistoire récente, 11,7% à la Protohistoire, 37,6% à l'époque romaine, 26,5% au Moyen Age et 22,3% à l'époque moderne. Sur 222 bords, ces proportions sont respectivement de 0,9%, 8,1%, 32,9%, 27% et 31,1%. Rapportées à la durée de chacune de ces périodes, et compte tenu de l'intense remaniement des niveaux sous-jacents par les labours modernes, ces proportions suggèrent une occupation relativement limitée durant le Néolithique et l'Age du Fer, beaucoup plus dense à l'époque romaine, au Moyen Age et à l'époque moderne. Néanmoins, il faut bien garder à l'esprit que pour les périodes anciennes, la céramique ne reflète que très indirectement et certainement très partiellement les activités humaines. En outre, 17 quadrats ont livré des éclats de silex retouchés.

L'examen typologique du mobilier ne permet guère de préciser la chronologie des périodes antérieures à la conquête romaine, du fait en particulier de la fragmentation extrême des tessons. Le mobilier cardial se compose de fragments peignés à décor caractéristique. D'autres sites de cette période ont été repérés dans les environs. Un cordon peut-être rapporté au Néolithique final/Chalcolithique, des débris d'amphore marseillaise (dont une lèvre d'amphore Py 1) au début de l'Age du Fer, des tessons de céramique campanienne B et de céramique italique à la Tène II/III.

Le mobilier augustéen (sigillées italiques, parois fines) est rarissime. En revanche, celui des deux premiers siècles de notre ère est abondant, essentiellement représenté par les sigillées sud-gauloises et les céramiques communes calcaires (Figs. 25.8b-c). Parmi les sud-gauloises, on note une seule forme précoce (Drag.27a). Les formes Ritt.8b et Drag.24/25 sont caractéristiques du Ier siècle, les types Drag.18/31 et Drag.35 ont une diffusion beaucoup plus longue, tout comme la coupe Drag.33 qui est ici très largement majoritaire (47% des bords).

La présence de nombreuses productions régionales à pâte siliceuse micacée (urne A1A de COM-EM, urne A2/3, plat C3/4, mortier D1 de COM-OM) indique une continuité d'occupation au IIIe et peut-être au IVe siècle (Py dir., 1993; Trément, 1996). En revanche, les productions rhodaniennes à vernis argileux (Lamb.1/3, 2/37 et 3/8) sont très discrètes. La sigillée claire A (H.23), l'Africaine de cuisine (H.196) et la D.S.P. ne sont représentées que par quelques tessons. La sigillée claire C et D fait complètement défaut.

Les céramiques communes grises constituent de loin la catégorie de mobilier la mieux représentée sur le site, avec 340 fragments, dont 61 bords. Le répertoire

typologique, assez varié (formes A1, A2, A4, A5, A6, B5, D1, E), atteste une occupation aux Ve, VIe et VIIe siècles. Proportionnellement, les formes les plus tardives (VIe/VIIe siècle) sont majoritaires.

Quelques tessons à pâte grise et glaçure verdâtre interne et un fond de verre à pied trahissent une présence humaine au Bas Moyen Age. Enfin, l'époque moderne est très bien représentée par de la céramique glaçurée des XVIIe, XVIIIe et XIXe siècles.

La quantification globale par siècle du mobilier céramique antique (céramiques fines, communes et amphores) souligne la prépondérance des Ier-IIIe siècles et des Ve-VIIe siècles (Fig. 25.8d). La question reste de savoir dans quelle mesure les artefacts les plus récents sont sur-représentés.

#### *Analyse spatiale*

L'examen de la distribution spatiale des artefacts montre que l'on n'est pas en présence d'un seul grand site, mais d'une juxtaposition et d'une superposition complexe d'implantations de dimensions relativement réduites. La masse des artefacts se concentre globalement au centre de la parcelle sur une superficie de 2000 m<sup>2</sup>, mais le poids des matériaux de construction antiques y étant très largement majoritaire, il est nécessaire de raisonner sur les densités de tessons caractéristiques de chaque période.

Le mobilier de la phase cardiale se concentre au sud et surtout au sud-ouest de la parcelle, sur une superficie d'environ 1000 m<sup>2</sup> (Fig. 25.9a). Les densités relativement fortes en bordure de la zone explorée laissent supposer l'existence d'une implantation située plus au sud, sous la route.

Le matériel protohistorique, très mal daté, se concentre dans la moitié ouest de la parcelle autour de deux noyaux, sur environ 1 ha (Fig. 25.9b). Les densités sont comparables aux précédentes au sud-ouest, légèrement plus élevées au nord-ouest.

Le mobilier du Haut Empire est présent sur l'ensemble de la parcelle. La céramique sigillée sud-gauloise se concentre en deux points: à l'extrémité nord-ouest de la parcelle et aux environs de la ferme moderne, dont la construction a peut-être contribué à faire remonter du matériel (Fig. 25.9c).

Le mobilier des IIe et IIIe siècles, essentiellement représenté par les 'céramiques communes oxydantes micacées' (COM-OM) et les 'céramiques communes à engobe micacé' (COM-EM), est plus largement diffusé sur le centre de la parcelle autour d'un noyau distant d'une trentaine de mètres de la principale concentration de sigillée sud-gauloise (Fig. 25.9d).

La céramique commune grise tardive est présente en abondance sur les deux-tiers occidentaux de la parcelle, soit entre 1,5 et 2 ha (Fig. 25.9e). Les densités sont beaucoup plus élevées que celles des catégories de mobilier précédentes, de l'ordre de 3 à 4 fois supérieures. Les tessons s'organisent en halo autour d'un noyau localisé à une vingtaine de mètres à l'est du précédent (1 à 2

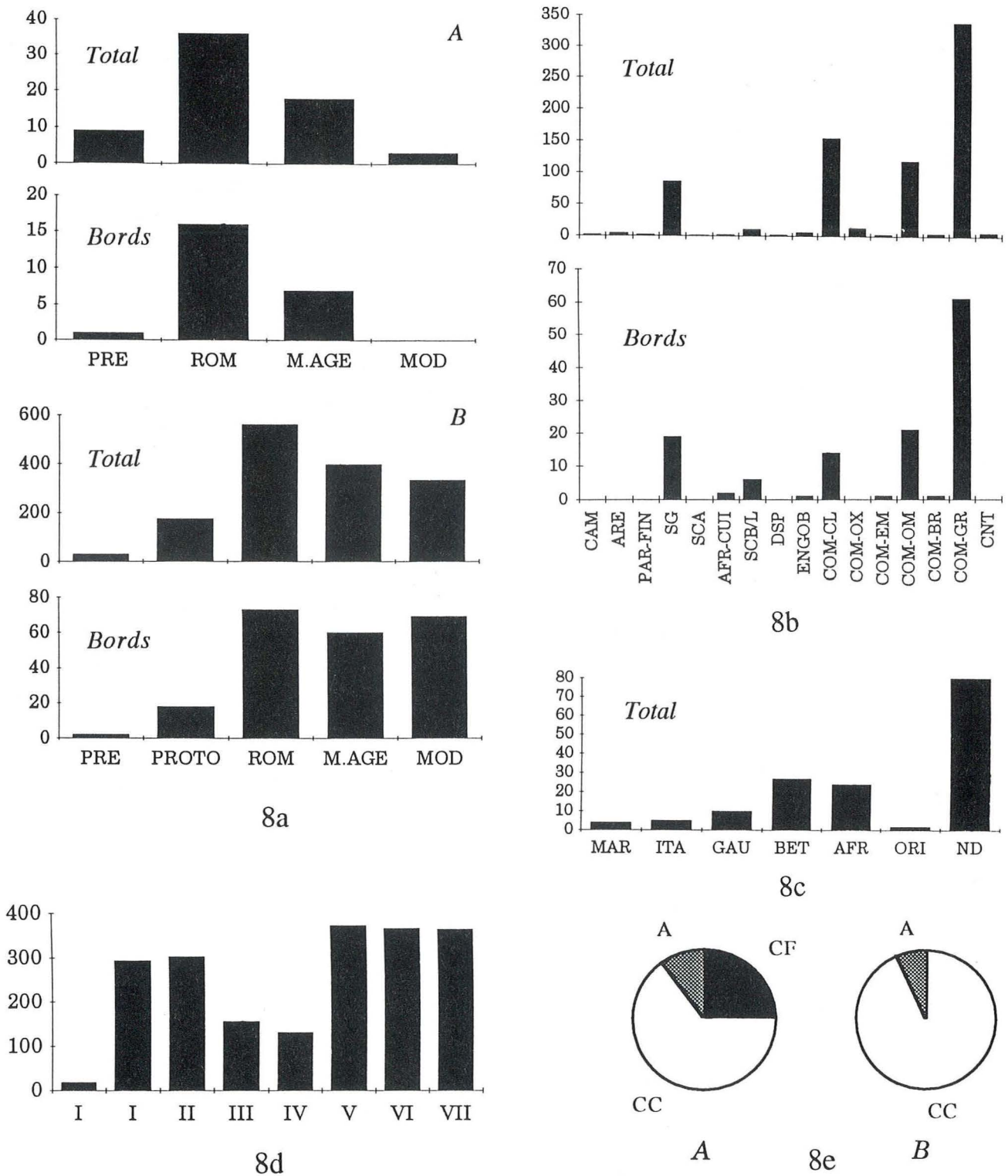


Fig. 25.8: Quantification, chronologie et structure du mobilier céramique antique. 8a: Quantification du mobilier par phases culturelles. A: Prospection non systématique (équipe AFAN) – B: Prospection systématique par quadrats; 8b: Quantification des céramiques antiques; 8c: Quantification des amphores; 8d: Profil chronologique du site par siècles (Ier s. av. J.C. – VIIe s. ap. J.C.); 8e: Composition globale du mobilier antique. A: Haut Empire – B: Antiquité tardive. CF: céramique fine – CC: céramique commune – A: amphores.

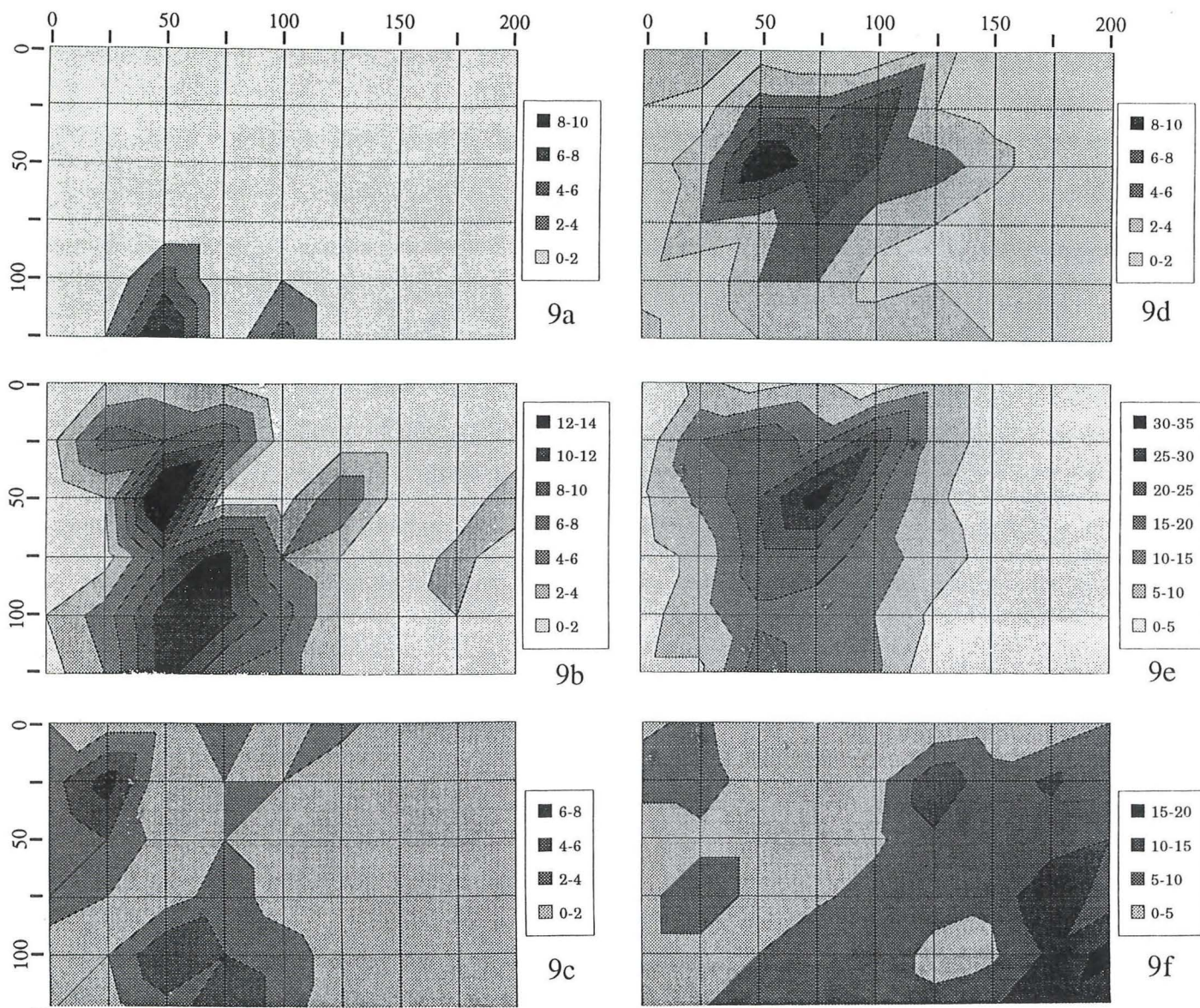


Fig. 25.9: Evolution de la distribution spatiale du mobilier céramique (nombre de fragments). 9a: Céramique cardiale; 9b: Céramique protohistorique; 9c: Sigillée sud-gauloise; 9d: Commune oxydante micacée; 9e: Commune grise; 9f: Céramique glaçurée.

tessons/m<sup>2</sup>). Les densités demeurent supérieures à 1 tesson/m<sup>2</sup> sur une surface de 3 à 4000 m<sup>2</sup>.

Contrairement aux catégories de céramiques précédentes, les productions glaçurées modernes, datées principalement des XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles, ne s'organisent pas autour d'un noyau. On constate que leur densité diminue progressivement du sud-est vers le nord-ouest selon un dégradé régulier (Fig. 25.9f). Il faut voir là vraisemblablement l'effet d'épandages de fumures que l'on peut mettre en rapport avec la présence d'une importante exploitation agricole d'époque moderne à environ 200 m au sud-est.

#### Analyse typologique de l'habitat antique

Les indices les plus nombreux se rapportent à l'habitat antique et alto-médiéval, que l'on peut respectivement

dater des I<sup>er</sup>-III<sup>e</sup> siècles et des Ve-VIII<sup>e</sup> siècles et qui peut être interprété à travers la grille d'analyse typologique utilisée dans le cadre du programme ARCHAEOMEDES (Favory et Fiches dir., 1994):

- **Superficie.** Il est difficile de déterminer la superficie de l'établissement du Haut Empire, qui a été vraisemblablement recouvert par l'occupation de la fin de l'Antiquité et du Haut Moyen Age. On peut proposer une fourchette allant de 2 à 5000 m<sup>2</sup>.
- **Matériaux de construction.** La masse des matériaux de couverture en surface peut atteindre près de 0,5 kg/m<sup>2</sup> (Fig. 25.10a). Deux types de tuiles ont été distingués en fonction de la couleur de leur pâte. Les tuiles rouges, de loin les plus abondantes, sont constituées uniquement de *tegulae* (Fig. 25.10b). Elles



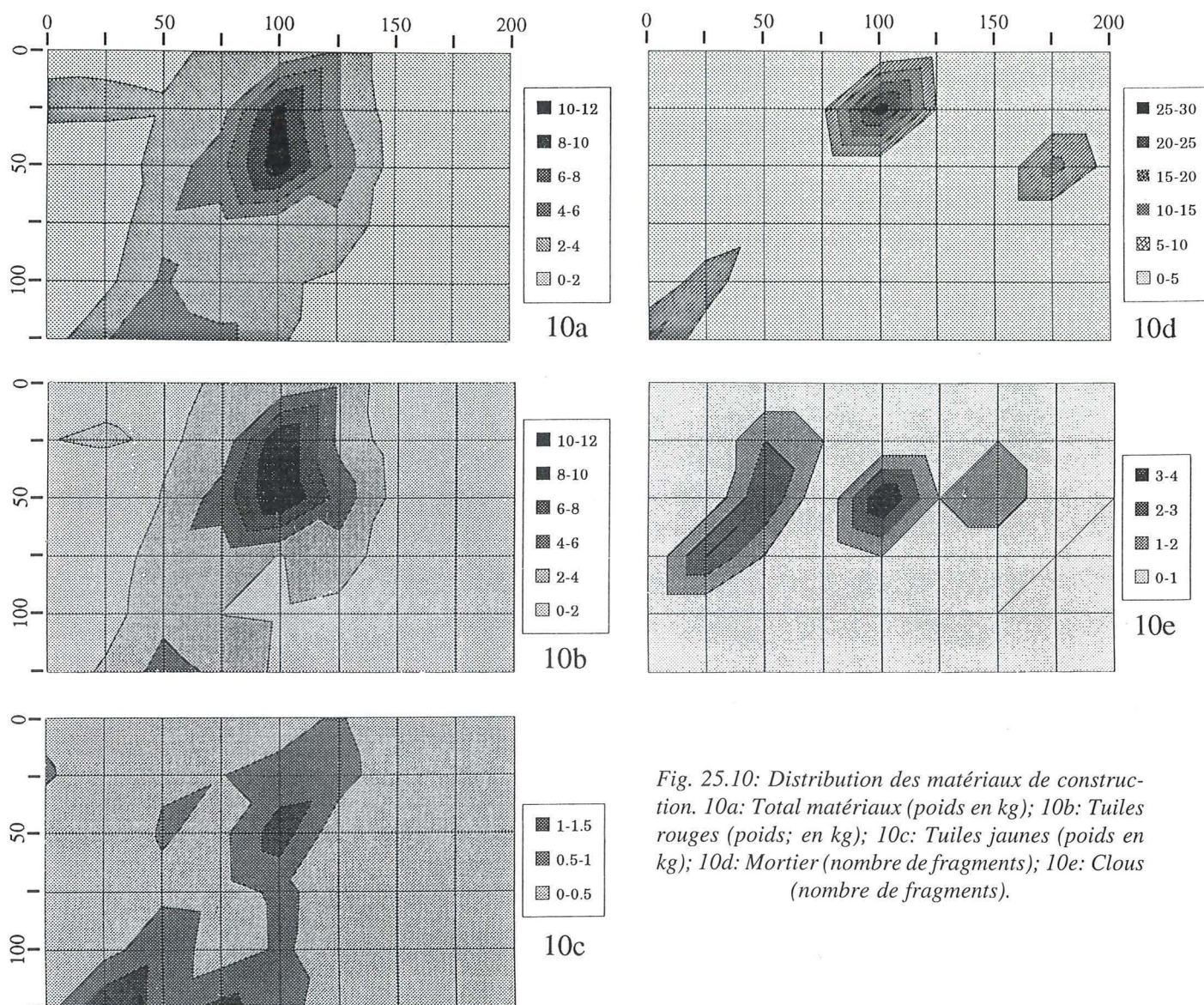


Fig. 25.10: Distribution des matériaux de construction. 10a: Total matériaux (poids en kg); 10b: Tuiles rouges (poids; en kg); 10c: Tuiles jaunes (poids en kg); 10d: Mortier (nombre de fragments); 10e: Clous (nombre de fragments).

se concentrent au milieu de la parcelle, plutôt vers le nord, sur environ 2000 m<sup>2</sup>. Elles sont indiscutablement liées à un habitat antique construit en dur. Les tuiles jaunes, beaucoup moins abondantes, se rencontrent davantage vers le sud (Fig. 25.10c). On les attribuera pour cette raison à la petite ferme moderne.

On remarquera avec intérêt le décalage très net entre les zones de concentration de *tegulae* et de vaisselle antiques. En revanche, la concentration de tuiles rouges coïncide exactement avec la légère éminence mise en évidence par le relevé microtopographique. Les tuiles rouges sont associées à du mortier, à du béton de tuileau et à des clous (de charpente?) (Figs. 25.10d-e).

- Activités. Les indices d'activités sont relativement nombreux. Activité de transformation, tout d'abord, avec quelques débris de meule en basalte au niveau de la zone de concentration de *tegulae*. Activité de stockage, ensuite, dont témoigne, exactement au même endroit, une concentration de débris de *dolium* (Fig.

25.12a). Les amphores sont plutôt rares (Figs. 25.8c, 25.8e, 25.11a-b). On note quelques fragments d'amphores marseillaises, italiques et gauloises très dispersés. Les amphores bétiques, légèrement mieux représentées, se superposent aux sigillées sud-gauloises contemporaines. Les amphores africaines et orientales se concentrent légèrement à l'est des céramiques communes grises, et leur dispersion affecte la même orientation diagonale (Fig. 25.11c). Activités artisanales, enfin, avec deux importantes concentrations de scories de forge au centre et au sud de la parcelle (Fig. 25.12b). La première est peut-être en rapport avec l'établissement antique; la seconde pourrait résulter d'un apport de remblai lié à la construction de la route ou de la petite ferme.

- Niveau de vie. On soulignera l'absence de tout signe d'apparat pouvant témoigner d'un souci de luxe de la part des occupants – mosaïque ou élément architectonique. Seuls indices d'un confort mesuré, quelques fragments d'enduit peint et de briques

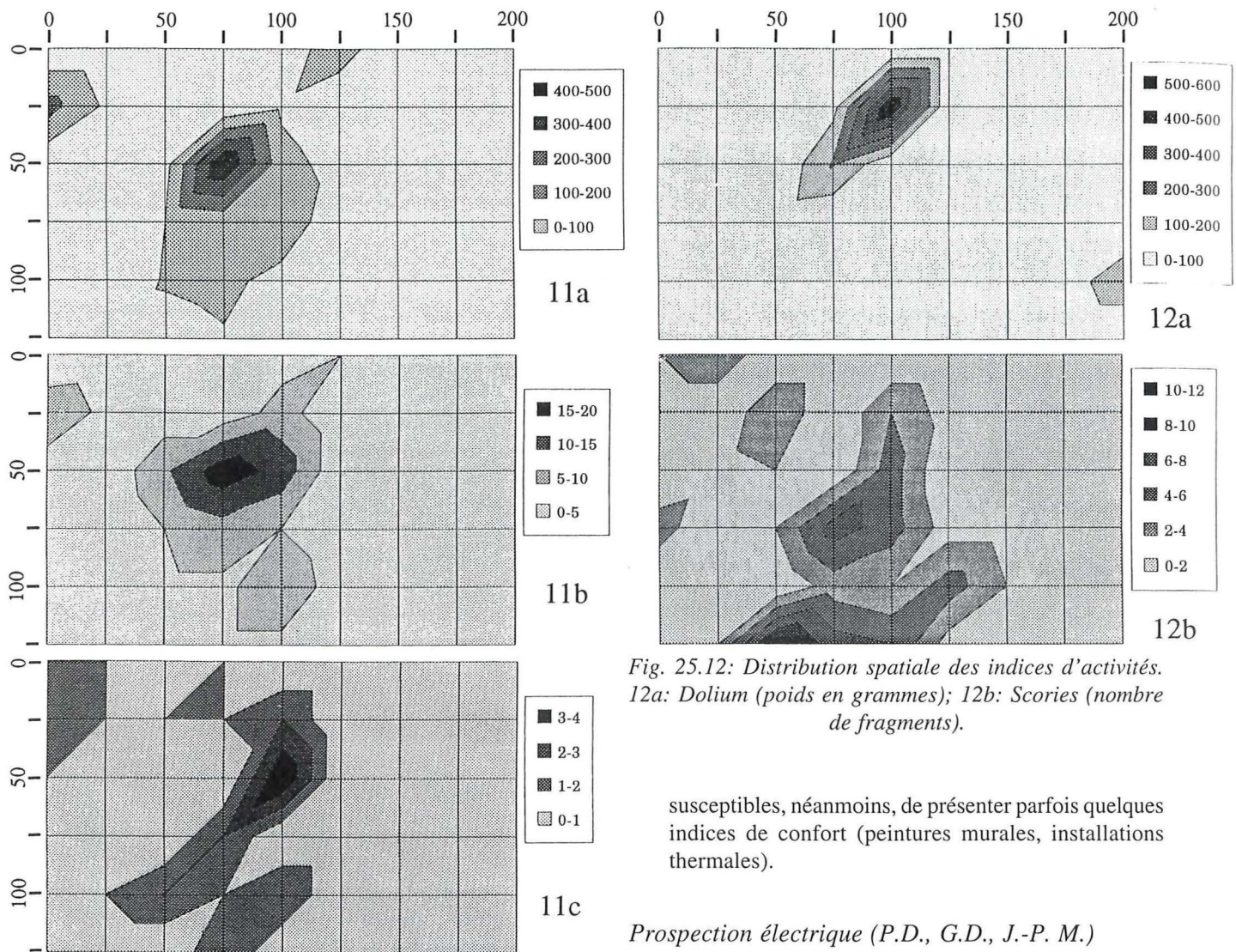


Fig. 25.11: Distribution spatiale des amphores. 11a: Total amphores (poids en grammes); 11b: Total amphores (nombre de fragments); 11c: Amphores africaines (nombre de fragments).

d'hypocaustes viennent s'ajouter à un usage apparemment courant du verre dans le mobilier et peut-être sous forme de vitres. Quelques petits objets décoratifs doivent être mentionnés, bien que mal datés: en particulier, une plaque de bronze décorée d'une fleur et tenue par un anneau, ainsi qu'un élément d'armature en plomb décoré de pointillés. La même modestie se retrouve dans la composition globale du mobilier céramique: au Haut Empire, la vaisselle commune représente 65,2% des tessons, la vaisselle fine seulement 24,7% et les amphores 10,1%. A la fin de l'Antiquité, la vaisselle commune totalise 92,5% des fragments, la vaisselle fine 0,5% et les amphores 7% (Fig. 25.8e). Ces proportions sont comparables à celles des établissements reconnus en prospection sur la rive occidentale de l'Etang de Berre (Trément, 1994; 1995; à paraître [a et b]), qui sont interprétés comme de modestes exploitations agricoles

Fig. 25.12: Distribution spatiale des indices d'activités. 12a: Dolium (poids en grammes); 12b: Scorries (nombre de fragments).

susceptibles, néanmoins, de présenter parfois quelques indices de confort (peintures murales, installations thermales).

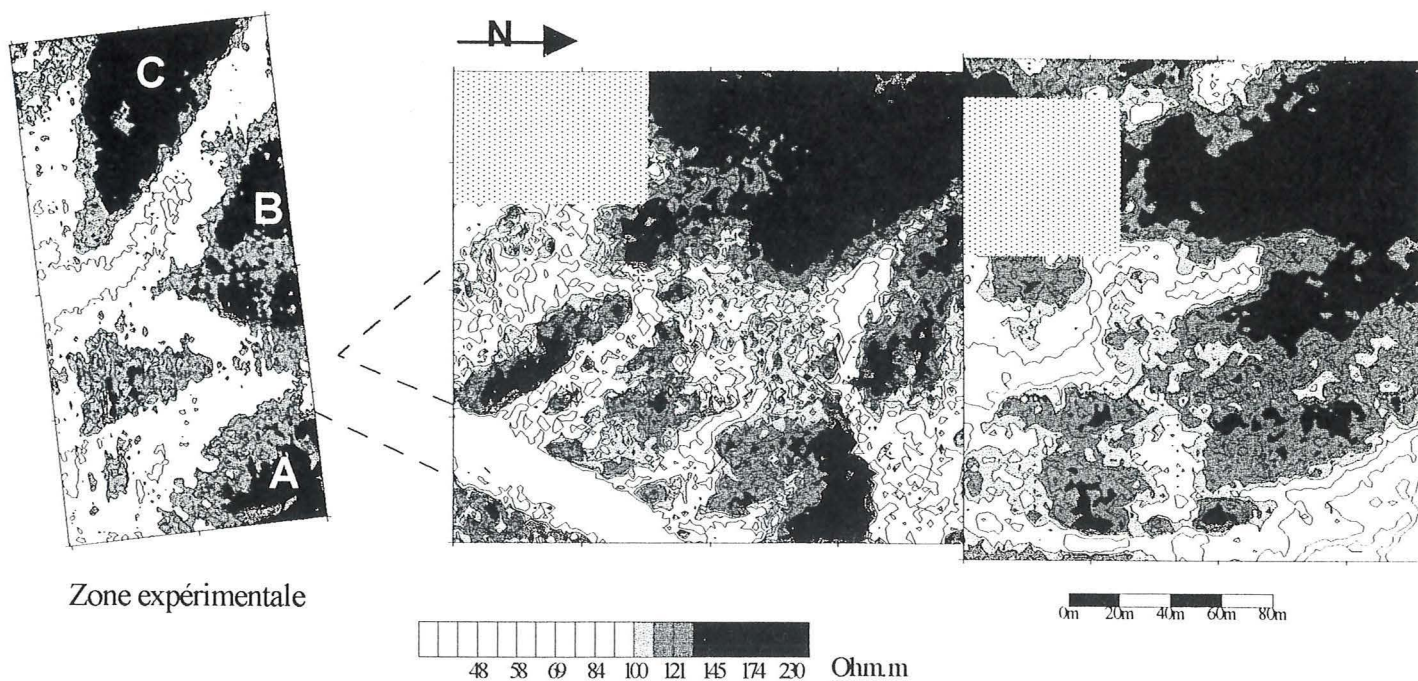
#### Prospection électrique (P.D., G.D., J.-P. M.)

La carte d'isorésistivité dans son ensemble est remarquable par son réseau complexe d'anomalies linéaires (rectilignes et curvilignes) conductrices, la variété de leurs formes, de leurs tailles et de leurs orientations, et d'autre part, du fait de la partition de l'espace qui naît de leur agencement; nous noterons que celle-ci est manifestement différente au sud et au nord (Fig. 25.13a).

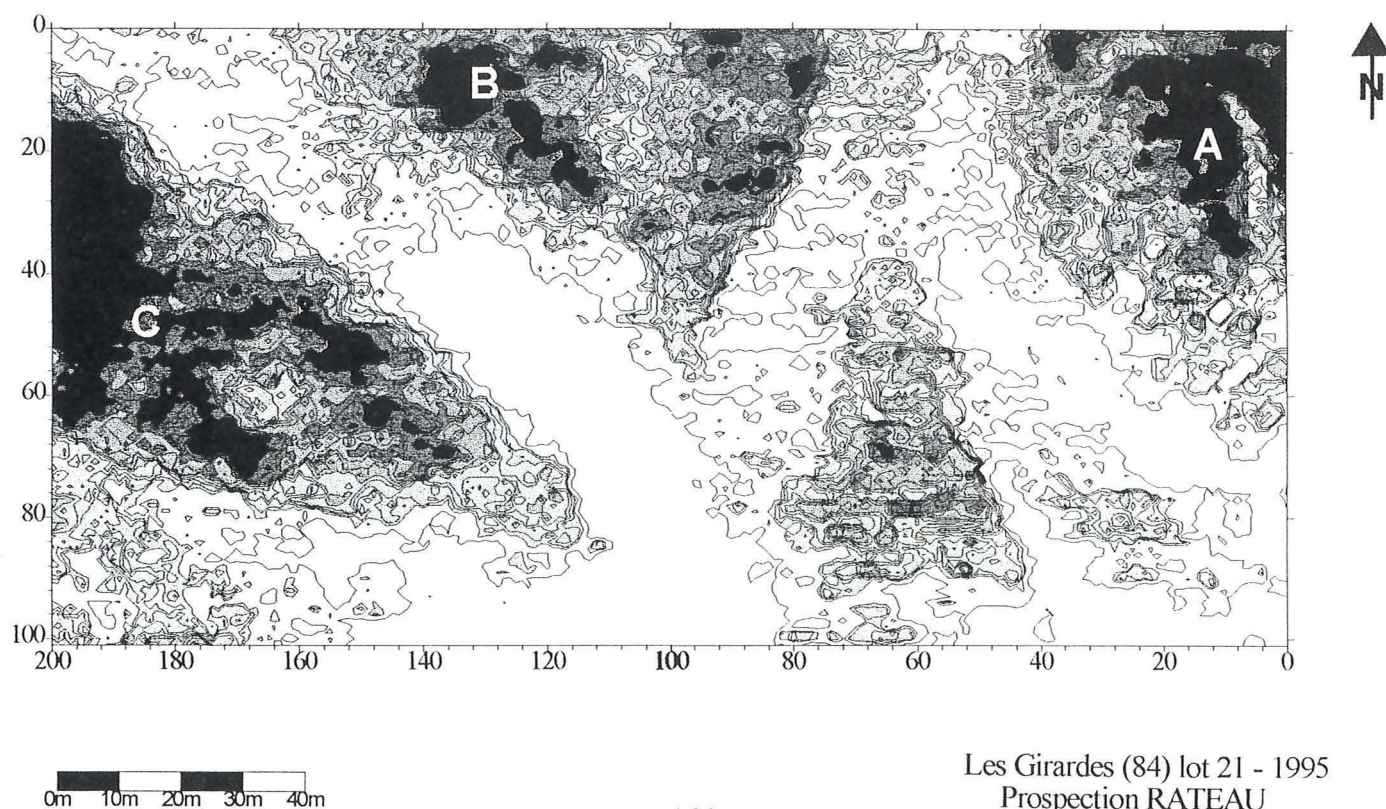
Si ces anomalies linéaires sont très certainement dans leur grande majorité d'origine naturelle, elles constituent néanmoins l'environnement immédiat des installations humaines supposées. Il y a par ailleurs de bonnes probabilités pour que certaines d'entre elles résultent, au moins partiellement, de l'action humaine. C'est le cas dans toute la moitié nord de la carte. En effet ce secteur révèle, outre l'affleurement de grandes régionales de graviers, un système d'axes E-O, sous forme d'anomalies fines ou de simples limites, témoignant, de toute évidence, de traces parcellaires.

Etant donné l'étendue de la surface prospectée et l'échelle des documents présentés, l'information de détail (éventuelles structures archéologiques: murs, etc.) ne peut être analysée ici.

La carte faite sur la parcelle expérimentale (4 hectares) montre la jonction de trois larges anomalies conductrices



13a



13b

Les Girardes (84) lot 21 - 1995  
 Prospection RATEAU  
 Résistivité apparente

Fig. 25.13: Prospection électrique (G.D., P.D., J.-P.M.). 13a: Prospection électrique du secteur des Girardes. Clefs de lecture: en gris foncé et noir, les plus fortes valeurs de résistivité; en gris clair et blanc, les terrains conducteurs. L'échelle de gris permet d'apprécier l'amplitude de la variation de cette résistivité: 50 Ohm.m à 150 Ohm.m environ, ce qui témoigne d'un sous-sol physiquement très diversifié: les grandes régionales de forte résistivité (noir) au nord décrivent très certainement les affleurements du gravier; les anomalies conductrices (blanc), très souvent linéaires, doivent correspondre à des structures en creux, géologiques et/ou archéologiques, remplies de limons. 13b: Détail de la parcelle étudiée.

linéaires (largeur maxi: 25 m), dont on retrouve le prolongement dans la parcelle prospectée plus au nord; une quatrième anomalie, moins bien marquée, se lit dans l'angle SO de la carte (Fig. 25.13b). Il est probable que nous sommes là en présence d'importantes structures en creux (remplissage: limons; encaissant: gravier) de la même famille que celles reconnues en fouille au NE, ou repérées par photo-interprétation.

Ces structures délimitent quatre zones de plus forte résistivité (variations du toit de la grave) qui ont été désignées, pour les sondages mécaniques, comme cibles prioritaires; parmi celles-ci, trois présentent des anomalies remarquables par leur forme, à savoir:

- Zone A: une anomalie conductrice (structure en creux), linéaire, étroite et incurvée; sa taille est compatible avec celle d'une structure anthropique.
- Zone B: un massif de plus forte résistivité marqué par une certaine orthogonalité; ce secteur correspond à l'anomalie observée lors du relevé microtopographique et aux concentrations de matériaux de construction. L'intérêt qu'il présente résulte essentiellement de cette accumulation d'indices; en effet, l'anomalie elle-même ne présente pas suffisamment d'évidence pour que nous puissions de façon certaine conclure à l'existence de structures bâties; dans l'hypothèse où cet endroit recèlerait les vestiges d'un établissement antique, ceux-ci ne peuvent donc être que très superficiels et arasés.
- Zone C: une grande anomalie résistante annulaire (couronne de fortes valeurs) centrée sur une poche de terrains conducteurs (aménagement du milieu naturel?); elle est adossée à une masse de plus forte résistivité qui s'étend au delà des limites de la carte (affleurement de la grave?).
- Une quatrième zone (triangle de résistivité moyenne), située au S-SE, peu lisible à cette échelle (et affectée par l'effet de profil), n'est peut-être pas sans intérêt.

Si l'on s'en tient à une description physique (quantitative), chacune de ces zones doit être considérée comme signalant une plus forte concentration de matériaux résistants (graviers essentiellement, mais les épandages de matériaux de construction peuvent également prendre leur part dans cet accroissement de la résistivité) et/ou un point haut de l'ondulation de la surface de la grave. En conséquence, même dans le cadre de cette lecture minimum, ces nappes de résistivité demeurent archéologiquement sensibles dans la mesure où, vu le contexte très défavorable offert par ces terrains inondables, elles ont pu constituer des lieux plus propices à l'occupation humaine.

#### *Dosages de phosphates<sup>4</sup> (J.T.)*

La grille d'échantillonnage utilisée aux Girardes se compose de deux éléments: – une série de longs transects au fil desquels les échantillons ont été prélevés tous les 5 m; – une grille centrale de 100x100 m, avec une maille d'échantillonnage de 10 m (Fig. 25.4b). Bien que l'analyse

des échantillons soit achevée, le rapport définitif est encore en cours de rédaction. Comme on peut le voir sur les Figs. 25.14 et 25.15, les résultats sont très encourageants, la carte des courbes de niveaux de phosphate montrant une élévation significative des taux sur toute la superficie de l'habitat identifié. Les transects nord-sud ne semblent pas affectés par la présence de la petite ferme moderne à l'extrémité méridionale de la parcelle, si ce n'est peut-être dans leurs quinze derniers mètres, où une légère augmentation des taux de phosphate pourrait être attribuée à cet établissement. En résumé, les résultats obtenus sont entièrement satisfaisants; l'objectif est maintenant d'analyser leur distribution et leur signification en utilisant l'analyse de la variation globale des valeurs (*trend surface analysis*).

#### CONCLUSION

L'expérience conduite sur le site des Girardes s'est donc révélée totalement positive, dans la mesure où les informations recueillies de manière très serrée sur le terrain au moyen de techniques variées se recoupent et se complètent sans se contredire. L'anomalie mise en évidence par la microtopographie correspond à la fois à une forte concentration de matériaux de construction (*tegulae*, mortier, béton de tuileau, clous) et de mobilier (vaisselle, amphore, *dolium*) antiques et alto-médiévaux, à une zone de résistivité élevée et à une élévation très nette du taux de phosphate dans le sol (Fig. 25.16a). Cette convergence d'indices laisse peu de doute sur la présence de structures enfouies. Il est possible d'aller plus loin dans l'interprétation, en particulier grâce à l'apport des ramassages de surface et de la géochimie. La prospection électrique, en revanche, nous renseigne davantage sur les conditions géologiques et topographiques locales, du fait d'une résolution insuffisante et d'une profondeur d'investigation trop importante pour mettre en évidence des structures d'habitat. En particulier, il est clair que l'implantation alto-médiévale s'est opérée sur un point haut de la grave, dans un secteur peut-être plus abrité de l'humidité (Fig. 25.16b). A l'inverse, les indices d'occupation préhistoriques, protohistoriques et du Haut Empire se concentrent dans les points bas. Le problème est de savoir s'ils correspondent à des implantations *in situ* ou bien à des concentrations secondaires d'artefacts, sous l'effet des agents climatiques et anthropiques. La distribution des phosphates indique une activité humaine majeure dans la partie la plus haute du terrain. Trahit-elle la présence de la seule occupation alto-médiévale dans ce secteur? Ou bien les occupations antérieures ont-elles fait l'objet d'un lessivage et d'un déplacement consécutif des artefacts vers les points les plus bas? Cette dernière hypothèse paraît la plus recevable, car la cartographie des indices d'activités et des matériaux de construction les plus lourds indique clairement la présence d'un établissement antique construit en dur dans la partie haute

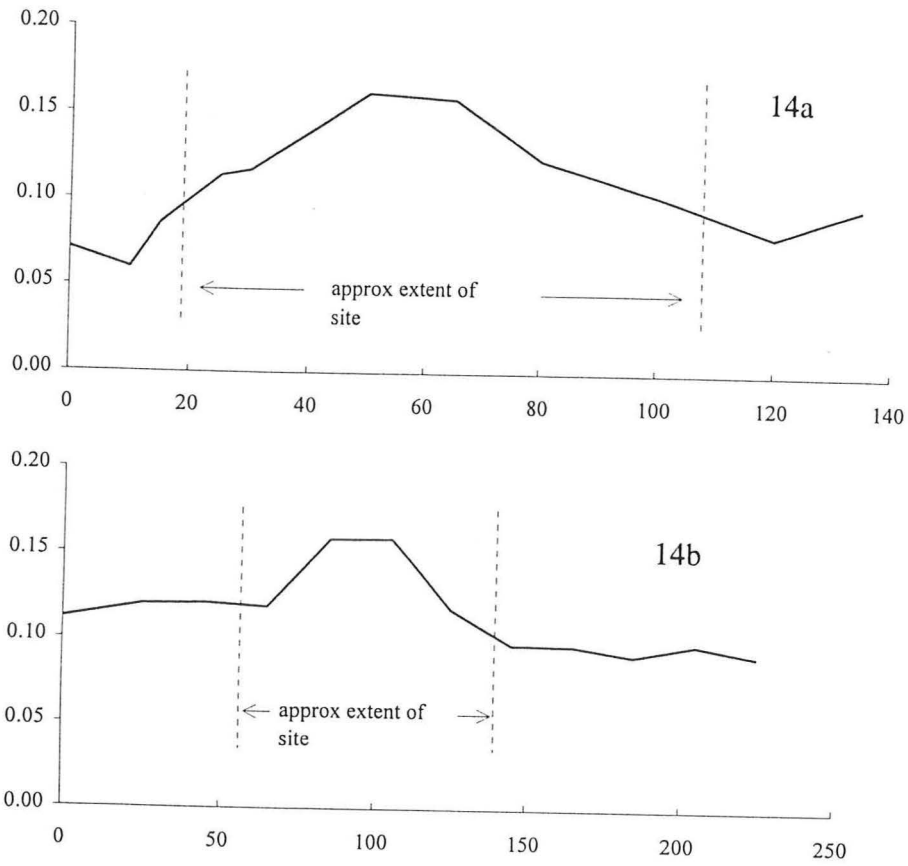


Fig. 25.14: Transects géochimiques. Taux de phosphate (P.C., J.T.). 14a: Transect Nord-Sud (P5); 14b: Transect Ouest-Est (P2)

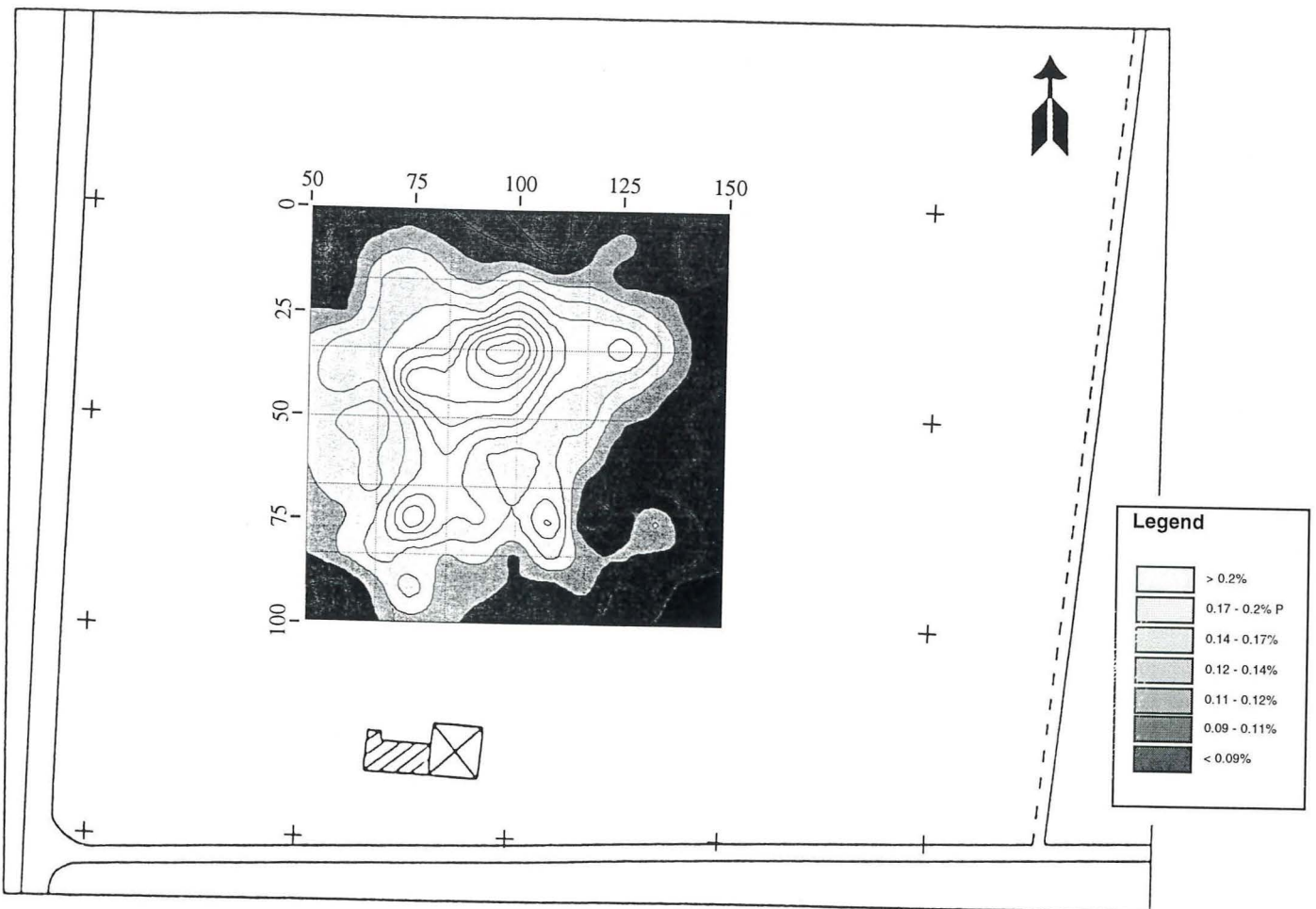


Fig. 25.15: Distribution des phosphates sur la zone d'habitat (P.C., J.T.)

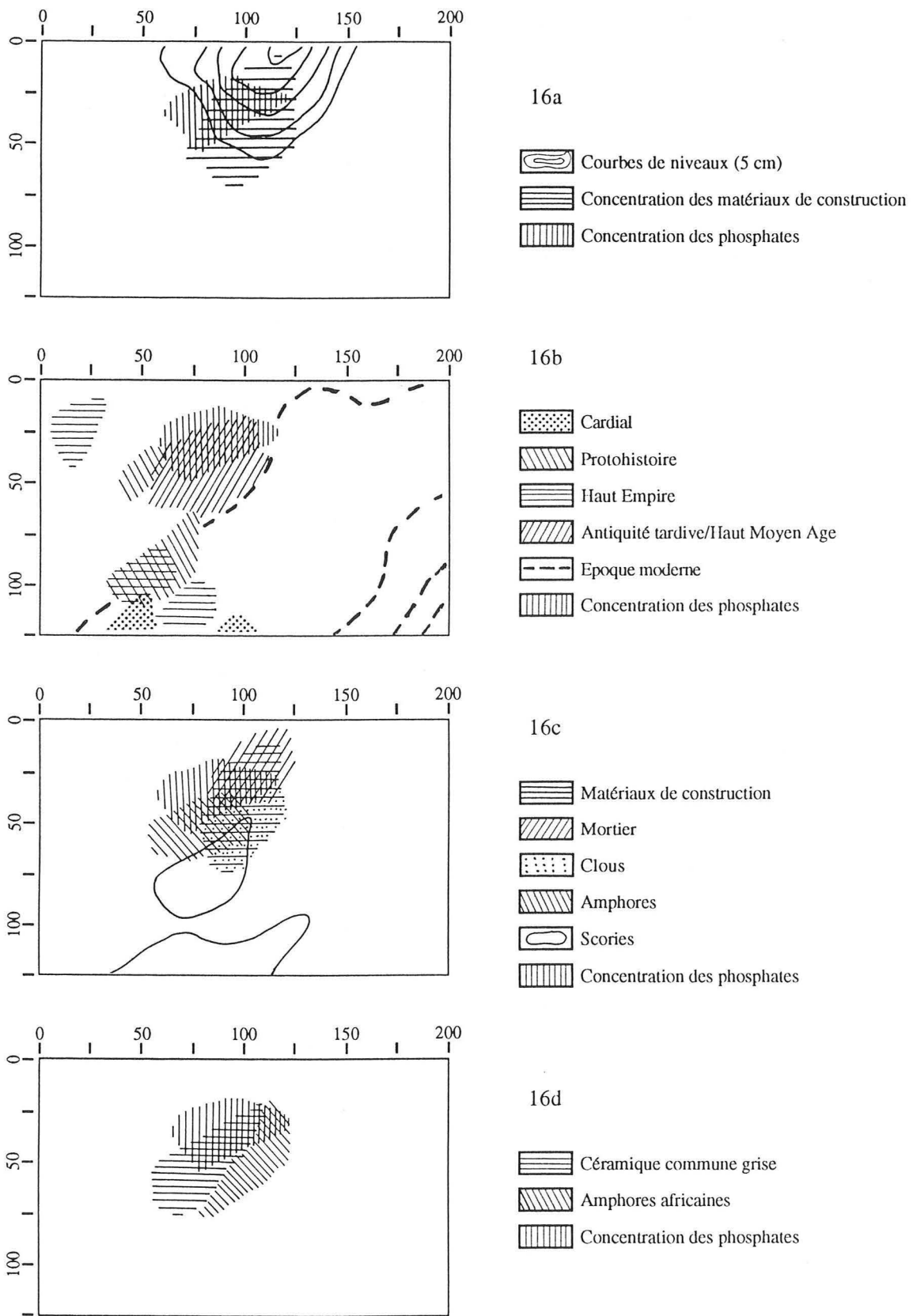


Fig. 25.16: Synthèse des données archéologiques, topographiques et géochimiques. 16a: Corrélation entre topographie, artefacts et géochimie. 16b: Synthèse chronologique des occupations. 16c: Synthèse fonctionnelle de l'habitat antique. 16d: Interprétation fonctionnelle de l'habitat alto-médiéval.

de la parcelle. La superposition des informations donne l'image d'un établissement aux activités diversifiées, juxtaposant fonction domestique, stockage et petit artisanat au sein d'espaces bien distincts (Fig. 25.16c). Cette situation est particulièrement évidente aux Ve–VIIe siècles (Fig. 25.16d): on observe pour cette période une juxtaposition très nette des aires de distribution du mobilier usuel (céramique commune grise) et des indices de stockage (amphores africaines). Or la première se confond partiellement avec la zone de concentration maximale des phosphates, indiquant une intense activité domestique.

Néanmoins, dans la perspective d'une fouille, un certain nombre de nuances doivent être apportées. Tout d'abord, les carottages montrent clairement que la partie la plus haute de la parcelle, où se concentrent les matériaux de construction antiques, a été remaniée jusqu'au substrat. Les éventuels vestiges auront donc vraisemblablement été fortement 'raclés' par les labours modernes, ce que confirme la prospection géophysique. Ensuite, l'organisation du site est complexe, et il reste à expliquer la distribution spatiale des différentes catégories d'artefacts à travers le temps. Il semble, en particulier, que l'occupation médiévale ait recouvert celle du Haut Empire, expliquant probablement la sous-représentation de ce dernier. Pour les époques plus anciennes, les indices sont beaucoup plus ténus, mais la zone paraît bien avoir été occupée dès le Néolithique ancien. D'un point de vue démographique, l'apport le plus remarquable de cette expérience est de montrer comment ce qui avait été interprété comme un 'gros site' dans un premier temps s'est révélé être en réalité une juxtaposition d'occupations finalement moins importantes que prévu. Il est difficile, dans ces conditions, d'évoquer une véritable continuité d'occupation sur la longue durée. La continuité joue en revanche entre le Haut Empire et la fin de l'Antiquité. Du point de vue typologique, l'utilisation des descripteurs du programme ARCHAEOMEDES conduit également à nuancer l'image d'une grande *villa* implantée à proximité de l'intersection d'un *kardo* et d'un *decumanus* de la centuriation d'Orange B. On est là vraisemblablement en présence d'un établissement agricole relativement modeste mais étendu – grande ferme ou hameau –, qui se met en place à l'époque augustéenne et se développe dans le courant du Ier siècle. L'occupation perdure jusqu'à une date avancée du Haut Moyen Age, avec une incertitude au IVe siècle, selon un schéma désormais bien connu dans la basse vallée du Rhône.

## NOTES

- 1 Que Jean-Olivier Guilhot trouve ici l'expression de notre gratitude pour le soutien qu'il nous a prodigué, ainsi que Valérie Bel, responsable du secteur Orange-Valence (AFAN). Nos remerciements vont également à l'équipe de prospection de Guy Alfonso, René Chemin et Maryannick Taras (AFAN), ainsi qu'à Olivier Pinnel et Nathalie Vaury pour leur aide sur le terrain. L'opération a été financée par l'AFAN et par POPULUS.
- 2 Tranchées de reconnaissance réalisées sur l'ensemble du lot 21 par G. Alfonso, R. Chemin et M. Taras (AFAN).
- 3 Informations aimablement communiquées par G. Chouquer et A. Fernandez lors de la réunion de travail du 29 mai 1995 à Orange.
- 4 Texte traduit de l'anglais par F.T.

## BIBLIOGRAPHIE

- Favory, F. et Fiches, J.-L. (dir.) (1994) *Les campagnes de la France méditerranéenne dans l'Antiquité et le haut Moyen Age. Etudes microrégionales*. Documents d'Archéologie Française 42.
- Meffre, J.-C. (1994) Espace rural autour de Vaison-la-Romaine (Vaucluse): habitats et morphologie agraire à l'époque gallo-romaine. In Favory *et al.*, 1994: 117–33.
- Py, M. (dir.) (1993) *Dicocer. Dictionnaire des céramiques antiques (VIIe s. av. n.è.–VIIe s. de n.è.) en Méditerranée nord-occidentale (Provence, Languedoc, Ampurdan)*. Lattara 6.
- Trément, F. (1993) Le secteur des étangs de Saint-Blaise: Essai d'approche quantitative de l'histoire de l'occupation du sol. In P. Leveau et M. Provansal (dir.) *Archéologie et environnement: De la Sainte-Victoire aux Alpilles*. Université de Provence, Aix-en-Provence: 165–82.
- Trément, F. (1994) *Histoire de l'occupation du sol et évolution des paysages dans le Secteur des Etangs de Saint-Blaise (Bouches-du-Rhône). Essai d'Archéologie du paysage*. Thèse de Doctorat Nouveau Régime, dactyl., sous la direction de Ph. Leveau. Université de Provence, Aix-en-Provence, 3 vol., 1036 p., 234 fig., 15 pl., annexes, 167 fiches.
- Trément, F. (1995) Les Soires. Saint-Mitre-les-Remparts (Bouches-du-Rhône). *Formes de l'habitat rural en Gaule Narbonnaise* 3.
- Trément, F. (1997) (Avec la collaboration de P. Columeau) Un établissement agricole gallo-romain: Le site des Soires à Saint-Mitre-les-Remparts (Bouches-du-Rhône). *Revue Archéologique de Narbonnaise* 30: 33–61.
- Trement, F. 1999. *Archéologie d'un paysage: les étangs de Saint-Blaise (Bouches-du-Rhône)*. Paris, MSH, Documents d'Archéologie Française, 74.



# THE ARCHAEOLOGY OF MEDITERRANEAN LANDSCAPES

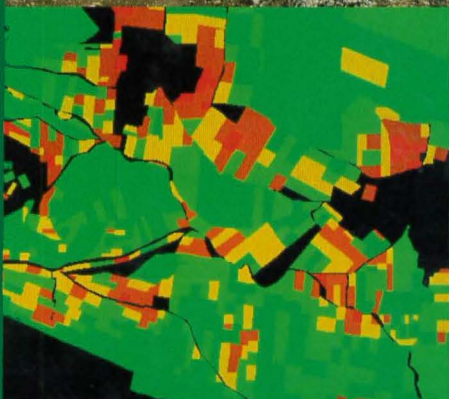
Series editors: Graeme Barker and David Mattingly



## 1. Reconstructing Past Population Trends in Mediterranean Europe

*Edited by John Bintliff and Kostas Sbonias*

Population trends and demographics in general are discussed through a variety of case studies based in Mediterranean Europe. The range of archaeological techniques and methods of analysis includes regional field surveys, artefact scatter analysis, palaeoanthropology, historical and documentary sources, and studies of cemeteries.



## 2. Environmental Reconstruction in Mediterranean Landscape Archaeology

*Edited by Phillipe Leveau, Frédéric Trément, Kevin Walsh and Graeme Barker*

These essays present wide-ranging approaches to environmental reconstruction across Mediterranean Europe with case studies from southern and central France, central Italy, Spain, Greece, Slovenia and Turkey.



## 3. Geographical Information Systems and Landscape Archaeology

*Edited by Mark Gillings, David Mattingly and Jan van Dalen*

Twelve papers explore the application of GIS in archaeological contexts around the Mediterranean. There are reports on individual case studies and discussion of theoretical topics and the development of new techniques and approaches to the use of GIS in archaeology.



## 4. Non-Destructive Techniques Applied to Landscape Archaeology

*Edited by Marinella Pasquinucci and Frédéric Trément*

The contributors to this book outline non-destructive methods such as remote sensing, aerial photography and reconnaissance, magnetic and radar techniques, seismic and acoustic methods, soil phosphate surveys and geochemical analysis with examples taken from particular case studies.

## 5. Extracting Meaning from Ploughsoil Assemblages

*Edited by Riccardo Francovich and Helen Patterson*

Artefact scatters recovered from the ploughsoil can reveal much about buried remains and the presence of multi-period occupation. The papers in this volume deal with the methodologies and techniques used in surface survey, dilemmas and variations in recording and collection strategies, and depositional and post-depositional problems. Case studies are cited from the prehistoric to medieval period.

OXBOW BOOKS 

