



HAL
open science

Impact de la géomatique dans les organisations de l'archéologie

Laurent Costa

► **To cite this version:**

Laurent Costa. Impact de la géomatique dans les organisations de l'archéologie. Histoire. Université de Nanterre - Paris X, 2010. Français. NNT: . tel-00448490

HAL Id: tel-00448490

<https://theses.hal.science/tel-00448490>

Submitted on 19 Jan 2010

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.

Thèse

pour obtenir le grade de
Docteur de l'université

Discipline : Archéologie

Présentée et soutenue publiquement
le :

Par

Laurent COSTA

IMPACT DES APPROCHES GEOMATIQUES DANS LES ORGANISATIONS DE L'ARCHEOLOGIE

Volume 3 - Acteurs et productions

Chapitre 6 : Expérimentations

Chapitre 7 - Conclusions, perspectives

Bibliographie,

Liste des figures

sous la direction de

Mme Anne-Marie GUIMIER-SORBETS

Professeur - Université de Paris Ouest Nanterre La Défense

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

INTRODUCTION.....p. 1

VOLUME 1, SIG, NATURE ET ENJEUX

CHAPITRE 1- LA GÉOMATIQUE ET LES ORGANISATIONS DE L'ARCHÉOLOGIEp. 11

1.1 – VERS UNE APPROCHE DES SIG EN ARCHÉOLOGIEp. 13

1.2 – LA GÉOMATIQUE : DES OUTILS AUX CONSTRUCTIONS SOCIALESp. 19

1.3 – L'APPROPRIATION DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE EN FRANCE
PAR LES ARCHÉOLOGUESp. 26

CHAPITRE 2 –LES SIG EN ARCHÉOLOGIE, TENTATIVE DE DÉFINITION.....p. 37

2.1 – A QUOI SERT UN SIG EN ARCHÉOLOGIE ?.....p. 38

2.2 – DE QUOI SE COMPOSE UN SIG EN ARCHÉOLOGIE ?.....p. 55

2.3 – COMMENT MET-ON EN ŒUVRE UN SIG EN ARCHÉOLOGIE ?p. 68

2.4 – AU FINAL SI UN SIG EN ARCHÉOLOGIE EST UN OUTIL, C'EST AVANT TOUT UN
PROJET.....p. 76

CHAPITRE 3 – L'ANALYSE DES SIG CHEZ LES SOCIOLOGUES ET LES GÉOMATICIENS.....p. 79

3.1 – L'APPROCHE SOCIALE DES SIGp. 81

3.2 – CONCEPTS RELATIFS AUX ORGANISATIONSp. 86

3.3 – LE RÔLE DES SIG DANS LES ORGANISATIONSp. 89

CHAPITRE 4 – LA MISE EN PLACE D'UN OBSERVATOIRE DES PRATIQUES GÉOMATIQUES DANS LES
ORGANISATIONS DE L'ARCHÉOLOGIEp. 93

4.1 – MISE EN PLACE D'UN OBSERVATOIRE.....p. 93

4.2 – DE L'ANALYSE DES PRATIQUES À L'EXPÉRIMENTATION.....p. 112

VOLUME 2, ACTEURS ET PRODUCTIONS, OBSERVATOIRE DES PROJETS

CHAPITRE 5 – PREMIÈRE ESQUISSE D'UN PAYSAGE GÉOMATIQUE DES ORGANISATIONS DE L'ARCHÉOLOGIE.....	p. 143
5.1 – LES SERVICES ARCHÉOLOGIQUES DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES	p. 145
5.2 - L'INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES ARCHÉOLOGIQUES PRÉVENTIVES.....	p. 187
5.3 – LE MINISTÈRE DE LA CULTURE.....	p. 211
5.4 – LA RECHERCHE ET L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : LES UMR, LES UNIVERSITÉS, LES GRANDES ÉCOLES ET LES INSTITUTS FRANÇAIS	p. 231
5.5 – LE DÉVELOPPEMENT DES SIG DANS LES ORGANISATIONS DE L'ARCHÉOLOGIE : UN PANORAMA.....	p. 473

VOLUME 3, ACTEURS ET PRODUCTIONS, EXPÉRIMENTATIONS

CHAPITRE 6 – APPROCHES EXPÉRIMENTALES.....	p. 501
6.1 – INTRODUCTION AUX APPROCHES EXPÉRIMENTALES	p. 501
6.2 – LE SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE DU SERVICE DÉPARTEMENTAL D'ARCHÉOLOGIE DU VAL-D'OISE (SIGVO, FRANCE)	p. 503
6.3 – ARGOS (GRÈCE).....	p. 591
6.4 – ETIOLLES (FRANCE)	p. 603
6.5 – UMM HADDAR (JORDANIE)	p. 627
6.6 – VILLAJOSYA (ESPAGNE)	p. 630
6.7 – ITANOS (GRÈCE)	p. 657
6.8 – DÉLOS (GRÈCE)	p. 673
6.9 – ELCHE (ESPAGNE)	p. 689
6.10 – ALPAGE (FRANCE).....	p. 707
6.11 – RECIF (FRANCE).....	p. 723
6.12 – RETOUR SUR EXPÉRIENCES.....	p. 737
CHAPITRE 7 – CONCLUSIONS PERSPECTIVES : IMPACTS ET ENJEUX DES SYSTÈMES D'INFORMATIONS GÉOGRAPHIQUES SUR LES ORGANISATIONS DE L'ARCHÉOLOGIE	p. 745
7.1 - RETOUR SUR UNE DÉMARCHE	p. 747
7.2 - VERS DES ÉVOLUTIONS STRUCTURELLES	p. 750
7.3 - D'UNE DÉMARCHE D'OBSERVATION À UNE DÉMARCHE DE PRESCRIPTION ?.....	p. 751
BIBLIOGRAPHIE.....	p. 759
Liste des figures.....	p. 797

VOLUME 4, ANNEXES

ANNEXES.....	p. 835
ANNEXE 1 : LES BASES DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES EN FRANCE	p. 835
ANNEXE 2 : SIGVO (FRANCE)	p. 839
ANNEXE 3 : UMM HADDAR (JORDANIE)	p. 937
ANNEXE 4 : ITANOS (GRÈCE).....	p. 1025
ANNEXE 5 : ELCHE (ESPAGNE)	p. 1047
ANNEXE 6 : ALPAGE (FRANCE).....	p. 1093
ANNEXE 7 : RECIF (FRANCE).....	p. 1145

6.1 - INTRODUCTION AUX APPROCHES EXPÉRIMENTALES

Nous présentons dans ce volume dix projets mettant en oeuvre des outils géomatiques appliqués à l'archéologie. Ils sont de natures, traitant d'objets, mobilisant des équipes et des outils différents.

Nous avons souhaité présenter chaque projet comme une entité en soi, avec sa logique propre. L'ensemble compose donc une série qui, de premier abord, peut sembler très hétérogène.

La raison de ce choix est due au parti-pris que nous avons adopté : il s'agissait pour nous de traduire l'état d'une pratique.

Les dix projets présentés ici ont été choisis d'abord parce qu'ils sont le reflet d'expériences variées issus de contextes chaque fois différents mais qui ont un fil commun : ils ont été constitués successivement par la même personne. Ils témoignent donc d'une évolution des pratiques sur plus de dix années d'activité. C'est pourquoi nous avons privilégié dans l'ordre de présentation de ces projets la chronologie de leur élaboration.

Ce qu'il faut aussi mentionner, c'est que la conduite d'un projet géomatique est d'abord un travail d'équipe. Il est difficile, voire impossible de dégager précisément ce qui relève de l'un ou de l'autre des acteurs du projet.

Ainsi le développement d'une base de données archéologiques, ayant une dimension spatiale ou non, est un exercice qui mêle le fond et la forme, qui fait appel à la fois au spécialiste et au technicien. Pour aboutir à des résultats opérationnels, il doit associer étroitement ingénieur et thématicien. Nous n'avons donc pas souhaité dissocier ce qui relevait de la production technique pure du travail d'analyse thématique.

Par ailleurs, les textes qui sont présentés dans les pages suivantes décrivent des travaux réalisés en dehors du cadre strict de ce travail et pour certains déjà publiés. Nous avons fait le choix de reprendre certains de ces travaux en leur état. Nous mentionnons à chaque fois qu'il s'agit de travaux thématiques ou collaboratifs, les références et les auteurs qui ont participé à la construction du projet concerné en tête de paragraphe. Certaines redites d'un exposé à l'autre sont inévitables à la compréhension de chacun d'entre eux.

6.2 - LE SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE DU SERVICE DÉPARTEMENTAL D'ARCHÉOLOGIE DU VAL-D'OISE (SIGVO)

Résumé : la mise en ligne en 2007 sur le site du Conseil général du Val-d'Oise d'une partie des données du service archéologique au travers l'application Atlas historique du Val-d'Oise (<http://www.valdoise.fr>) est une étape importante dans l'évolution d'un projet constitué à l'origine par et pour les archéologues. Celui-ci se trouve aujourd'hui intégré dans un plus vaste système d'information : le système d'information géographique départemental (SIGVO).

La lecture de l'histoire de ce projet montre différentes étapes de sa constitution qui se situent à la jonction entre une ligne scientifique, une structure organisationnelle, des équipes et des outils technologiques. Elle illustre comment a été constituée la structure méthodologique du SIG des archéologues Val-d'Oisien et comment se sont constituées simultanément une infrastructure de données pérenne et une infrastructure technologique qui ont débouché à la fois sur une remise en cause des modalités de travail de cette équipe et aussi sur un projet plus large de mise en œuvre d'outils en réseaux à l'échelle d'une institution.

L'originalité du système développé dans le Val-d'Oise est alors de dépasser la vision métier de chacun des acteurs pour ouvrir sur une vision globale du territoire portée par le système d'information et par des interfaces adaptées à différents publics et différentes utilisations.

FICHE SIGNALÉTIQUE :

- **Lieu(x) :** Val-d'Oise (France)
- **Echelle(s) :** De la fouille archéologique au territoire (département)
- **Institutions :** Conseil Général du Val-d'Oise, Service départemental d'Archéologie
- **Responsable(s) de projet :** L. COSTA (Responsable de projet jusqu'en 2006), S. ROBERT (Responsable de projet depuis 2006)
- **Dates de début de projet et état de développement :** 1977, en développement

PIÈCES ANNEXES

- Documentation de présentation du système
- Spécification du modèle et organisation système
- Spécifications techniques
- CCTP intégration des fonds

6.2.1 - HISTORIQUE D'UN SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE APPLIQUÉ À L'ARCHÉOLOGIE

De la politique scientifique à la mise en place des outils

Le 10 février 1976, le département du Val-d'Oise et l'Etat signaient une charte culturelle pour une durée de cinq années et décidaient de créer un poste d'archéologue contractuel à mi-temps. A l'issue d'une année d'activité, les grandes lignes de ce qui allait être la politique archéologique du Val-d'Oise jusqu'aux environs des années 1980, étaient définies. Le premier rapport d'activité édité en 1977 définissait cinq orientations de travail : le terrain, l'animation, l'étude scientifique, les contacts et les activités de bureau [SDAVO 1977a], [SDAVO 1977b].

Après plus de trente ans d'activité, le service archéologique compte plus de 15 archéologues départementaux et une équipe administrative de quatre personnes. Actuellement, l'équipe du SDAVO après avoir développé des problématiques d'étude du territoire autour d'axes directeurs déclinés sous le titre : «*Objectifs et projets ancrés dans le territoire départemental*» [SDAVO 1998], s'est recentré sur une activité d'archéologie préventive, orientation liée à l'évolution réglementaire récente (Lois de 2001 à 2004 sur l'archéologie préventive).

Il n'en reste pas moins que les programmes mis en oeuvre ont été la traduction d'une double ambition : intégrer les données historiques et patrimoniales au secteur de l'aménagement et mieux prendre en compte l'intérêt du public pour le patrimoine, en développant des actions de formation et de promotion.

C'est à partir de ce cadre que s'est construit, peu à peu, un ensemble de démarches et de concepts qui ont trouvé leur application dans la mise en place d'outils de gestion de l'information. Le système d'information géographique du service archéologique, aujourd'hui intégré dans le système d'information géographique départemental (SIGVO), en est un des principaux. Les développements successifs de ce projet témoignent de l'évolution de la politique du service archéologique, mais aussi du développement d'une vision géographique

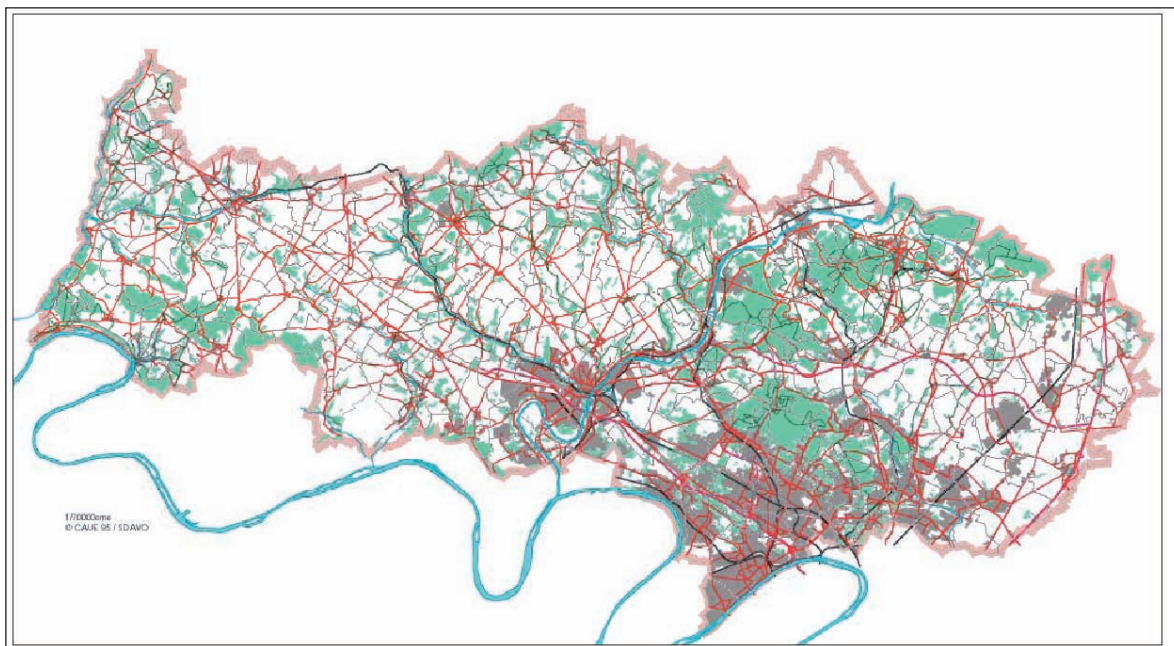


Fig. 43 - Le département du Val-d'Oise. Cette base de donnée réalisée en partenariat avec le CAUE du Val-d'Oise en 1991 est issue de la vectorisation manuelle des cartes au 1/50 000 de l'IGN. Elle a été le premier ensemble d'informations de référence du système d'information géographique du service archéologique.



Fig. 44 - Après une dizaine d'années consacrées à fouiller et étudier des sites important mais très localisés (à gauche l'abbaye Cistercienne de Maubuisson et à droite le site médiéval de Beaumont-sur-Oise, le service archéologique s'est lancé dans des études extensives et systématiques destinées à donner un fond général à la compréhension globale de la dynamique de l'occupation humaine.

de l'archéologie et d'une pratique à la jonction entre le développement de technologies, les besoins des individus formant l'équipe, ceux d'une institution et d'axes de recherches menés durant ces 20 dernières années.

1976 - 1990 ou les prémices d'une politique archéologique départementale

Dès la création du service départemental d'archéologie du Val-d'Oise (SDAVO) en 1975 par le recrutement du premier archéologue (Ph. SOULIER alors en CDD à mi-temps !), une enquête à l'échelle départementale a été lancée : l'objectif était de réunir les informations

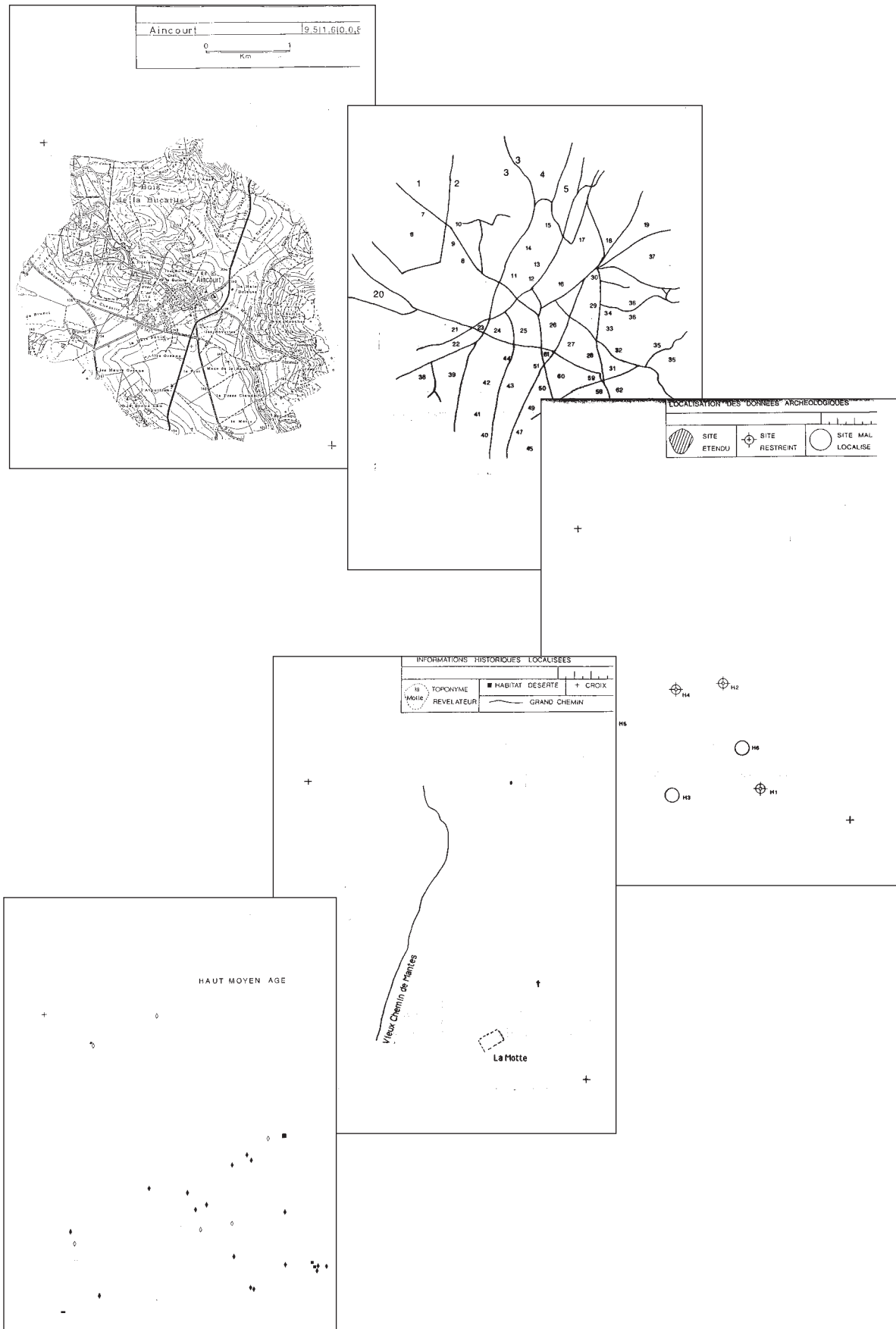


Fig. 45 - L'expérience du Canton de Magny-en-Vexin : Des dossiers communaux contenant un ensemble de planches cartographiques superposables traitées au 1/25000 selon un découpage par communes ont été constitués. Ces dossiers ont été structurés en plusieurs ensembles superposables contenant des données thématiques.

dispersées au sein de différents des services de l'Etat (Direction des antiquités historiques, Direction des antiquités préhistoriques...) et de diverses associations de bénévoles dont certaines étaient actives depuis plusieurs décennies. Au niveau de son principe l'enquête prévoyait d'intégrer tout élément susceptible de révéler la présence d'un témoin du passé dans un fichier unifié (prospection, lieu-dit, cliché aérien, information historique, position topographique particulière...) par commune et site, largement inspiré de celui de la Direction des antiquités.

Parallèlement, les moyens humains et matériels se sont renforcés petit à petit, notamment dans les années 1980 où l'équipe du service archéologique a développé son activité autour de :

- La conservation et l'étude des sites archéologiques (Abbaye de Maubuisson, site préhistorique de la «*Source Virginia*» à Guiry-en-Vexin, site médiéval de Beaumont-sur-Oise «*Château*», site antique de Beaumont-sur-Oise «*La Blanche Voye*»,...)
- L'étude géomorphologique du Val-d'Oise [KRIER 2007] , [HALBOUT, LEBRET 1991]
- L'étude des populations et des paysages du Val-d'Oise [DECHAVANNE *et al.* 1991],
- La diffusion des connaissances à travers des publications, des expositions, des actions de formation en direction du jeune public ou des adultes [DECHAVANNE 1999].

Ces cinq années de charte culturelle ont permis de mettre en place les grands axes de la politique du service. Ainsi l'action des archéologues départementaux pouvait s'inscrire à la fois dans la durée et sur un territoire de référence. Les dix premières années ont été essentiellement consacrées à la stabilisation institutionnelle et scientifique de l'équipe : établissement de missions diversifiées (terrain, animation, dessin, administration des fouilles...) par la création de postes statutaires.

Cette inscription dans le temps long et dans l'espace s'est affirmée notamment par une opération d'acquisition de fonds documentaires, particulièrement cartographiques, qui ont joué un très grand rôle dans les développements à venir du système d'information. Par ailleurs, la carte archéologique inexistante alors (hors préhistoire), s'est structurée d'abord sous la forme de fiches papier qui ont été rapidement informatisées. Les bases d'une politique départementale de l'archéologie étaient posées. L'arrivée en 1982 et 1983 de nouveaux textes législatifs renforçant le rôle des collectivités allait permettre de franchir une nouvelle étape.

En décembre 1984, suite aux lois sur la décentralisation de 1982, le Conseil Général, jusqu'alors dépendant de la Préfecture, va devenir une collectivité territoriale à part entière. A partir de cette date, l'équipe des archéologues départementaux bénéficiant d'un contexte politique local favorable a vu son budget augmenter. Fort de ces moyens, le SDAVO a multiplié les projets : prospections, études systématiques ou thématiques...

Un exemple marquant : l'inventaire du canton de Magny-en-Vexin

Dans ce contexte très dynamique, une expérience d'informatisation limitée aux sites historiques du canton de Magny-en-Vexin (26 communes) allait servir de modèle pour la structuration de la carte archéologique départementale. P. OUZOULIAS, dans le cadre d'un

travail universitaire durant les années 1987-1988 [OUZOULIAS 1988] (Fig. 45) a proposé la réalisation d'une base de données destinée à la gestion d'un inventaire de sites. L'application était constituée de quatre fichiers :

- Le fichier «site» reprenait le modèle d'enregistrement de l'inventaire national. Seules les informations vérifiées étaient retenues.
- Le fichier «géographie historique» intégrait les données de topographie religieuse et historique comme les anciennes divisions administratives ou les titulaires anciennes.
- Le fichier des «lieux habités» recensait tous les lieux habités et les édifices religieux, en retraçant leur évolution toponymique depuis le Moyen Âge.
- Le fichier des découvertes non localisées regroupait les informations douteuses ou trop imprécises.

L'originalité de cet ensemble était alors que chaque fichier s'appuyait sur une localisation précise de tous les indices selon deux canevas de référence : un canevas administratif basé sur l'unité communale et un canevas géographique basé sur le système de projection Lambert I. Chaque site ou indice de site était localisé par son identifiant communal et par ses coordonnées Lambert en X et Y. Une cartographie de synthèse informatisée et une cartographie manuelle de restitution sur fond 1/25000 complétaient l'ensemble. Un fichier documentaire et bibliographique regroupant toutes les références iconographiques, cartographiques et bibliographiques inventoriées venait enrichir le système : 192 sites étaient alors répertoriés sur le canton.

L'intérêt de ce travail, outre la remise à jour de l'inventaire du canton de Magny-en-Vexin, a été multiple. D'abord, elle a été la première expérience formalisée de démarche d'inventaire à une échelle dépassant la commune qui prenne le paysage et l'espace géographique comme objet et moyen d'étude. L'emploi systématique et à une large échelle de la méthode d'analyse régressive du paysage et la localisation dans le contexte géographique de l'information ont modifié l'usage de la notion d'indice de site : à la collecte ponctuelle des informations s'est substituée une tentative de mise en relation des sites entre eux et avec leur milieu physique et environnemental.

D'autre part, en posant la question de savoir quelles disparités ou absences étaient induites par les modalités de la recherche archéologique et par les conditions actuelles ou anciennes d'occupation du sol, ce travail permettait aux archéologues Val-d'Oisien de prendre un recul critique vis-à-vis de la problématique d'inventaire, la notion «d'exhaustivité» étant remise en cause. Enfin, ce discours, ces questionnements et ces choix méthodologiques ont amené les archéologues à prendre conscience de l'intérêt de proposer une cartographie qui à cette époque était originale par l'étendue des notions prises en compte. Il s'agissait alors de compléter très largement les cartes telles qu'elles avaient été mises en place dès 1971 par la direction des antiquités préhistoriques d'Ile-de-France. Aux traditionnelles cartes à points, représentant les sites archéologiques on ajoutait les chemins, les éléments d'urbanisation, les toponymes, les éléments végétaux...

Des dossiers communaux contenant un ensemble de planches cartographiques superposables :

- Une carte générale situant la commune concernée dans le canton.
- Un fond de référence au 1/25000 détouré figurant le relief et le réseau hydrologique.

- Une série de calques contenant des informations historiques et archéologiques correspondant aux quatre fichiers évoqués ci-dessus.
- Des cartes de synthèse au 1/25000, rédigées suivant le même principe de superposition.

Dès lors, l'espace géographique et son expression directe - la carte - servaient de supports à la gestion et à l'analyse des données archéologiques et historiques et à leur insertion dans un contexte topographique et environnemental.

L'intérêt de cette démarche d'un point de vue méthodologique était que la carte était construite non comme un élément fixe mais comme un ensemble de couches superposables susceptibles d'être mises à jour. Avec toutes les limites propres au support papier, l'objectif était de proposer un modèle permettant d'établir des relations entre différents ensembles de données, préfigurant ce que l'informatique et tout particulièrement les systèmes d'information géographique nous permettent aujourd'hui de faire.

Parallèlement à ce travail, plusieurs axes de recherche ont été explorés :

- Une convention entre le CNRS (Laboratoire de géologie de Caen) et le Conseil Général (SDAVO) était signée en 1990 pour deux ans. Elle était basée sur l'analyse de la carte géologique et le suivi des coupes de terrain à la faveur des travaux routiers et de l'exploitation des carrières (notamment en vallée de l'Oise). Elle prévoyait l'étude complète de la dynamique des formations superficielles dans le département. Elle a abouti en 1991 à la publication d'un ouvrage scientifique, à la présentation d'une exposition et d'un catalogue grand public [HALBOUT, LEBRET 1991] [DECHAVANNE et al. 1991].
- Plusieurs études paléoenvironnementales ont été lancées. Ces initiatives ont avorté faute d'un soutien institutionnel plus large ou de financements : création d'un laboratoire de dendrochronologie avec le laboratoire de chrono-écologie de Besançon (CNRS), collaboration avec Météo-France sur les questions de climatologie, étude des formations superficielles de la vallée de l'Oise...

Cette période, marquée par la fouille de quelques sites majeurs du département¹, a cependant permis la mise en place des bases de la politique archéologique du département autour d'un thème d'étude fédérant chronologie et dynamique de la relation homme-milieu. C'est cet axe générique, centré autour de la gestion et de l'étude d'un territoire de référence - le département du Val-d'Oise - qui va par la suite structurer l'ensemble des processus de développement des outils.

1990 - 2000 : le développement des bases de données en archéologie

Inventaire des sites, indexation bibliographique et documentaire, géomorphologie et typologie des paysages vont structurer les activités du service archéologique durant la décennie 1990 - 2000.

A côté des travaux concernant l'ensemble du département, d'autres recherches plus ponctuelles ont été motivées par des thématiques particulières :

- A la faveur des inondations du début des années 1990 et d'une observation des

¹ - Notamment par les fouilles du site de Maubuisson (responsable : Ph. SOULIER, puis J.Y. LANGLOIS) et du site antique et médiéval de Beaumont-sur-Oise (Responsables d'opérations : secteur Antique, D. VERMEERSCH ; secteur médiéval, Ch. TOUPET).

06 Octobre 2000

Service départemental d'archéologie

Centre national de Val-d'Oise

Fiche de Pré-Inventaire site

N° SDAVO

N° BRACAR

N° SRAP

Commune : **Martern**
 Lieu-dit cadastriel ou adresse :

Dotation : **Moyen Age**

Cadastre :

Lambert :
 x = 574,225 y = 1160,625
 z = 120 m rayon = m

nature du site : Source des Lambert :

état actuel : Précision de la localisation sur Map :

Classification Monument Historique
 degré de protection : Propriété :

date et observations :

cause de découverte	approche archéologique	auteur découverte	année
<input type="text" value="Inventaire SDAVO"/>	<input type="text" value="Inventaire SDAVO"/>	<input type="text" value="M. Wabouat"/>	<input type="text" value="2000"/>

Documents graphiques :

Remarques :

N° MAJONT 2103/2000 Année : Modif. : 14/07/2000

description :

mon églis :

église paroissiale, église

VESTIGES IMMOBILIERS

- indumentaire
- mobilier
- habitat isolé
- habitat groupé
- fortification
- édifice religieux
- artisanat
- architecture civile
- structure agricole
- communication
- structure funéraire
- megalithe
- marque personnelle
- extraction
- hydrologique

description :

Dossier SDAVO : première mention : don par Louis le Gros à l'abbaye de Seilly (1125-1130). Témoin XIIe s. : « Fragments de chapiteaux romans adhérent aux colonnes supportant des chapiteaux à fustes de chêne et volées ». Paroisse fondée en 1164 d'après le pouillé de Versailles. Après 1242, édification d'une église plus importante : dédiée par Eudes Rigaud, le 16 juillet 1256.

Vers 1210, Jean de Gisors vendit au roi l'église de Martern (DEPWIN 1904 : 411).

mon églis :

description :

préinventaire/élévé en vue d'une étude de type :

Fig. 46 - Exemple de fiche de carte archéologique.

flux et reflux, les formations alluviales de la vallée de l'Oise ont fait l'objet d'une étude spécifique destinée à évaluer les dynamiques morpho-sédimentaires sur la longue durée, du lit mineur de l'Oise et leurs impacts sur les logiques d'implantations humaines dans la vallée de l'Oise [KRIER 2007].

- Des prospections ont été menées en liaison avec le service départemental d'archéologie des Yvelines et l'UA 275 du CNRS ont été organisées sur les gisements scellés dans les abris sous roche des falaises de la Seine et de l'Epte.
- Les sites antiques et médiévaux de Beaumont-sur-Oise ont fait l'objet de plusieurs opérations de fouilles archéologiques de sauvetage (environ une vingtaine).
- Des programmes d'études en laboratoire ont complété les interventions de terrain : anthropologie, inventaire des micro-toponymes, assemblage des cadastres napoléoniens ...

Parmi ces projets, un important travail sur les cartes et sur les paysages anciens a été développé² tout comme une inscription dans des opérations d'archéologie préventive³ de plus en plus importante.

Parallèlement, la politique d'acquisition des fonds documentaires, déjà engagée depuis 1976, a été confirmée. Des copies des cadastres napoléoniens, des cadastres actuels, des cartes anciennes et des fonds de référence actuels (cartes topographiques au 1/5000 ou au 1/25000...) ont été achetés de manière systématique.

Des outils de gestion de l'information ont été développés. Les notices de la bibliothèque ont été informatisées, d'abord à l'aide du logiciel File-Maker-Pro®⁴ puis du logiciel de bibliothèque Multilis®⁵. Mac-Map®⁶, logiciel SIG, a été mis en application sur des chantiers de plus en plus nombreux (le premier d'entre-eux étant le site protohistorique au lieu-dit «*le Champs des Cosaques*» situé sur la commune de Magny-en-Vexin et fouillé sous la responsabilité de F. SUMERA ...). Ce logiciel s'est alors imposé comme l'outil de production cartographique privilégié du service archéologique.

L'outil a été vite perçu comme potentiellement utile pour la gestion de tout un pan d'information jusqu'alors non intégré du système informatisé de la carte archéologique. Toutes les données liées à l'environnement (orographies, description topographique du territoire, données géologiques...) ou aux cartes anciennes ont été peu à peu intégrées au système général à l'aide de cet outil qui, d'anecdotique, deviendra peu à peu une pièce incontournable de l'architecture du système d'information archéologique du service archéologique.

L'inventaire archéologique du Val-d'Oise (Fig. 46)

Inspirée par le travail développé à Magny-en-Vexin, l'inventaire archéologique du Val-d'Oise est constitué par un ensemble de douze fichiers de données structurés sur un mode

2 - Ce travail va s'appuyer principalement sur l'acquisition et l'assemblage systématique de copies des cadastres napoléoniens. Ces travaux ont été effectués en grande partie par des bénévoles suivis principalement par une conservatrice du service : M. WABONT. Ce premier exercice est encore aujourd'hui relayé par une numérisation systématique en mode raster des fonds. Plusieurs études sur les paysages anciens, dont celle de la zone de Beaumont-sur-Oise [SUMERA, KRIER, WABONT 1996], ont été réalisées. En 1999, le recrutement de S. ROBERT, archéogéographe à plein temps au service, confirme l'orientation du service dans ce type de travail. Des études systématiques, notamment sur la ville de Pontoise [ROBERT 1997] ou sur la ville nouvelle de Cergy [ROBERT 1999], sont réalisées.

3 - Par exemple, de grandes fouilles préventives sur les communes de Boran-sur-Oise et de Bruyères-sur-Oise au lieu dit «*la Tournoie*» [TOUPET 1993A], [TOUPET 1993B] et [TOUPET 1994] se développent selon l'avancée du front de carrière de granulats. La construction d'un Gazoduc traversant tout le département d'Est en Ouest, est l'objet d'une campagne de suivi systématique des tranchées.

4 - File Maker Pro : Claris corporation 5201 Patrick Henry Drive. Santa Clara, California 95054. Etats-Unis. <http://www.filemaker.com/intl>

5 - Multilis : Data ressearch associates Inc. Canada 1997-1998

6 - Mac-Map : Klik développement, La Faisanderie, 10 route des Aubris F-78490 Galluis France

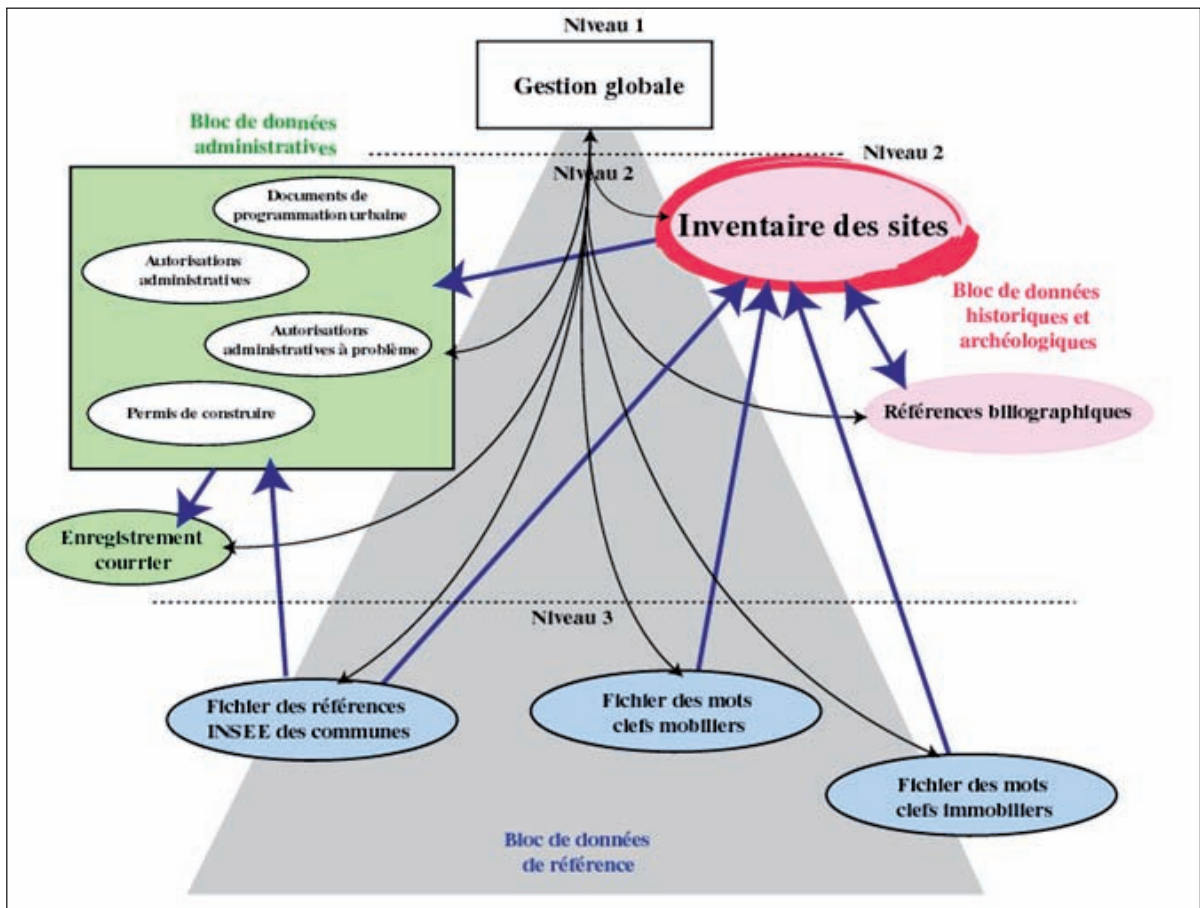


Fig. 47 - Structure générale du SGBDR de l'inventaire archéologique

relationnel⁷. Cet outil de gestion de l'information a été développé par et pour des archéologues afin de répondre aux besoins de gestion et orienter les grands axes de la recherche du service archéologique. L'application veut répondre à un double objectif : «être un outil de recherche permettant l'analyse spatiale, et un moyen de gestion patrimoniale aidant à l'évaluation des gisements et à leur mise en valeur» [SUMERA, KRIER, WABONT 1995 : p.219].

Le premier objectif en terme de production étant l'aide à la gestion du territoire départemental, il fallait imaginer un outil susceptible d'être régulièrement consulté par la plupart des agents pour l'instruction des différents documents d'urbanisme comme les plans d'occupation des sols (POS qui deviendront le plan locaux d'urbanisme PLU), les permis de construire, les plans d'aménagement de zone (PAZ), les zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager (ZPPAUP)... Le choix méthodologique étant d'enregistrer un maximum d'informations dans les plus brefs délais, le système de gestion retenu a été construit à l'aide de plusieurs fichiers interactifs. Ceux-ci ont été développés selon une double référence :

- La structure et la typologie des fichiers inspirés de l'expérience de Magny.
- La compatibilité avec les normes du ministère de la culture (à l'époque DRACAR).

Ainsi on été pris en compte, les besoins spécifiques de la collectivité, mais aussi les nécessités d'intégration des données à des niveaux régionaux et nationaux.

Structure du système et fonction des fichiers :

La structure du système est assimilable à une pyramide (Fig. 47). Au sommet se situe le fichier de navigation (gestion globale). Il permet d'aller directement aux différents fichiers.

7 - Ces systèmes sont aussi appelés SGBDR : systèmes de gestion de bases de données relationnelles

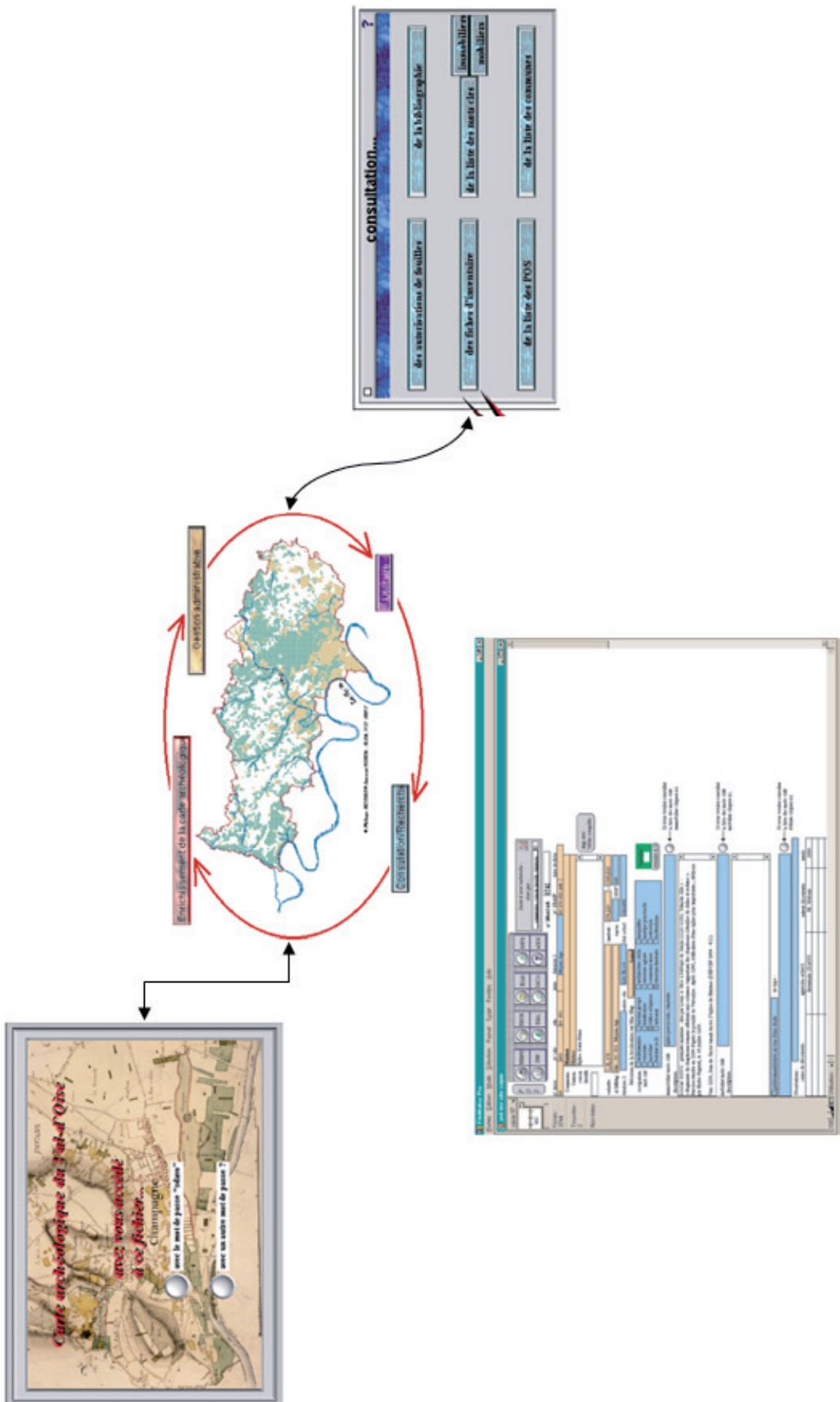


Fig. 48 - Exemple de procédure guidée par le biais d'interface dans le SGBDR inventaire archéologique.

Le deuxième niveau de la pyramide est constitué par les fichiers de données [le fichier des autorisations administratives ; le fichier des autorisations administratives posant problèmes (références incomplètes...) ; le fichier des permis de construire ; le fichier des documents administratifs (POS, PAZ, SDAU, ZPPAUP...) ; le fichier de l'inventaire des sites ; le fichier des références bibliographiques ; le fichier d'enregistrement courrier] qui sont l'ossature réelle de la base (particulièrement le fichier d'inventaire des sites) et contiennent la majorité des données d'inventaire et de gestion. Ils ont vocation à être remis à jour de manière fréquente. Au dernier niveau, les trois fichiers «référentiels» (fichier des mots clefs immobilier ; fichier des mots clefs mobilier ; fichier des références INSEE des communes) contiennent les mots clefs pour la saisie et n'ont pas vocation à être couramment modifiés ou enrichis. Enfin, le fichier d'aide (didacticiel) permet d'avoir accès aux indications les plus courantes concernant la navigation ou l'enrichissement de la base.

Emplacement et mode de consultation :

Les bases de données sont stockées et conservées sur un serveur. Chacun des micro-ordinateurs du service possède un accès au réseau. Une entrée selon un mot de passe détermine le statut des utilisateurs et les fonctions auxquelles il peut accéder. Les personnels identifiés peuvent consulter les fiches, exporter des données ou effectuer une série d'opérations définies dans les autorisations. Seul l'administrateur de la base a la possibilité de modifier la structure des fichiers. La saisie et l'enrichissement des fiches sont réalisés par les agents du SDAVO.

Utilisation, navigation dans la base de données :

Un ensemble d'opérations permet à l'utilisateur de naviguer dans la base sans connaissance approfondie du logiciel (**Fig. 48**). Des boutons interactifs déclenchant des scripts permettent d'effectuer des routines. Ainsi, certaines opérations de réponses à des courriers, des rapports ou des comptages (densité des sites par communes, etc...) peuvent être édités rapidement, y compris par le personnel administratif.

D'une manière générale, la volonté a toujours été affirmée de construire un élément qui soit un «applicatif» destiné à tous. C'est selon ce principe que l'ensemble des données et la structure de la base est formatée sur un modèle utilisateur. Le fichier gestion globale, développé spécifiquement pour la navigation, permet d'accéder à tous les fichiers et évite une navigation fastidieuse. Lors de la première ouverture, on accède à une page d'accueil qui permet de définir son statut d'utilisateur par un mot de passe. Ensuite, en fonction de celui-ci, une série d'écran présente des menus permettant d'avoir accès à l'un ou l'autre des fichiers.

Saisie des fiches et enrichissement du système :

Le développement des masques de saisie des fiches des différents fichiers de l'inventaire archéologique s'inspire d'une manière générale des anciens modèles de l'inventaire national. Les modes de saisie et les principales rubriques ont été conçus pour être compatibles avec les normes préconisées par l'ancienne Sous-Direction de l'Archéologie (SDA) dans le cadre du programme DRACAR⁸. Quelques modifications ont cependant été apportées par rapport au modèle national : toute information faisant état de l'existence ou de la présomption d'existence d'un site fait l'objet de l'ouverture d'une fiche. Ainsi la notion de « fiche d'information

8 - Le module DRACAR est le système de gestion de l'information archéologique utilisé par les services régionaux de l'archéologie (SRA). Il permet l'informatisation de l'inventaire des sites archéologiques et des opérations de terrain qui s'y rapportent, et a pour but d'aider à la gestion et à la protection du patrimoine archéologique et à la définition des orientations de la recherche régionale. 24 bases de données (une par région + une nationale) ont été constituées. Elles regroupent différents fichiers : sites archéologiques, demandes d'autorisations de fouilles, opérations archéologiques, partenaires, lieux de dépôt du mobilier archéologique, dossiers d'aménagement du sol. Les utilisateurs directs en sont les agents des services régionaux. L'application a été développée à l'aide du logiciel Oracle et mise en service en 1991. Les bases de données sont localisées à Fontainebleau sur une machine Unix Risc 6000 et l'accès se fait par micro-ordinateur PC par l'intermédiaire d'un réseau (voir chapitre 5.3, vol 1).

archéologique» développée dans le système SDAVO autorise la création de plusieurs fiches d'inventaire qui ne renvoient qu'à une seule fiche de l'inventaire DRACAR. Pour exemple, si plusieurs datations sont reconnues sur un site, plusieurs fiches seront créées même s'il y a continuité dans l'occupation. A l'inverse, plusieurs numéros d'enregistrement DRACAR, pour peu qu'un même site ait été l'objet de plusieurs interventions, peuvent renvoyer à la même fiche d'inventaire SDAVO. Les univers du discours des deux inventaires présentent donc des différences notables.

Par ailleurs, l'inventaire archéologique mené par le service a été conçu dès le départ comme un recueil d'informations brutes, premier stade de collecte des données. Des niveaux et des qualités d'information très inégales sont donc intégrés. L'alimentation du fichier se fait au fur et à mesure de l'avancée des dépouillements bibliographiques, des études et des découvertes de terrain. Ainsi, les données ne sont pas utilisables directement pour l'étude mais sont disponibles, comme une sorte de réservoir structuré de données.

Ce noyau d'information archéologique est complété par un volet administratif permettant de retrouver toute la généalogie des procédures réglementaires dont elle a été l'objet. Par exemple, les réponses aux consultations préalables aux aménagements ou aux documents d'urbanisme (POS, PLU) font l'objet d'une procédure d'enregistrement et peuvent être remobilisées en cas de besoin.

Relation avec le logiciel de cartographie :

La référence géographique constitue une des références de base (**Fig. 49**). Le canton, la commune, la référence cadastrale, le toponyme tiré des cartes IGN ou du cadastre actuel et enfin les coordonnées X, Y et Z en systèmes Lambert I Nord permettent de disposer successivement de différentes échelles de localisation. C'est sur cette base que la relation avec l'outil SIG est établie. Elle n'est pas directe, mais construite par l'intermédiaire d'un export de données. Il n'existe pas de rapport de hiérarchie entre les différents outils, mais une relation de complémentarité. L'outil SIG n'est pas conçu comme le stade ultime de la chaîne de l'information mais comme un des éléments du système d'information archéologique. En effet, parallèlement à la constitution de l'inventaire départemental, des bases de données géographiques répondant aux différents besoins des archéologues ont été mises en place. La carte géologique départementale basée sur les données du BRGM par exemple est un élément qui n'existe que sous forme cartographique. Ces deux outils (données géographiques

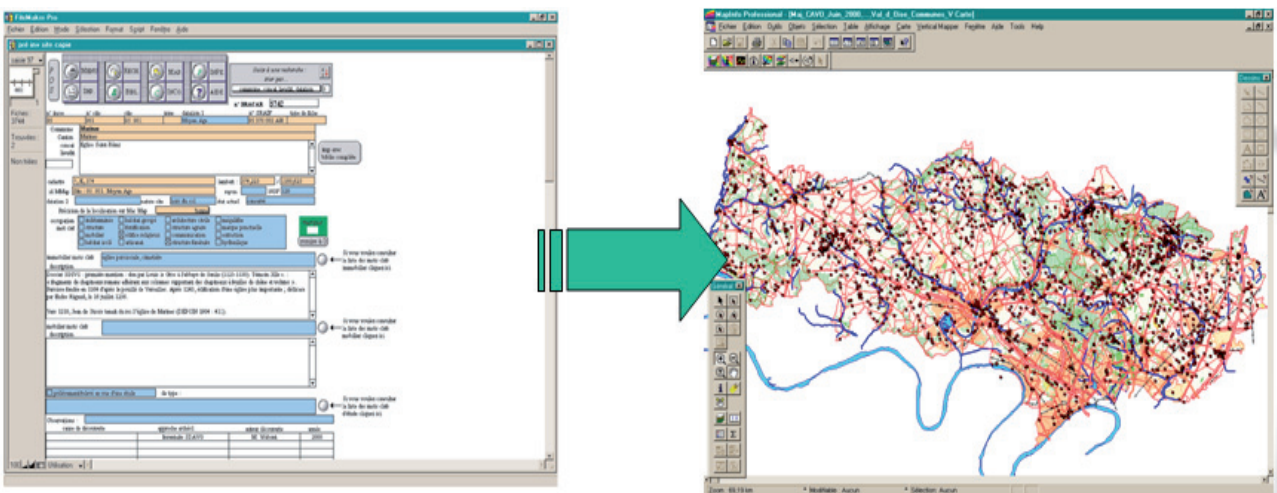


Fig. 49 - La référence géographique est la référence de base (X, Y). Elle permet d'établir une relation avec le logiciel de SIG. Ainsi peuvent se construire des « cartes documents » concrétisant un savoir référencé géographiquement. Cet outil est complémentaire à l'inventaire départemental et répond à d'autres besoins...

et base de l'inventaire archéologique) entretiennent des relations étroites mais connaissent leurs propres développements. Les données constitutives de l'outil SIG viennent compléter et enrichir les données de l'inventaire tout comme, à l'inverse, les données de l'inventaire viennent enrichir les bases de données géographiques.

Le système de l'inventaire archéologique doit être perçu comme un système orienté d'une part vers la gestion administrative et d'autre part comme un recueil d'informations utile à la recherche. Au delà de la gestion courante de l'information, c'est la relation que l'on peut établir avec l'outil cartographique qui lui a donné son réel intérêt. Il devient alors une source pour la recherche et permet de compiler l'information archéologique avec les données géologiques, de nivellement, des cartes anciennes... C'est par l'intégration des données dans leur espace et par elle seule, que se construit ensuite le véritable processus de la recherche. Il n'est plus envisagé aujourd'hui d'engager une étude sans y intégrer une démarche de mise en relation avec le contexte géographique. De là peuvent se construire des «*cartes-documents*» concrétisant un savoir référencé géographiquement.

Aujourd'hui... Le développement du système d'information géographique départemental (SIGVO) et la question de l'insertion des données archéologiques

Depuis plus de dix ans le SDAVO s'est orienté vers une gestion de l'information archéologique qui s'appuie sur la notion clef de «prévention» et d'analyse en amont, mais aussi de mise en perspective de l'ensemble des données environnementales qui constituent le contexte dans lequel se sont développés les hommes.

Le SDAVO a développé une approche relationnelle de l'information qui confronte les impératifs liés à la gestion du territoire départemental, le développement de problématiques scientifiques privilégiant la relation hommes/milieux et la mise en place d'infrastructures technologiques adaptées. Cette démarche s'inscrit dans un contexte plus large. Elle suppose aussi d'engager une politique de récolement avec les différents services patrimoniaux du Conseil-général (Service de l'inventaire, mission patrimoine, musée archéologique, éco-musée du Val-d'Oise) et les services de l'état (SRAIF) ou encore le recrutement permanent de spécialistes (le recrutement en 2001 d'une archéogéographe). Ces dix dernières années, la réalisation de la liaison Cergy-Roissy entre 1998 et 2003 (LCR), le projet d'aménagement du centre ville de Cergy-Pontoise (2004), la mise en place de la ZPPAUP sur la commune de Cergy (2004) ont été l'occasion pour le service de développer des procédures originales d'intégration des données de l'archéologie aux politiques de l'aménagement du territoire. L'insertion de plus en plus marquée ces trois dernières années des actions du service dans l'archéologie préventive va elle aussi dans ce sens et renforce encore les besoins du service archéologique dans ce sens.

Le développement d'une application départementale

La décision de développer un système d'information géographique dans le département du Val-d'Oise (CG95) est assez récente. Le projet SIG départemental a été initié dans le courant de l'année 1998 par le lancement d'une étude de définition et de cadrage des besoins [CG95 1998a, b, c, d, e, f]. Cette étude faisait l'état des lieux de l'action des services du CG95 dans le domaine spécifique de la géomatique. Elle proposait des pistes pour coordonner les différentes initiatives (Fig. 50).

Au moment du lancement des études, l'objectif principal fixé au projet par les responsables

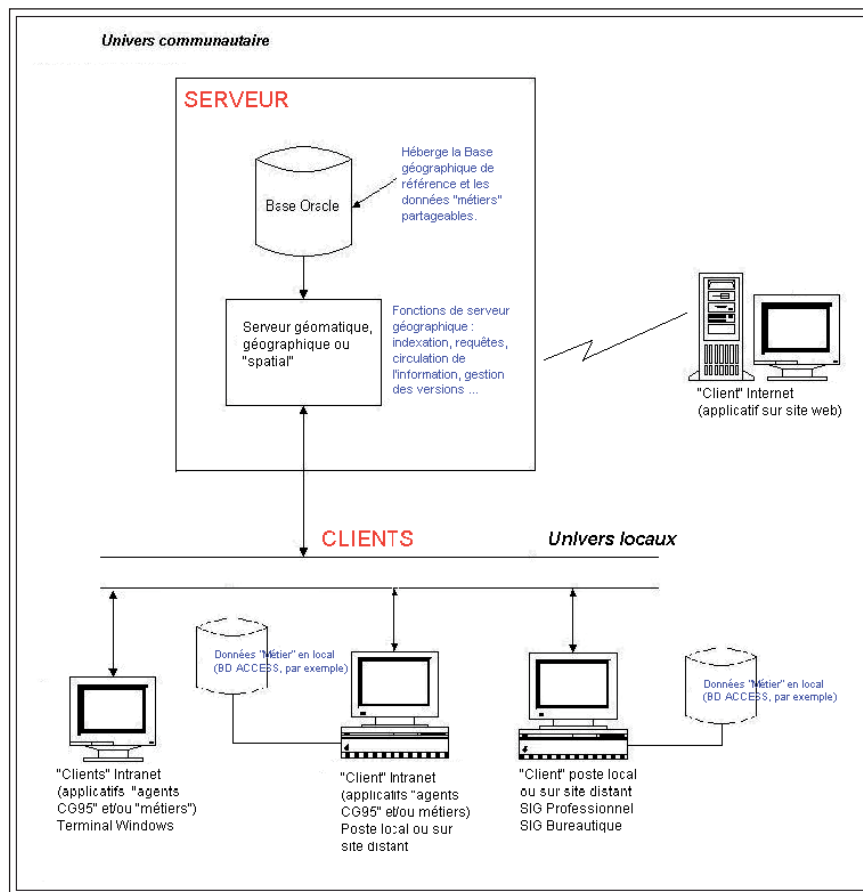


Fig. 50 - Conception générale du système d'information géographique du Conseil général du Val-d'Oise.

du département était de « pouvoir mettre à la disposition des services un dispositif leur permettant de localiser leurs actions et de produire des restitutions de ces mêmes actions sous une forme cartographique » [CG95 1998 : p.2]. Mettre en place un outil de capitalisation qui prenne en compte l'historique des travaux de chacun et les besoins spécifiques des différents services n'allait pas de soi, ni techniquement, ni conceptuellement.

Notre choix s'est alors orienté sur une architecture informatique de type Client-Serveur : un serveur de données géographiques situé au Campus (siège du CG95) et géré directement la Direction des Systèmes d'Information (DSI) et sa cellule SIG, permet aux différents clients-utilisateurs d'interroger l'unique base de référence.

Ce schéma général s'appuie sur les concepts cadres de niveau d'utilisation et d'univers d'utilisation. Quatre niveaux d'utilisation ont été définis. Ils ont conditionné à la fois l'équipement matériel et le type d'accès aux données :

- Le niveau « *administration* » réservé au responsable du projet. Ce niveau donne accès à toutes les fonctions avancées et à toutes les bases de données en consultation et en édition.
- Le niveau « *utilisateurs experts* » qui regroupe les utilisateurs avancés. Toutes les fonctions, à l'exception de l'administration de la base centrale, sont accessibles. L'édition des données se fait en rapport avec des droits d'accès .
- Le niveau « *utilisateurs avertis* » qui ont accès aux fonctions des SIG bureautiques.
- Le niveau « *consultation* » qui s'appuie sur les produits développés avec les technologies de l'Intranet-Extranet. Aucune fonction d'édition des données

n'est disponible. Seules des fonctions de manipulation des représentations sont proposées.

Deux grandes catégories d'univers se côtoient :

- L'univers communautaire qui est le lieu où se mettent en place les outils communs et où se gèrent les référentiels cartographiques.
- Les univers locaux et les applications métiers qui sont les lieux de développement des applications spécifiques à chaque ensemble d'action des services du département.

Il est important de noter qu'un plan de formation a été intégré dès l'origine du projet dans le cahier des charges. Celui-ci s'applique à l'ensemble des utilisateurs ayant accès à une licence du produit. **En effet, le développement du système d'information géographique départemental, s'il dépend dans une certaine mesure de l'infrastructure technique, dépend avant tout de l'investissement et de l'intérêt que chacun des utilisateurs trouvera dans le système. Chacun des services est aujourd'hui responsable du champ thématique qu'il a développé et l'intérêt de l'outil est qu'il favorise une démarche basée sur l'échange et la mise à disposition mutuelle de l'information.**

Ce qu'il faut retenir pour les archéologues territoriaux du Val-d'Oise, c'est la perspective qui se dessine aujourd'hui, de décloisonner les politiques patrimoniales des logiques de spécialistes. A travers les outils que sont le SIG, et les choix politiques qui en découlent, c'est une vision globale du patrimoine conçu et géré dans la vie économique du département qui se met en place. En faisant ce type de choix au niveau le plus haut du département, c'est une politique globale (du patrimoine) qui s'invente, dépassant les «*chasses-gardées*» disciplinaires et s'inscrivant dans une perspective systémique.

La décision de développer un système d'information géographique ne se réduit pas, en effet, au choix d'utiliser un simple outil matériel. Car du logiciel de dessin permettant de produire de la cartographie au SIG, on franchit un palier qualitatif. Le logiciel est un dispositif technologique visant à répondre à une demande spécifique. Un système d'information géographique est un dispositif regroupant des logiciels, des données et du savoir-faire, qui s'appuie sur un référentiel particulier : l'espace géographique. Cette dimension lui confère une spécificité importante. Le service archéologique s'est équipé de son premier logiciel de type SIG dans les années 1980 (Mac-Map⁹, puis Map-Info®, puis Arc-GIS®). D'abord utilisé de manière parcimonieuse par un seul utilisateur (F. SUMERA), il s'est imposé (autant qu'il a été imposé...) progressivement comme l'outil clef pour la gestion des informations archéologiques. Des données différentes de celles intégrées couramment dans les inventaires archéologiques ont alors été prises en compte de manière systématique¹⁰ et dans le même temps, les archéologues s'investissaient peu à peu dans l'utilisation de ces technologies. Aujourd'hui, sur neuf archéologues départementaux, neuf disposent d'une licence SIG.

L'interaction entre les problématiques des archéologues, les contraintes techniques liées aux logiciels et matériels, le contexte de l'organisation et les besoins des individus ont donné au système d'information géographique des archéologues du Val-d'Oise la morphologie qu'il possède actuellement. La gestion spatiale de l'information autorisée par l'outil SIG a permis de fédérer et de faire dialoguer des thématiques différentes : géologie et géomorphologie, étude de la céramique ou d'autres mobiliers, étude des paysages...

Globalement, si l'on replace les différentes applications développées au SDAVO par rapport

9 - Mac-Map : Klik développement, La faisanderie, 10 route des Aubry F-78490 Galluis France.

10 - Ce sont par exemple les réseaux de voie, les parcellaires, les informations géologiques....

à l'acte fondateur en archéologie, la fouille, on peut distinguer plusieurs types d'applications correspondant à différents temps d'intervention :

- Des applications développées en amont des travaux de terrain constituant «*des réservoirs d'information*». C'est le cas de figure des bases de données et fonds cartographiques liés à la politique documentaire du service archéologique. Ces données ont eu une importance toute particulière dans l'organisation et le fonctionnement du SIG.
- Des applications développées durant les opérations de terrain servant de manière active à la gestion des opérations.
- Des applications placées en aval de l'opération de fouille permettant de développer en dehors du contexte opérationnel des études diversifiées indispensables à une exploitation raisonnées des données.

Ce sont des exemples de ces différentes approches que nous détaillons ci-dessous.

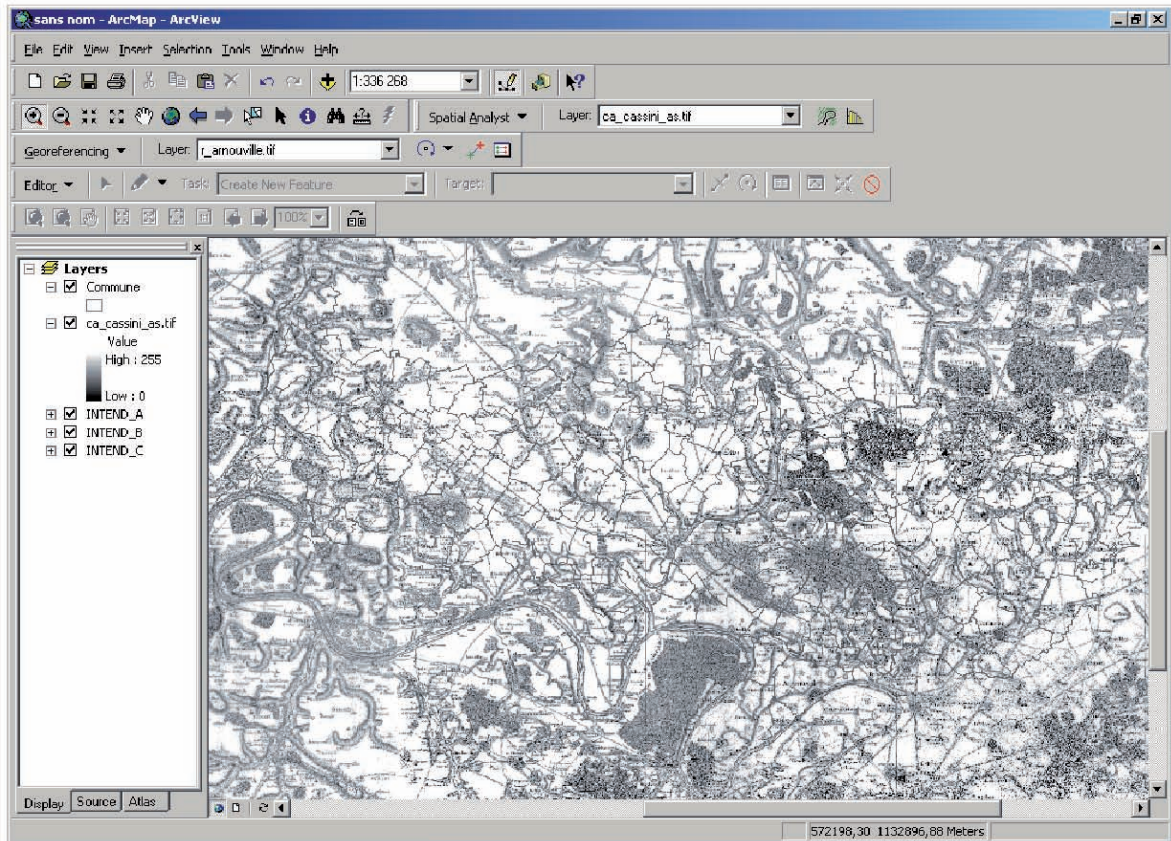
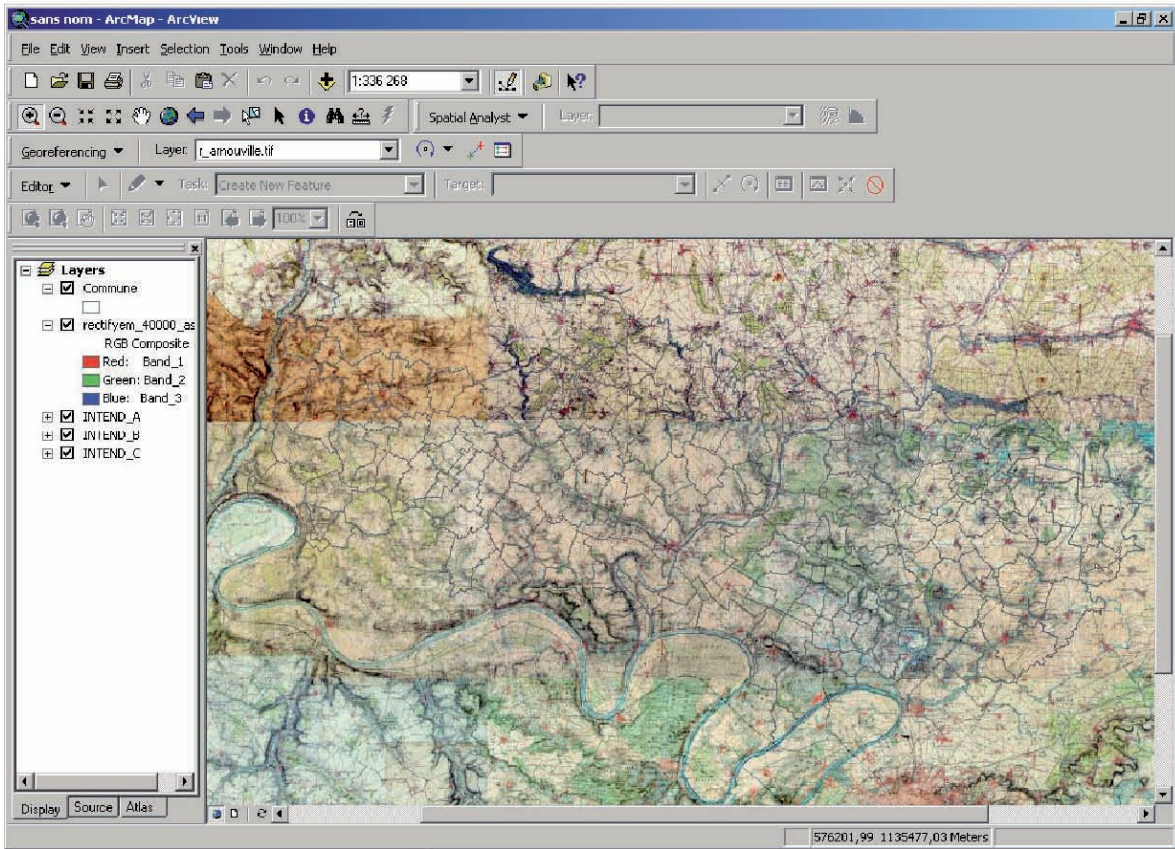
6.2.2 – VERS UNE GESTION RAISONNÉE DU TERRITOIRE SUR LA LONGUE DURÉE : LES FONDS DE L'ATLAS HISTORIQUE (Fig. 51)

Depuis une vingtaine d'années, le service départemental d'archéologie du Val d'Oise (SDAVO) a entrepris de constituer une cartothèque illustrant l'évolution historique de ce territoire. Quelques 6000 documents ont ainsi été reproduits et recensés. Les originaux sont conservés principalement à l'Institut Géographique National (IGN) et aux Archives départementales du Val-d'Oise (ADVO), mais aussi aux Archives Nationales (AN), à la Bibliothèque Nationale (BN), au Service Historique de l'Armée de Terre (SHAT) et aux Archives de Chantilly (Musée Condé). La constitution du fonds a privilégié les documents permettant une couverture large du territoire départemental, mais certains autres plus partiels ont été également intégrés, comme la Carte des Chasses du Roi (1764-1774), par exemple.

L'effort a surtout porté sur la cartographie scientifique qui apparaît à partir du XVIII^{ème} siècle. A cette époque, les cartes sont devenues plus précises car dressées sur le terrain et à partir de mesures fiables de latitude et longitude. Leur précision géométrique a permis de les assembler, de les géoréférencer et de les transférer dans le système d'information géographique départemental.

Plusieurs mosaïques continues du territoire ont ainsi pu être constituées: assemblage de la carte de Cassini pour la seconde moitié du XVIII^{ème} siècle ; assemblage des minutes de la carte d'Etat-Major et des cadastres napoléoniens pour la première moitié du XIX^{ème} siècle; assemblage de la carte d'Etat-Major et des plans directeurs au 1/20 000 pour la fin du XIX^{ème} et le début du XX^{ème} siècle [Voir Annexe : Atlas des patrimoines].

L'assemblage et le géoréférencement de ces cartes à l'échelle d'un département constitue l'originalité de la cartothèque numérique constituée par le SDAVO. Le cadastre napoléonien, a permis en outre de constituer une base de données sur les toponymes, les réseaux hydrauliques, routiers et l'habitat, couvrant les 186 communes du Val d'Oise (Fig. 53). Cette base constitue, à cette échelle, une expérience inédite à ce jour en France. Par ailleurs, les feuilles du cadastre napoléonien (soit plus 3000 documents d'échelles variées comprises entre le 1/500^e et le 1/1000^e) ont été géoréférencées permettant de disposer d'une ressource unique pour l'étude et l'analyse des paysages de ce territoire.



Depuis 2005, une partie du fonds de la cartothèque a été mis en ligne sur site web du Fig. 51 - Sur ces copies d'écran on voit, au sein de l'interface du SIGVO, deux exemples d'assemblages de cartes anciennes. En haut l'assemblage des neuf feuilles de la Minute d'Etat Major au 1/40000 exécutées dans les années 1830 et en bas quatre feuilles de la carte de Cassini réalisée au XVIII^e siècle.

Conseil général, dans l'application «Val d'Oise historique». Les cartes y sont associées à

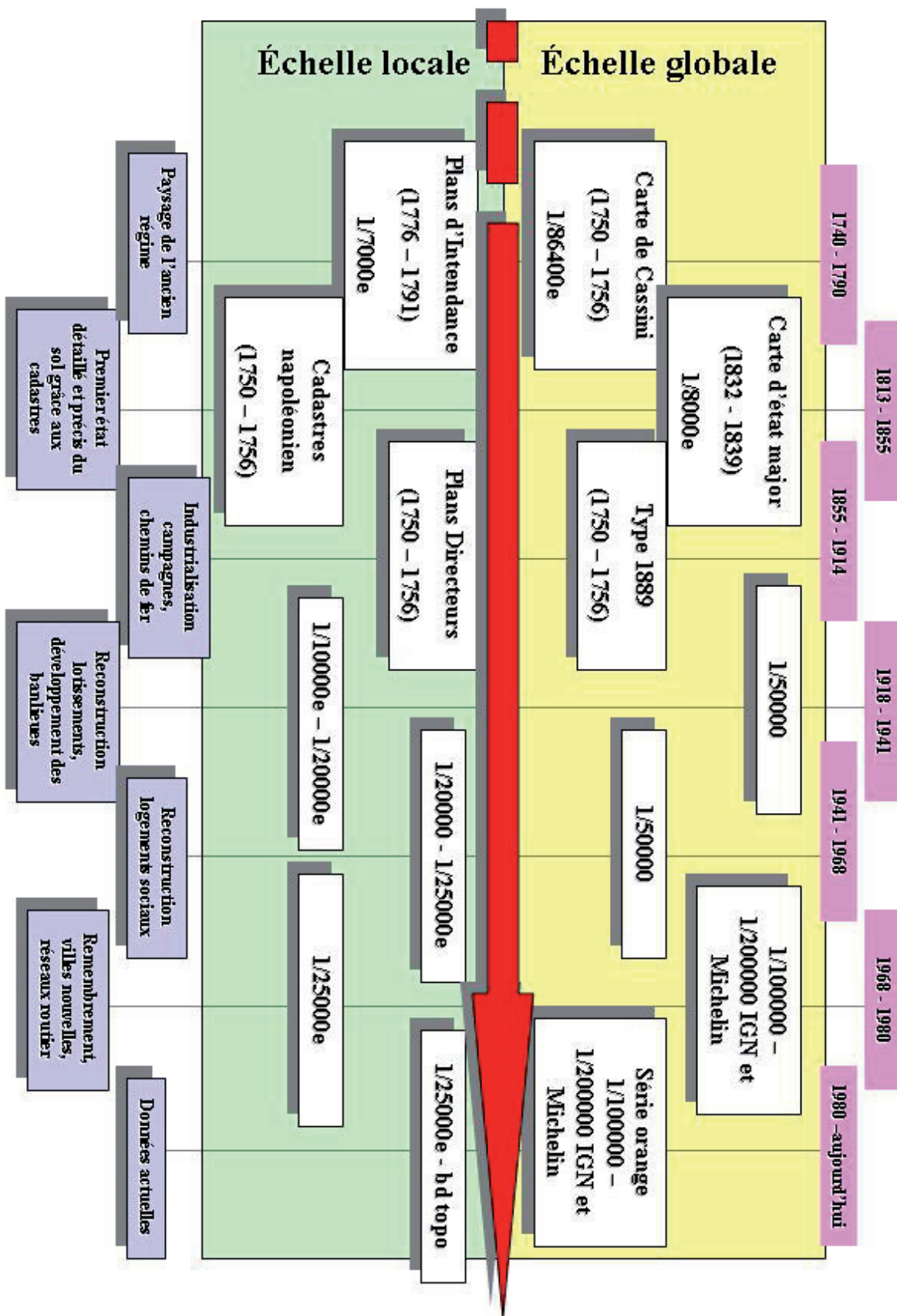


Fig. 52 - L'intérêt de la cartothonèque du Val-d'Oise va au delà de l'intérêt de chacun des fonds qui le compose. La mise en perspective au sein d'un système d'information de l'intégralité de ces documents permet de disposer d'une représentation de l'espace tous les 30 ans du XVIIIe siècle à nos jours. Les fonds une fois organisés, numérisés et géoréférencés sont mobilisables à la demande pour tout projet d'étude.

une base de données permettant une localisation par rapport aux adresses actuelles. Les acteurs départementaux peuvent ainsi disposer sur le territoire de leur projet d'un ensemble documentaire facilement mobilisable et permettant de visualiser sur presque trois siècles les différentes dynamiques qui le structurent (**Fig. 52**).

La logique du développement d'un fond cartographique départemental :

Le développement progressif des problématiques liées à l'espace, l'existence d'un contexte documentaire important, l'utilisation croissante des outils de gestion de l'information localisée numérique et le développement du SIG aboutissent aujourd'hui à une politique de numérisation raisonnée de ces mêmes fonds et à la composition de couches de données de références thématiques couvrant ou ayant vocation à couvrir tout le territoire départemental. On trouvera en annexe le rapport «*Atlas historique du Val-d'Oise*» dans lequel figure [COSTA, ROBERT, FOUCAULT 2007] un descriptif critique des principaux documents cartographiques disponibles dans la cartothèque départementale.

Constitution des données départementales :

Le mode de constitution de ces données peut être soit d'ordre prospectif, soit d'ordre cumulatif. La démarche prospective impose la mise en place, en amont des projets spécifiques, d'une problématique documentaire autonome. Au service archéologique, un certain nombre de fonds couvrant tout ou une grande partie du territoire départemental et jugés pertinents pour le plus grand nombre, ont été acquis puis informatisés de manière systématique. L'aspect cumulatif se réalise progressivement à la suite de plusieurs opérations. Par exemple, dans le cadre de la recherche sur l'implantation de la Chaussée Jules-César [ROBERT 1997], une zone d'étude correspondant au tracé de la Chaussée Jules-César a été définie. Sur celle-ci, on a digitalisé les courbes de niveau qui ont été extraites des différentes feuilles de la carte topographique au 1/5000. Par la suite, dans le cadre d'une autre étude, le même procédé a permis de couvrir une autre zone. Peu à peu, par un processus de cumul, un fond de référence sur le nivellement englobant tout le territoire départemental a été disponible. Ici, c'est la mise en perspective des différents espaces projets qui détermine la construction d'un espace général ou collectif.

Une démarche de projet :

La constitution des données liées à l'échelle départementale possède dans le système général une grande importance car une opération d'informatisation et de traitement de l'information dans une organisation est un projet à part entière. Les cycles de vie des matériels et des logiciels étant courts, seule la cohérence des données et des démarches assure la pérennité d'un projet. Ainsi, en assurant l'égalité de traitement de tout le territoire pour un ensemble de thématiques définies, on assure la cohérence de l'ensemble du système et on s'inscrit dans une perspective de longue haleine.

En effet, en dehors des perspectives collectives (gestion du patrimoine archéologique par exemple), il n'existe pas d'objectifs communs au sein d'organisations dont la légitimité est liée à celle des acteurs qui la composent [PORNON 1997]. Les buts et les objectifs d'un SIG doivent donc cadrer avec cette double contrainte : force de différenciation, qui privilégie l'autonomie de la recherche de chacun des acteurs, et force d'intégration, qui doit permettre à chacun de trouver sa place dans l'organisation générale et de participer à la construction d'un savoir-faire collectif.

Le principe retenu dans le Val-d'Oise a été de développer, en amont de la mise en place de cette

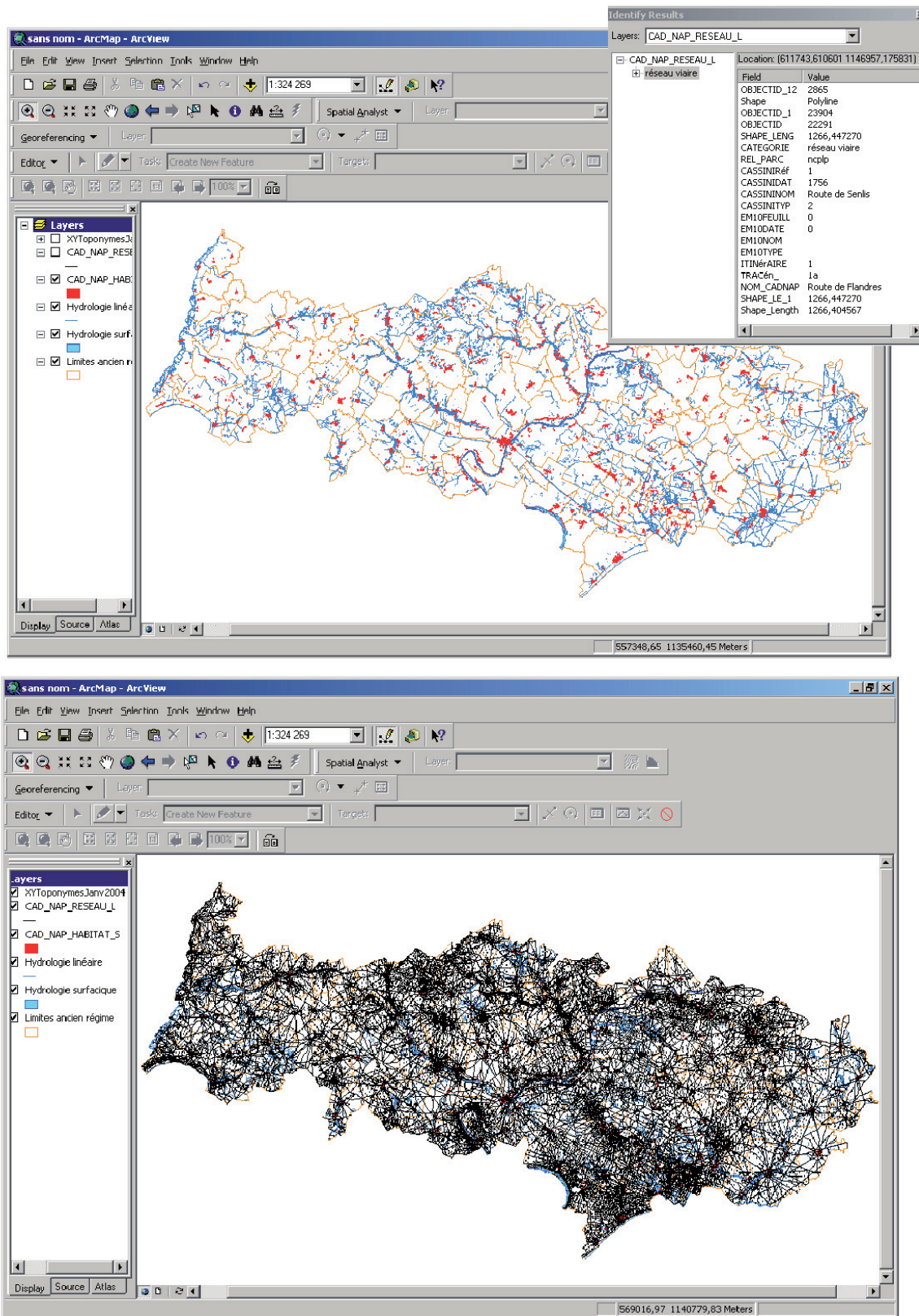


Fig. 53 - Photos d'écran de la carte des réseaux. En haut le réseau hydrologique naturel et anthropique. En bas, le réseau des voies. Chaque objet est associé à une fiche descriptive d'information. La carte des réseaux constitue un exemple unique de vectorisation à large échelle sur 186 communes de l'intégralité des informations traitant des voies, du réseau hydraulique naturel et anthropique, des habitats, des toponymes et des limites administratives à partir des cadastres napoléoniens assemblés et géoréférencés. Cette base qui comporte aujourd'hui plusieurs dizaines de milliers d'objets vecteurs informés est toujours en cours d'enrichissement. Elle constitue la base centrale pour toutes les études sur le paysage dans le Val-d'Oise. Actuellement, la base est en cours de calibrage à partir des bases de données de l'IGN afin d'améliorer la précision géométrique de l'ensemble.

infrastructure technologique commune dont disposent aujourd'hui les acteurs départementaux, des couches de données communes aux différentes disciplines. Ces données possèdent leur propre logique. Leur constitution et leur intégration dans un système d'information dépassent la simple application d'un outil logiciel. A elles seules, elles provoquent une remise en cause de toute la démarche de collecte, de traitement et de redistribution de l'information. A la différence de la carte papier, où l'information est globalement cohérente et nécessairement stable pour l'usage pour laquelle elle a été conçue, la donnée numérique est composite et se définit par la richesse des croisements qu'elle autorise. Ce potentiel est différent selon que la donnée est plutôt active (données vecteurs ou modèles numériques de terrain) ou plutôt passive (données raster) ou encore qu'elle est gérée de manière plutôt graphique ou plutôt sémantique. Le rôle des données de référence est d'abord de fédérer les approches mais aussi d'autoriser le maximum d'utilisations croisées et d'extensions vers d'autres champs de connaissance.

Données départementales, référentiel spatial et données de référence

Un référentiel spatial doit être compris comme un dispositif technique permettant à un utilisateur particulier l'association de données de diverses origines [CNIG, APUR 1998g]. Le référentiel spatial comprend le système de référence qui s'attache aux méthodes et aux normes de localisation d'une information sur la surface de la terre et les données de référence qui sont des ensembles d'objets reconnus et validés. Cette notion réactualise la notion de carte de base en prenant en compte la spécificité de l'information numérique localisée.

Au SDAVO, plus que par la mise en place d'une infrastructure technologique qui n'est intervenue que dans un second temps, celle d'un tel cadre de référence est passée par le développement d'une politique d'acquisition documentaire et par la numérisation systématique d'un certain nombre de données qui ont permis de constituer des données de référence. Ces données, qui sont d'ordre thématique pour la plupart, deviennent alors les garants de la cohérence du système et facilitent l'acquisition de la culture technique commune nécessaire au développement de projets cohérents dont la somme constitue le système d'information archéologique. Ces données sont composées par des ensembles d'objets particuliers dont la description est spécifiée, la qualité de localisation est connue, la stabilité probable et l'identification aisée. Lorsqu'elles sont thématiques, elles correspondent à des domaines de préoccupation spécifiques (chemins et voies du cadastre napoléonien, toponymes, masses parcellaires) et se distinguent des données de référence d'un territoire qui correspondent à un tronc commun : les données administratives, topographiques... Outre leurs fonctions thématiques, ces données servent à la localisation d'autres objets thématiques. Les données topographiques par exemple, permettent de catégoriser les autres données et de définir des groupes de répartition en fonction des altitudes.

En ce sens la mise en place d'une démarche de catalogage constitue un noeud nécessaire au développement de tout système d'information particulièrement lorsqu'il s'inscrit dans le cadre d'un projet de longue durée et qu'il est susceptible de fédérer des acteurs d'horizons multiples. C'est dans cette perspective que nous avons développé dans le cadre du SIGVO un outil spécifique à nos applications. La réalisation d'un catalogue répond au souci de connaître soi-même et faire connaître à d'autres les principales caractéristiques des produits dont dispose un service, une équipe et qu'il ou elle peut proposer à la diffusion. Il offre ainsi la possibilité de trouver la donnée utile parmi une offre variée.

Cette question a été posée, parmi d'autres, par les géomaticiens. Elle a donné lieu à l'adoption par le Conseil de l'Europe d'une directive : INSPIRE. Celle-ci va constituer le cadre de

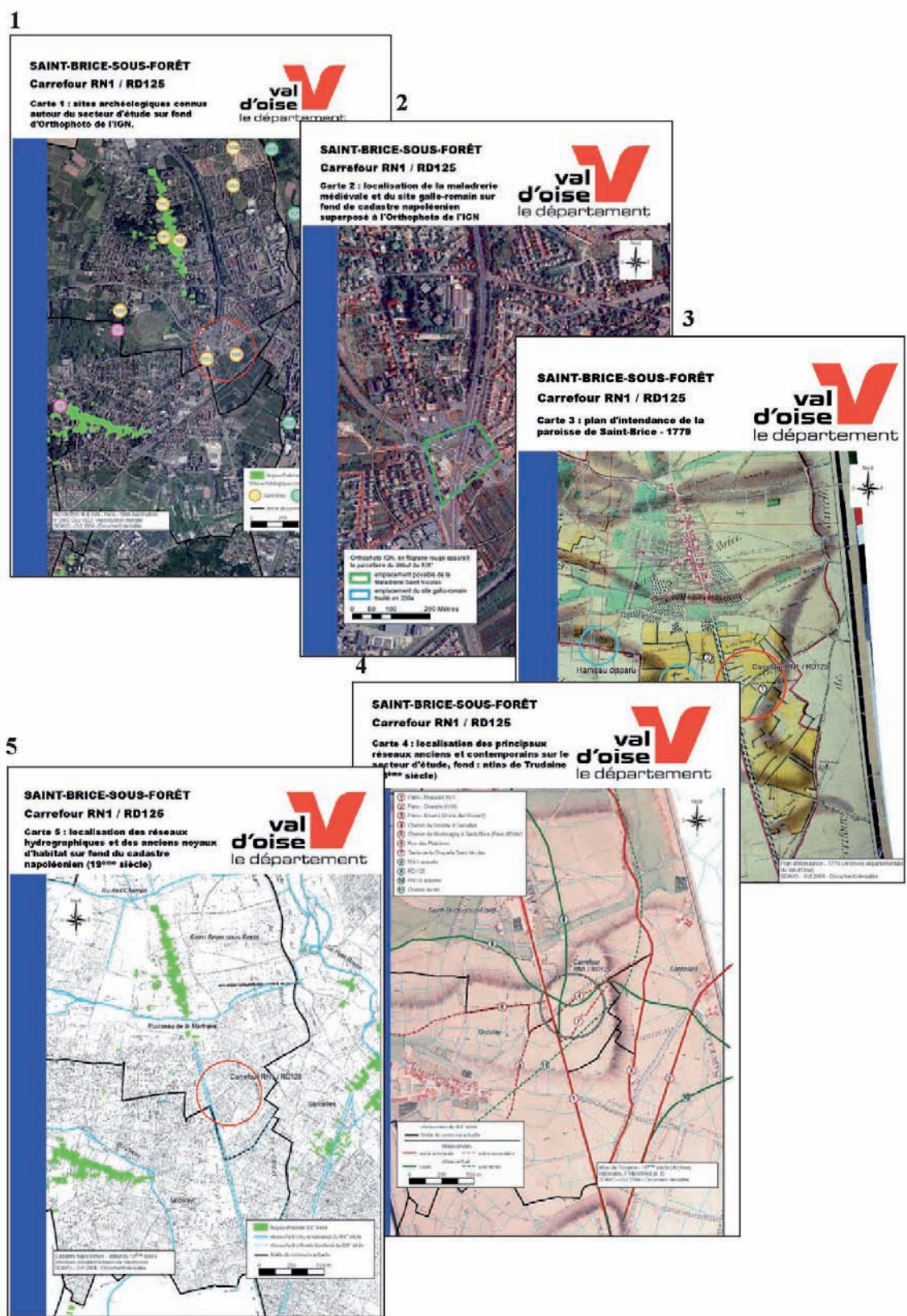


Fig. 54 - Exemples de productions cartographiques normalisées destinées au dossier d'un aménagement de carrefour routier (Saint-Brice-sous-forêt RN1 / RD125). Différents documents composent ce dossier : 1 - l'emprise du projet sur la photographie aérienne de l'IGN avec les données de l'inventaire archéologique ; 2 - le même espace sur fond photo IGN avec les données cadastrales actuelles superposées ; 3 - Le plan d'Intendance (XVIII^e) géoréférencé permettant de visualiser l'occupation du sol moderne sur l'emprise du projet ; 4 - L'Atlas de Trudaine (XVIII^e) et les voies de la carte des réseaux ; 5 - Le réseau hydraulique de la carte des réseaux sur les fonds Napoléoniens. L'intérêt des données de référence est qu'elles sont mobilisables en fonction des besoins et qu'elles permettent de construire sa carte à la demande.

Fig. 55 - Vue de l'interface de saisie du module de métadonnées du Conseil général du Val-d'Oise.

référence à l'avenir pour le développement des bases de données dans les pays Européens. Elle prévoit notamment la mise en place de la norme ENV 12657, intitulée « *Information Géographique - description de données - métadonnées* ». Elle a été traduite en norme française par l'AFNOR qui définit les informations nécessaires ou souhaitables, appelées métadonnées, décrivant les caractéristiques d'un lot de données géographiques.

Les métadonnées y sont définies comme « *des informations décrivant les données* ». Cette définition assez vaste est précisée dans la norme par une spécification détaillée des informations à saisir. Cela comprend les informations relatives au contenu, à la structure de la base, à son étendue, au système de référence spatiale utilisé, à la qualité et aux conditions d'accès à ces données, ainsi que les coordonnées de tout organisme jouant un rôle vis à vis des données. Il est prévu aussi que chaque objet et attribut du lot de données soit décrit en faisant référence aux termes d'un thésaurus géographique.

La norme répond ainsi clairement à des besoins aussi divers que la documentation (au sens informatique du terme), le catalogage ou à la simple information. Elle prévoit pour cela plus de 150 champs d'information différents, dont une bonne vingtaine sont obligatoires.

En 1998, un outil logiciel permettant de manipuler les métadonnées retenues par l'AFNOR, dénommé REPORTS®, a été développé par le CERTU pour le compte du CNIG et de l'AFNOR.

Cet outil développé sur plate-forme Windows®, sous le logiciel de base de données Access®, ne répondait pas pleinement à nos besoins. En effet, compte tenu des habitudes de travail des membres de l'équipe, il est apparu plus pertinent de re-développer, en partant de la base conceptuelle de l'outil REPORTS®, une version de l'outil de catalogage, multiplate-

forme, faisant la synthèse entre des normes internationales, le cadre d'application prévu et les besoins spécifiques de notre équipe.

Une version 1, a donc été spécifiée et implémentée sous le logiciel File Maker pro® (**Fig. 55**). Il s'agissait alors d'un outil minimaliste, permettant principalement la saisie, la consultation et l'import-export des fiches de métadonnées. Une seconde étape a été franchie lors du développement du module de métadonnées du CG 95. Programmé à l'aide du langage de développement Visual Basic®, le dictionnaire des métadonnées s'intégrait directement au sein de l'outil logiciel SIG à savoir Arc-GIS®. Des interfaces prédéterminées permettent de saisir l'intégralité des champs des métadonnées et de les rattacher directement sous la forme d'un fichier XML aux couches d'informations. Ainsi la métadonnée reste associée étroitement à son fichier et tout transfert de données entraîne le transfert simultané des fiches de métadonnées associées. Par ailleurs, l'utilisation du format de stockage XML rend possible la lecture et l'import des métadonnées saisies dans le module du Conseil Général dans tout autre outil de gestion des métadonnées.

Le but recherché n'est pas de produire un seul et unique outil de catalogage de données géographiques, mais bien de proposer aux utilisateurs potentiels un outil minimal et facile d'accès, leur permettant très rapidement de mettre en œuvre la démarche. L'outil est simple d'accès avec une saisie guidée et doté de moyens d'import et d'export basés sur des standards : les formats de ces données sont publics, leur structure répond à des normes internationales afin de permettre à d'autres logiciels plus sophistiqués ou plus adaptés d'échanger selon ce format.

6.2.3 – VERS UNE LOGIQUE DE GESTION DE PROJETS

6.2.3.1 - La gestion des sites et du patrimoine archéologique à l'échelle d'une commune : la carte archéologique de Beaumont-sur-Oise

Résumé : La réactualisation du POS de la commune de Beaumont-sur-Oise, densément occupée de l'Antiquité jusqu'à l'époque contemporaine, a été l'occasion de construire une base de données communale de gestion de l'information archéologique et historique. L'examen de la structure et du fonctionnement des données, illustre l'influence des logiques de développement des outils sur les modes de traitement de l'information.

FICHE SIGNALÉTIQUE

Responsables scientifiques en archéologie : D. VERMEERSCH (secteur antique), Ch. TOUPET (secteur médiéval)

Responsables scientifiques du projet cartographique : L. COSTA, M. GAULTIER

Ressources d'appui : F. JOBIC, M. WABONT, S. ROBERT



Fig. 56 - Schéma de localisation

La commune de Beaumont-sur-Oise est localisée sur la rive gauche de l'Oise au Nord du département du Val-d'Oise. La ville s'organise à l'intérieur d'un vaste méandre de la rivière. Les vestiges archéologiques sont nombreux et bien connus.

Une petite agglomération antique, dont la création remonte au I^{er} siècle a été abandonnée progressivement à partir du IV^e siècle. Le noyau

d'habitat s'est alors déplacé sur l'éperon rocheux où, au IX^e siècle, la forteresse de Beaumont-sur-Oise a été érigée. Elle a été démantelée aux XVII^e-XVIII^e siècles.

En 1810, des travaux destinés à l'amélioration de la navigation de l'Oise ont mis au jour, à la hauteur du lieu-dit des *Prés-de-Thury*, sur la zone correspondant à l'occupation antique, divers objets (poteries, monnaies, armes et une paire de poinçons monétaires) et des restes de constructions interprétés comme les vestiges d'un pont romain. D'autres découvertes au XIX^e et au début du XX^e siècle ont confirmé l'importance du site antique. Comme dans beaucoup de petites villes françaises, les années 1970 ont été celles du développement urbain. Les premières fouilles de sauvetage, exécutées en 1970 par G. DUCOEUR sur la zone antique, ont été suivies en 1983, par un premier sauvetage programmé assuré par M. WABONT. Cette intervention allait être suivie de dix-sept années de présence ininterrompue du service départemental d'archéologie. Des tranchées de sondages faites en 1988-89 par D. VERMEERSCH (SDAVO) et Ch. PELLECUER (Service régional de l'archéologie d'Ile-de-France), en préalable à l'extension du cimetière et à la construction de l'actuel lycée, ont confirmé la présence d'un habitat dense et d'un ensemble monumental (théâtre...) déjà perçu par photographie aérienne. Depuis cette date, plus de dix campagnes de fouilles se sont succédées et complètent les connaissances de la structure urbaine de l'agglomération antique.

Parallèlement, le projet de construction d'un marché couvert sur l'emplacement du château et du prieuré Saint-Léonor a motivé la réalisation des fouilles de sauvetage qui ont duré six ans sous la direction de Ch. TOUPET. Ces travaux ont permis d'explorer une importante partie du prieuré et de la place du château et de mieux comprendre l'organisation de ce site castral.

Après l'inscription des ruines du château sur la liste supplémentaire des Monuments historiques (1933), le reste des constructions encore en élévation ainsi que les sols archéologiques ont été classés en février 1996 à la demande de la municipalité propriétaire et avec le soutien du service archéologique du Val-d'Oise.

La carte des indices d'occupation de Beaumont-sur-Oise

Le premier exemple de synthèse cartographique des indices d'occupation humaine que nous avons pu retrouver remonte à l'année 1979. Produit sur l'initiative de la Société Beaumontoise de Recherche Archéologique (SBRA) et de son président G. HOULBERT¹¹ ; le document se présente sous la forme d'une planche de la carte topographique de l'Ile-de-France au 1/5000 au format grand aigle sur lequel sont ajoutées manuellement, sous forme de zonages annotés de numéros de fiches, les données archéologiques connues (Fig. 57).

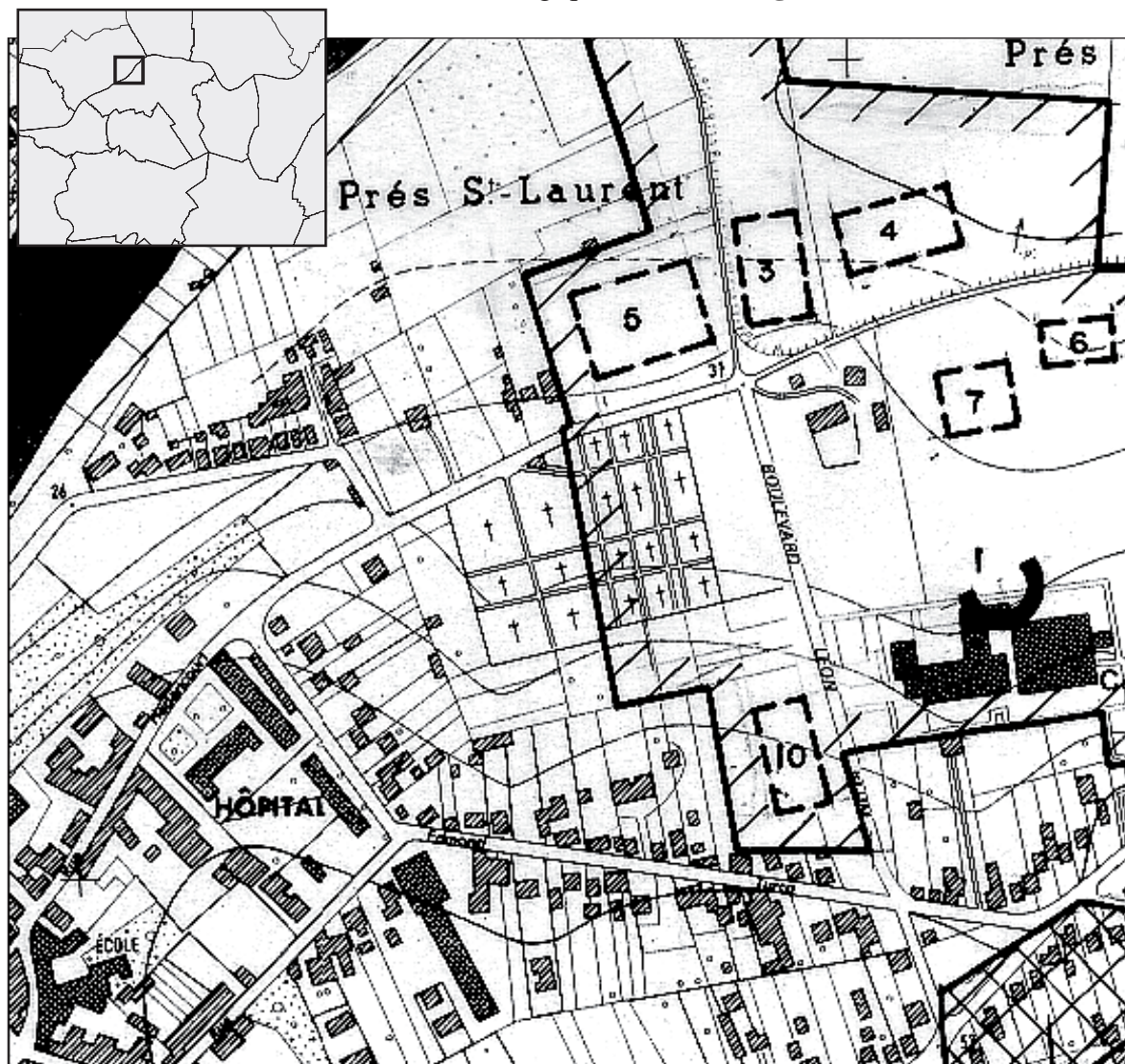


Fig. 57 - En dehors du document produit par la Société Beaumontoise de Recherche Archéologique (SBRA), aucune synthèse cartographique générale des indices archéologiques sur la commune de Beaumont-sur-Oise
11 - G. HOULBERT alors président de la SBRA a été réalisé (document : SBRA, 1979)

En dehors de ce document, aucune synthèse cartographique nouvelle n'a été produite avant 1999, les archéologues préférant développer des documents thématiques, centrés sur les différents pôles préhistorique, antique et médiéval.

Le développement de la base de données cartographiques de Beaumont-sur-Oise, commencée en 1998, a marqué une nouvelle étape dans la gestion de l'information de ce site. En effet, jusqu'alors, seule l'appartenance des responsables d'opération au même service permettait de faire le lien entre les données du secteur antique (projet régional) et celles du secteur médiéval (projet municipal). L'expression de nouveaux besoins en termes de gestion et de recherche a été déterminante dans la construction d'une problématique visant à gérer cette masse importante d'informations de manière unifiée au niveau du territoire de la commune

Problématique de gestion du patrimoine communal

L'application générale de gestion de l'information a été conçue selon un double schéma :

Dans un premier temps, elle devait répondre à un besoin de synthèse des données sur le territoire de la commune. Un outil de gestion, permettant de regrouper l'information et de produire des documents synthétiques sous forme de cartes a donc été construit.

Par la suite, pour répondre à la demande de la mairie, dix documents thématiques développant successivement tous les aspects à intégrer dans la procédure administrative ont été édités.

Dans un second temps, l'objectif poursuivi visait à construire un outil cadre pour la recherche, où toutes les données liées aux différents travaux archéologiques (fouilles, sondages, travaux d'archives, travaux sur les cartes anciennes) puissent être regroupées. Ainsi, d'une problématique de gestion de l'opération de fouille, on passait à une optique de gestion du patrimoine communal. En effet, la segmentation des interventions et des recherches conduit aujourd'hui à la séparation en unités artificielles (zone de fouille antique/zone de fouille médiévale), d'un ensemble de données qui n'existe que dans la continuité. Celle-ci s'inscrit dans l'espace (géographique) et dans le temps (histoire et chronologie). La problématique de restitution spatiale de la donnée reste alors le meilleur moyen de dépasser le niveau de l'opération et de fédérer les différentes approches.

En développant une base de données cartographiques numérique répondant aux besoins de gestion de l'information et en mettant l'accent sur l'aspect spatial de la donnée, nous avons tenté de construire un outil qui soit utile pour une approche globale du territoire de la commune, mais aussi cadre et fédérateur pour les différentes opérations archéologiques qui ont pu et qui pourront s'y développer.

La première étape, visant à constituer un cadre de référence spatial et une application de gestion synthétique de la donnée a été réalisée. Malheureusement l'intégration complète et la publication des données de fouille n'est encore à ce jour qu'un projet...

Procédures d'intégration

L'intégration des données dans le système a suivi trois étapes (**Fig. 58**) :

1. La collecte primaire a visé à constituer le cadre général de la base de données. Le cadastre actuel au 1/2500 a été vectorisé et constitue le support de référence pour les opérations de localisation.



Fig. 58 - Les étapes de constitution de la carte de base : 1 – constitution du fond de référence ; 2 – enrichissement du fond par l'acquisition des données environnementales ; 3 – intégration des données du patrimoine.

2. D'autres données thématiques sont venues enrichir ce premier fond : les courbes de niveau issues de la carte topographique de l'IGN au 1/25000, les données des sondages géotechniques, les données de la carte géologique du BRGM au 1/50000.
3. Enfin, les données historiques et archéologiques de l'inventaire départemental ont été intégrées.

A l'issue de ces trois étapes, la mise en relation de l'ensemble des couches thématiques a permis de dépasser ce travail d'intégration des données primaires pour passer à la production de nouvelles données. Les zonages de densité de vestiges ont été construits par compilation de l'ensemble des couches.

En terme d'échelles, les données peuvent se séparer en deux groupes qui correspondent à deux visions du territoire :

- La première perçoit l'unité archéologique au niveau de sa localisation dans les parcelles. Elle joue sur le rapport entre l'information liée au cadastre et l'information de l'inventaire.
- La seconde s'attache à définir une vision globale de la commune. Elle se détache du niveau de la parcelle pour définir des zonages et percevoir une répartition générale des vestiges.

Ces données ont été principalement développées autour d'une problématique de gestion. Elles se distinguent en fonds de localisation ou fonds de référence, des données thématiques complémentaires et des données principales. Le choix de formalisation (ligne-point-surface), le mode et le niveau de saisie des informations de ces trois groupes de données découlent de leur statut. Dans l'exemple de Beaumont-sur-Oise, le nombre de champs d'information est généralement peu développé (entre trois et dix). Les données de localisation, plus nombreuses, sont aussi celles qui sont les moins développées au niveau des champs d'information. En revanche, les données de l'inventaire possèdent un nombre d'objets moyen, mais un nombre

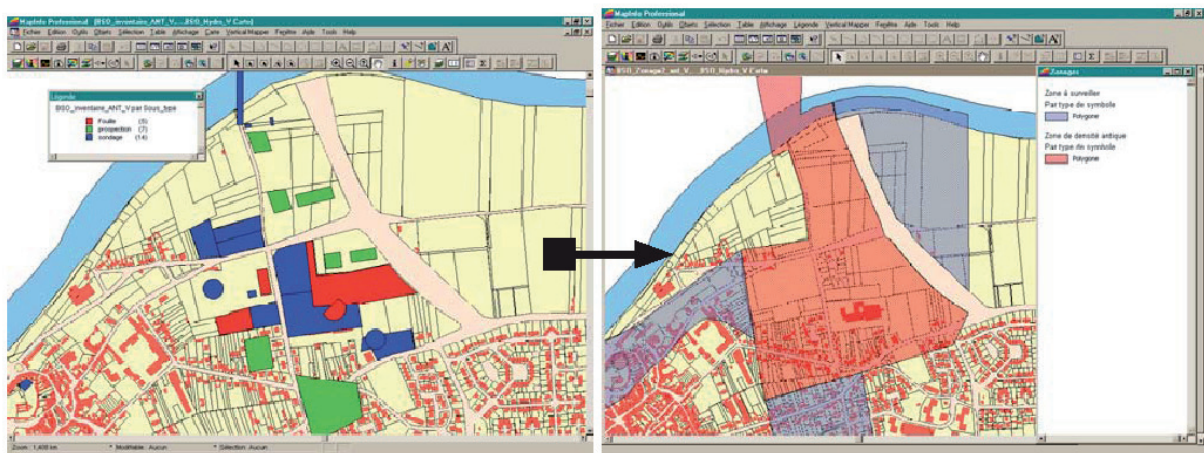
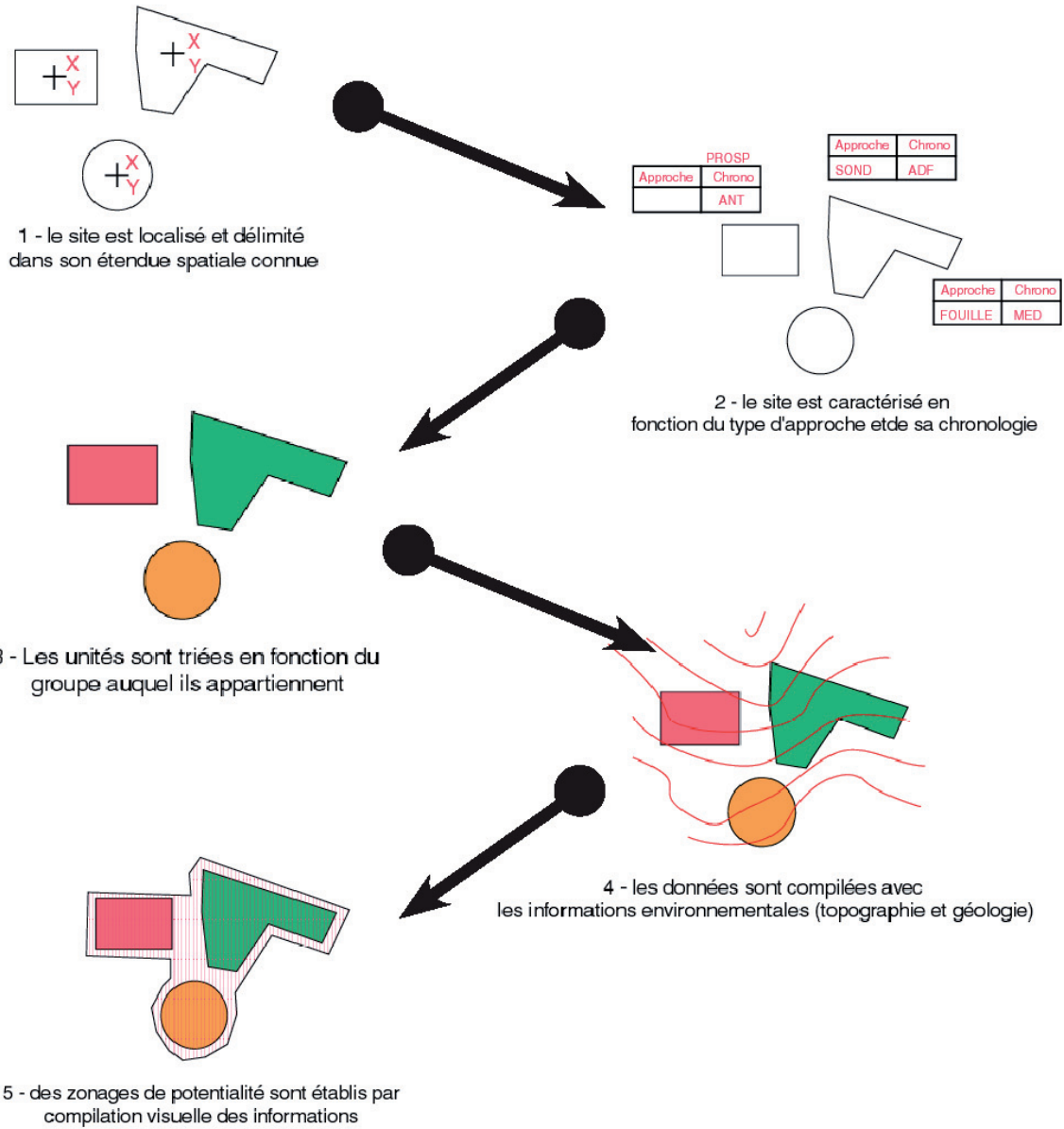


Fig. 59 - Deux procédures cohabitent : l'une automatique par tri s'appuie sur les fonctionnalités du SIG, l'autre par compilation visuelle de la donnée intègre la connaissance du terrain que possèdent les archéologues.

élevé de champs d'information. D'autre part, l'état de saisie de ceux-ci (complet pour la plupart) montre que ces champs sont des champs actifs car ce sont sur eux que vont s'effectuer les opérations de tri et d'analyse. Dans ce cas de figure, la donnée graphique ne se suffit pas à elle-même.

En résumé, cet exemple nous montre la cohabitation de données passives et de données actives. Les premières ne possèdent que peu de données sémantiques liées et se définissent avant tout par leur forme dans l'espace. Par exemple, une parcelle est une zone signifiante par son étendue et sa localisation. A l'opposé, les données qui se rattachent à l'inventaire nécessitent le développement et le maintien de champs d'information qui puissent permettre de faire une sélection thématique. Elles constituent les données actives.

Chacun des sites est représenté sous forme d'un polygone qui est délimité au niveau de la parcelle. Ces polygones sont caractérisés en fonction du type d'acquisition de données (fouille, sondage, archive...) puis de la chronologie principale reconnue (préhistoire, protohistoire, antiquité, médiéval, moderne). Ces unités sont ensuite triées en fonction du groupe chronologique auquel ils appartiennent, et de nouveaux polygones délimitant l'étendue et la densité de vestiges de chaque ensemble sont alors produits.

Si le tri peut se faire de manière automatisée, en revanche la réalisation du zonage et son attribution à une valeur de densité doit se faire par interprétation visuelle des données. C'est en croisant les données disponibles mais surtout en s'appuyant sur la connaissance du territoire que peuvent avoir les différents archéologues ayant travaillé sur Beaumont-sur-Oise, que les limites des différents zonages ont été appréciées.

On a donc deux procédures de travail qui cohabitent : l'une est assistée par ordinateur et s'attache à faire des tris en fonctions de thématiques prédéterminées, l'autre qui s'appuie sur la première, privilégie une approche visuelle d'analyse de la donnée (**Fig. 59**).

Les orientations de la problématique déterminent le mode de formalisation et de traitement de la donnée. Dans notre exemple, la donnée a été traitée dans l'optique de répondre à un document administratif : le POS (**Fig. 60**). Ce document définit les droits et les contraintes attachés à chaque parcelle du territoire d'une commune.

Deux échelles de travail s'imposaient donc d'elles-mêmes :

- La parcelle : c'est le niveau de référence pour la localisation et la formalisation de la donnée. Les données de l'inventaire du patrimoine et les limites d'emprise des travaux ont été définies et placées au niveau des parcelles.
- La commune : ce niveau a permis de visualiser de manière synthétique la répartition des données.

Ces deux échelles de perception ne fonctionnent pas l'une sans l'autre et s'influencent réciproquement. Le choix d'un type de représentation se construit en fonction de l'axe problématique et du niveau de référentiel spatial choisi.

Un outil de gestion de l'information et d'intégration des données dans les programmes d'aménagement

C'est dans le même esprit qu'un travail d'intégration des données liées au patrimoine archéologique dans les procédures d'aménagement a été réalisé à la suite de cette étude. Le réaménagement en parking de la place du château située au cœur de la ville médiévale et la construction d'un marché couvert à proximité durant les années 2000, ont été l'occasion pour la mairie - aménageur, et les archéologues du service (Ch. TOUPET et L. COSTA) de

534

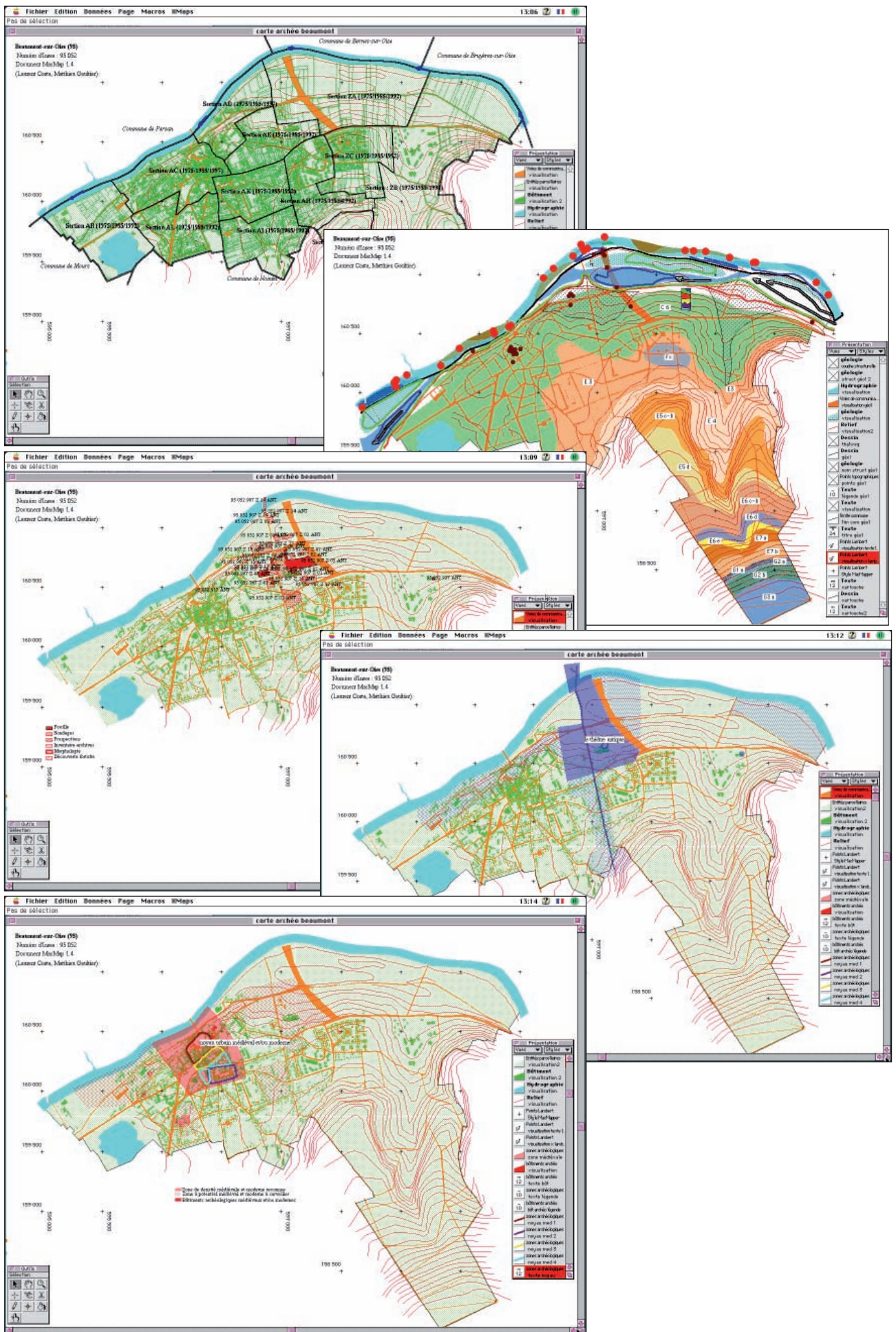


Fig. 60 - Photos d'écran de la base de données géographique. Au sein d'une même base de données les informations peuvent être visualisées sous de multiples points de vues : des données de référence aux vues des inventaires de données jusqu'aux présentations des cartes de potentiels...

construire ensemble un projet.

Il a permis de réinscrire et de faire réapparaître dans l'organisation des flux routiers qui passent par le centre ville les remparts du château médiéval. Ils étaient jusqu'alors recouverts par le bitume de l'ancien parking. Ainsi, les sections du rempart aujourd'hui disparues ont été symbolisées par la construction d'un chemin piétonnier en pierres calcaires autour duquel les stationnements ont été organisés. Les remparts du château encore en place ont été dégagés et un espace vert aménagé à leur base. Enfin, le donjon conservé sur un étage a été exploité comme boutique par un bouquiniste. Le reste de la forteresse devrait par la suite être aménagé en parc et ouvert au public.

Archéologie et aménagement ont fait dans ce cas de figure bon ménage. La démarche cartographique, le système d'information et tout le travail de formalisation et d'adaptation de l'information ont été les fruits d'une collaboration qui s'est exprimée concrètement à travers l'aménagement de la place du château. Celui-ci n'est pas le premier exemple d'intégration des données patrimoniales dans le cadre d'un projet à Beaumont-sur-Oise, puisque à la demande du Conseil Régional et de la municipalité, le théâtre antique fouillé en 1994 a été intégré dans la construction de l'actuel lycée Evariste Galois.

Comme souvent, les sites archéologiques présentent un double intérêt : comme source de connaissance (apport à la recherche), mais aussi comme potentiel culturel (valeur ajoutée pour les aménagements, possibilité de restitution multiforme...). Aussi, le travail d'enquête archéologique ne doit pas être exclusivement destiné à la communauté scientifique. Relayé par une vision synthétique que les systèmes d'information favorisent, il autorise une réflexion commune sur la valorisation des vestiges. Ici, il a permis de redonner une signification à un ensemble historique et de l'intégrer dans une topographie urbaine actuelle en faisant ressurgir des éléments du paysage ancien. Cette démarche permet donc d'entretenir une relation entre la conservation d'un site ancien et les impératifs de développement imposés par les logiques urbaines.

Les données, nécessairement résumées à l'extrême dans notre cas de figure, ne laissent pas place à des thématiques trop spécialisées. L'intégration future des données des fouilles anciennes et récentes va poser de nouveaux problèmes qui n'ont pas encore été abordés dans le cadre de ce projet. Par exemple, la diversité des indices repérés, la stratification intense de l'occupation (jusqu'à deux mètres) et son amplitude chronologique (du paléolithique à l'époque moderne) sont quelques-unes des questions qui devront être résolues.

6.2.3.2 - Stratigraphie des formations alluviales et archéologie : la plaine alluviale de l'Oise

Résumé : Entre 1989 et 1998, à l'initiative de Ph. SOULIER, le SDAVO a mis en place une seconde étude géomorphologique et cartographique sur le Val-d'Oise, afin d'approfondir la connaissance des terrains quaternaires en Val-d'Oise en relation avec les données archéologiques.

Cette étude menée par V. KRIER (AFAN) fit l'objet d'un premier rapport en 1996 et d'une publication finale présentée en 2004. Elle propose des éléments nouveaux sur les formations alluviales et la morphologie de la vallée de l'Oise. Grâce au système d'information géographique (SIG) développé par le SDAVO, les données obtenues ont été confrontées à la carte archéologique départementale, optimisant l'analyse spatiale du territoire occupé et l'évaluation des gisements.

La mise en place d'une base de données cartographiques utilisant une procédure de gestion et de formalisation de la donnée géographique différente de celles développées dans les précédents cas de figures montre que la cohérence d'un système d'information tient plus au cadre général de l'étude qu'au contexte technique stricto-sensu.

Fiche signalétique

Responsable scientifique en archéologie : V. KRIER (Géomorphologue)

Responsable scientifique du projet cartographique : L. COSTA

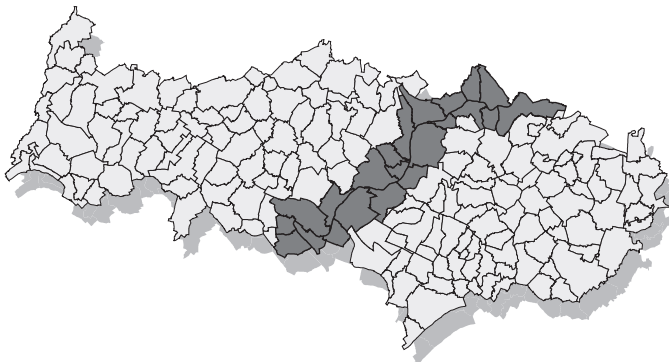


Fig. 61 - Schéma de localisation

Depuis une vingtaine d'années, la notion de site archéologique, définie par un ensemble de témoins matériels, s'est élargie aux données sédimentaires et paléoécologiques révélatrices du contexte environnemental des découvertes et des relations passées entre l'homme et son environnement. Plus récemment, l'étude de la morphologie des paysages, à travers notamment celle

de la cartographie historique, est venue compléter cette approche en révélant d'anciennes formes du relief ou les empreintes d'anciennes activités humaines.

De nouvelles données sont ainsi accessibles. Elles participent à une meilleure interprétation des vestiges archéologiques et à leur datation, favorisent la compréhension des modalités d'occupation d'un territoire au cours du temps et, en amont des découvertes, contribuent à l'évaluation du potentiel archéologique du sous-sol dans le cadre de l'archéologie préventive.

Pour mieux prendre en compte cette dimension environnementale dans la gestion du patrimoine archéologique, le service départemental d'archéologie (SDAVO) a fait réaliser une étude sur la géologie du Quaternaire en Val-d'Oise en partenariat avec le Centre de géomorphologie de Caen (CNRS). Menée entre 1989 et 1991 par P. LEBRET et H. HALBOUT [LEBRET, HALBOUT 1991] (Fig. 62), ce travail est venu combler les données lacunaires sur les formations superficielles, milieu de conservation des vestiges par nature, en établissant les bases d'un référentiel stratigraphique nouveau (Fig. 63). Il est à la base d'une meilleure compréhension de la géomorphologie générale du territoire et enrichit les éléments diagnostics pour l'évaluation de son patrimoine archéologique enfoui.

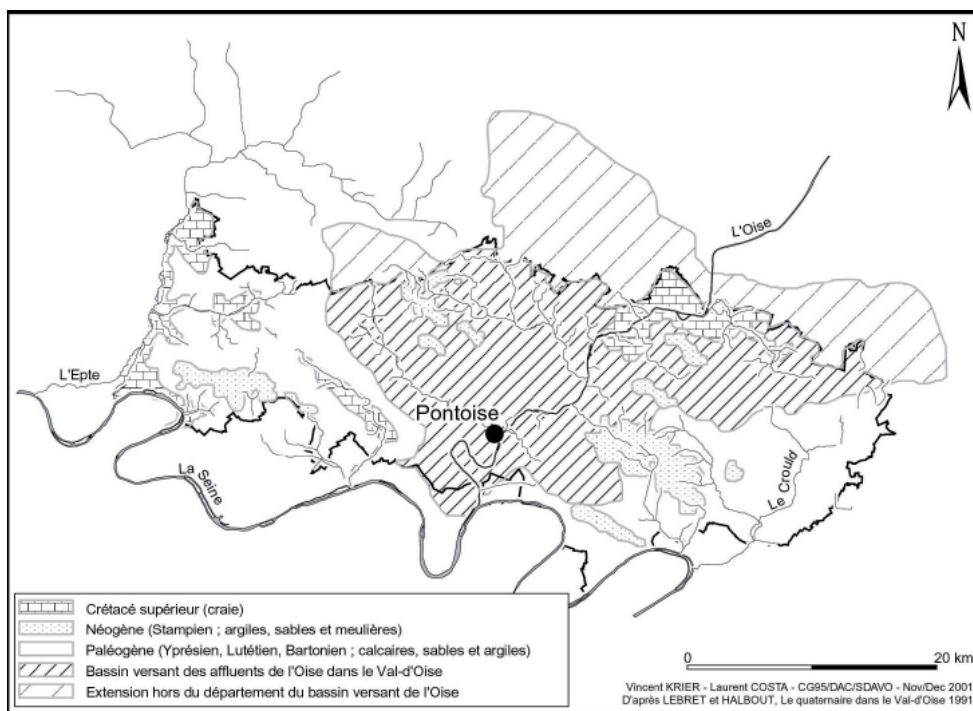


Fig. 62- Le bassin de l'Oise et les formations du substratum géologique sur le département du Val-d'Oise [LEBRET, HALBOUT 1991].

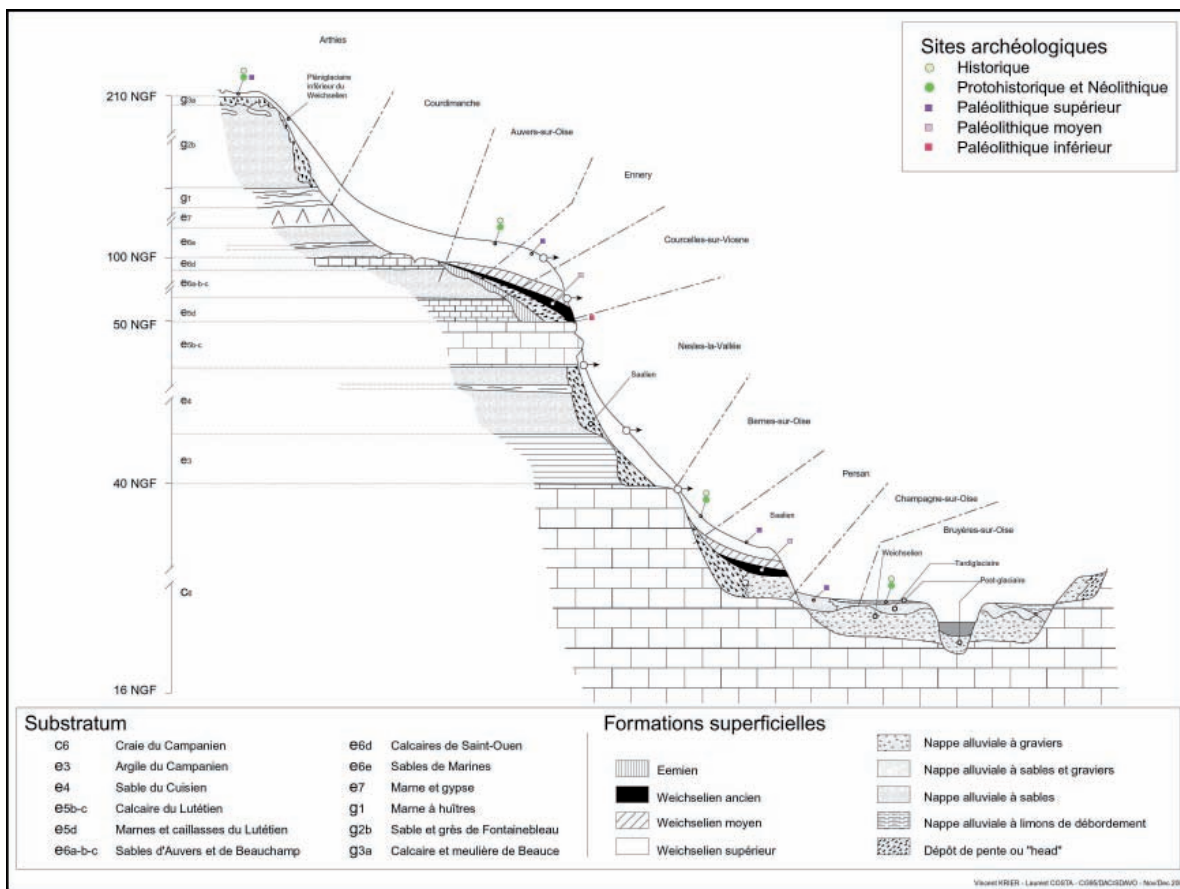


Fig. 63 - Profil synthétique du substratum géologique du Val-d'Oise, des formations superficielles et des niveaux archéologiques qui leur sont associés, tel qu'il peut être déduit de l'inventaire géologique de 1991, d'après [LEBRET, HALBOUT 1991].



Fig. 64 - Photographie des inondations de l'Oise durant l'hivers 1994. Suite à ces inondations, le SDAVO a réalisé un survol de toute la vallée en hélicoptère. L'inondation a permis de compléter les cartes topographiques existantes et de constituer un fond de référence sur les inondations et pour l'étude géomorphologique (photographie SDAVO 1994 - Ch. TOUPET)

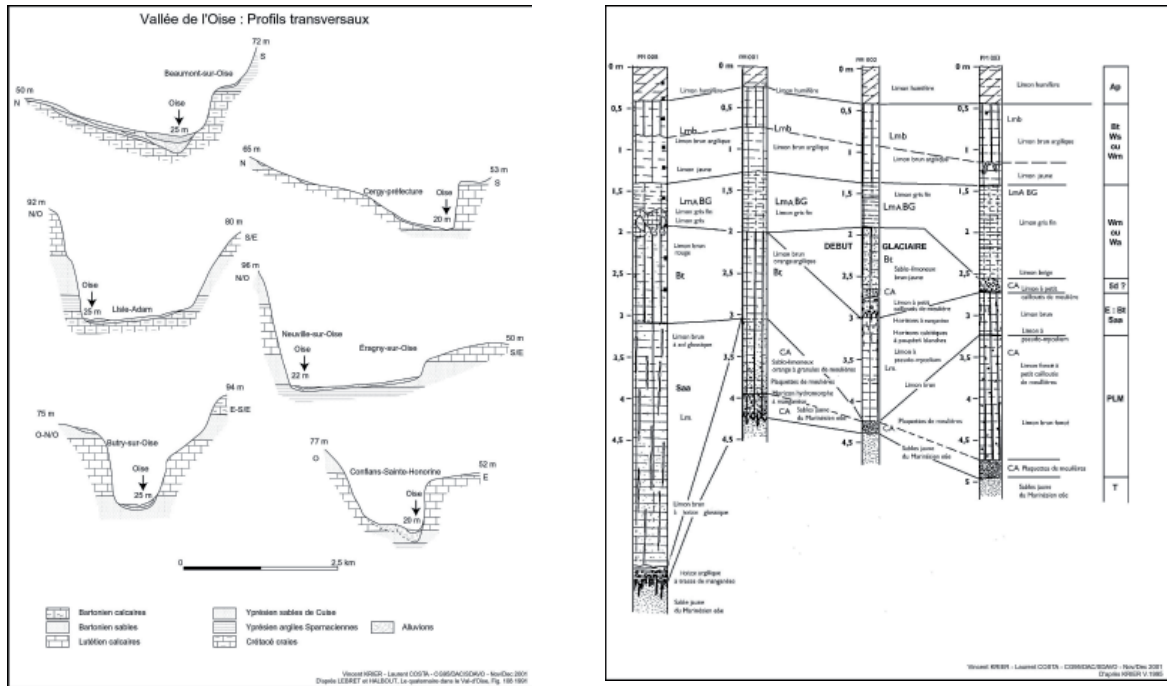
Entre 1989 et 1998, le SDAVO s'est engagé dans une seconde étude géomorphologique et cartographique sur le Val-d'Oise, afin d'approfondir la connaissance des terrains quaternaires en Val-d'Oise en relation avec les données archéologiques. L'étude fut menée par V. KRIER (AFAN) en collaboration avec les membres du service archéologique. On y propose des éléments nouveaux sur les formations alluviales et la morphologie de la vallée de l'Oise.

Le domaine d'étude : le fond de vallée de l'Oise

La diversité des contextes géographiques du territoire valdoisien ont conduit V. KRIER à centrer son étude sur la plaine alluviale de l'Oise, en regard de la richesse informative des fonds de vallée, des points de vue strati-sédimentaire et archéologique et de leur fragilité face aux exploitations de matériaux ou aménagements divers. Des données ont toutefois été recueillies sur d'autres secteurs du département.

Dès son origine, l'objectif de ce projet a été de construire un ensemble de quatre cartes documents ou cartes-références développant des informations de base :

- La cartographie des fréquences de retour de crues. Ce document délimite dans le lit mineur de l'Oise des zones soumises à inondation (**Fig. 64**). Quatre zones ont été définies : zone 1 à risque d'inondation annuelle, zone 2 à risque d'inondation de plus d'une fois tous les dix ans, zone 3 à risque d'inondation de moins d'une fois tous les dix ans à une fois par siècle, zone 4 correspondant à la limite supérieure des crues dites séculaires.
- Cartographie des unités morphologiques : Découlant du document précédent et des données topographiques recueillies sur les plans historiques, seize unités



539

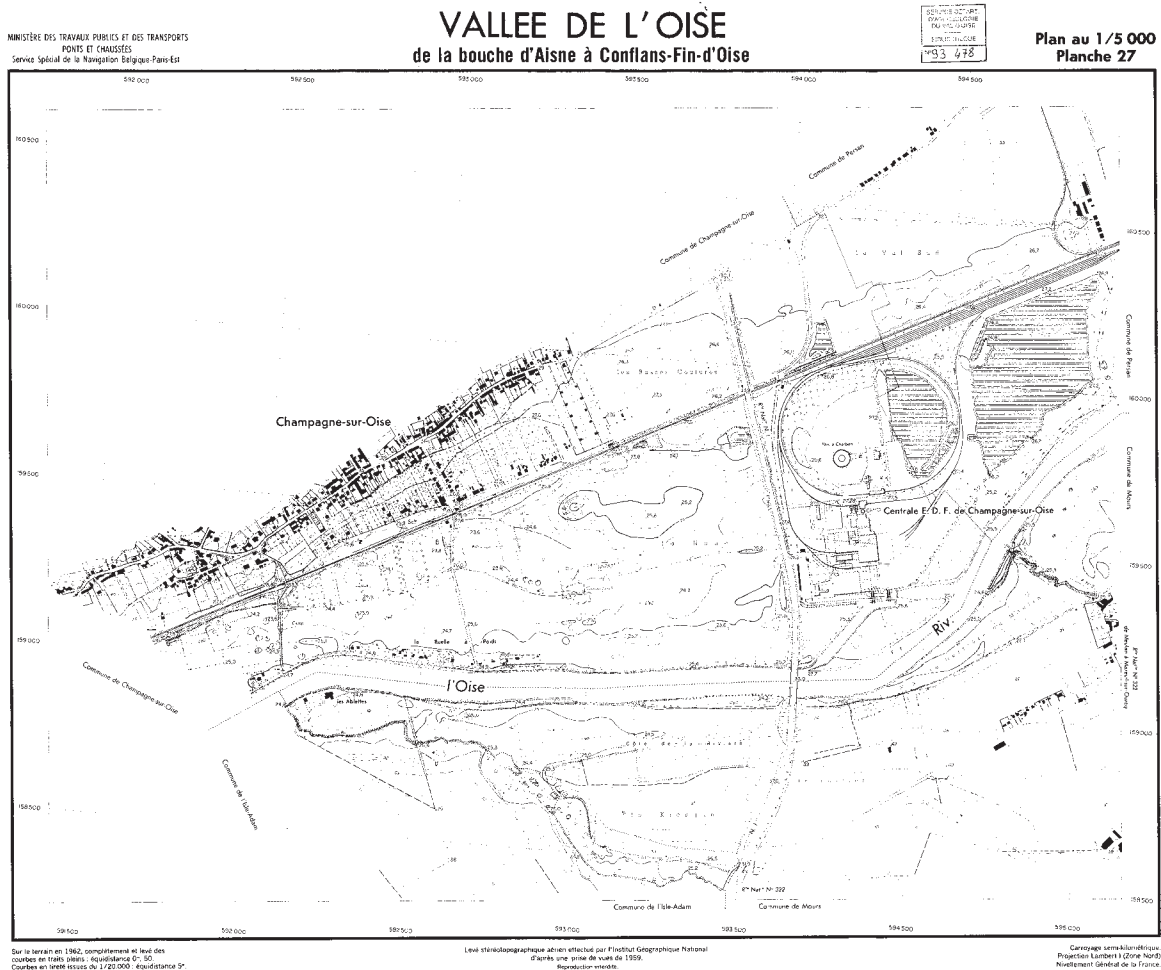


Fig. 65 - Exemples de documents mobilisés dans le cadre de l'étude de la Vallée de l'Oise.
 En haut à droite : Analyse des sondages géologiques pour constituer des coupes géomorphologiques. Coupe de Fontenay-en-Parisis « La Loge et le Moulin-de-Pierre » dans les loess du plateau de la Plaine de France.
 En haut à gauche : Analyse morpho-topographique de la vallée
 En bas : Carte du service de la navigation au 1/5000 (1959). Ce document a été précieux pour l'étude géomorphologique de la vallée de l'Oise. Construit sur une base au 1/5000, il a été complété par l'IGN pour les courbes de niveaux qui possèdent une équidistance de 50 cm. Il est la base de l'étude morpho-topographique et constitue le référentiel géométrique utilisé (document : service de la navigation).

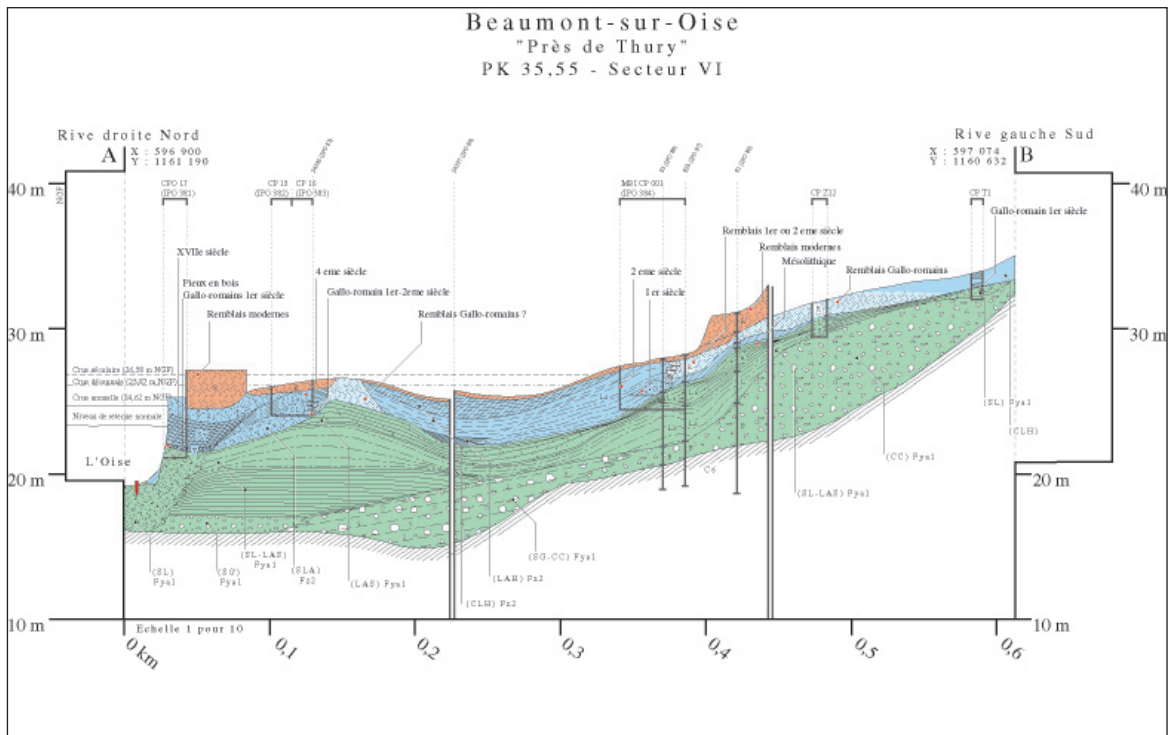


Fig. 66 - L'analyse du cours actuel de la vallée s'est appuyée, en complément de l'approche cartographique, sur l'établissement de 18 coupes de références apportant des informations sur la stratigraphie des formations de la vallée alluviale. Les données archéologiques sont alors replacées dans la dynamique des sols (coupe de Beaumont-sur-Oise «Les Près de Thury», L. COSTA - V. KRIER, Mars 1999).

morphologiques ont été cartographiées sur un fond au 1/10000.

- Cartographie de l'évolution géomorphologique de la vallée. La répartition cartographique des unités morphologiques et leur appartenance à une nappe alluviale a donné un premier document sur l'évolution géomorphologique de la vallée.
- Cartographie des zones sensibles archéologiquement. A partir de cet ensemble de cartes et en ajoutant les données archéologiques et historiques, une dernière carte a permis de formaliser les zones jugées potentiellement détentrices d'informations intéressant l'archéologie (zones de tourbes, unités morphologiques sub-horizontales, paléo-chenaux, cordons et reliefs particuliers,...) (Fig. 67, 68).

Les données documentaires et la stratégie de développement de l'application

Le travail sur la vallée de l'Oise a été fondé sur le dépouillement d'une importante documentation déjà constituée concernant l'hydrologie de l'Oise en relation avec la météorologie, la morphologie de la plaine alluviale et la géologie locale (Fig. 64, 65, 66).

Les informations géométriques et morphologiques ont été obtenues grâce aux fonds topographiques, aux données sur la fréquence des crues, aux données bathymétriques du fond de chenal, ainsi que par l'étude de la cartographie ancienne (XVIII^e-XIX^e s.) antérieure aux aménagements modernes de l'Oise et de ses bordures.

Les informations géologiques ont été fournies par la base de données du BRGM, les dossiers d'analyses géotechniques réalisés en préalable à des aménagements, mais aussi par le

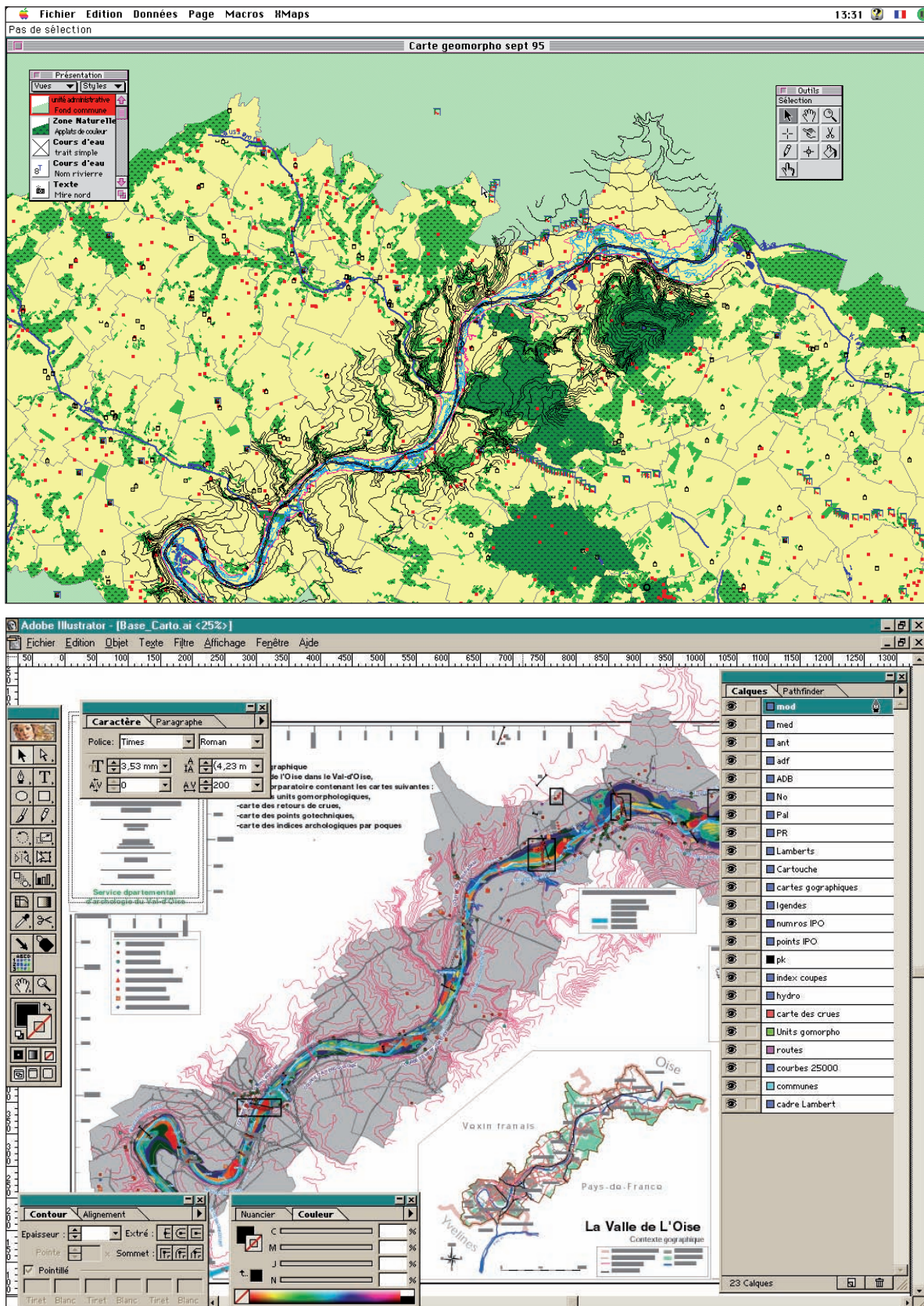


Fig. 67 - Du logiciel Mac-Map® au logiciel Map-Info® : le choix de l'utilisation d'une solution informatique repose aussi sur la sensibilité des intervenants. Ce choix a des répercussions sur l'avenir des données. Leur gestion dans un outil de DAO est plus immédiate, limitée dans le temps et moins transversale mais permet une utilisation beaucoup plus souple et une production immédiate de documents de qualité.

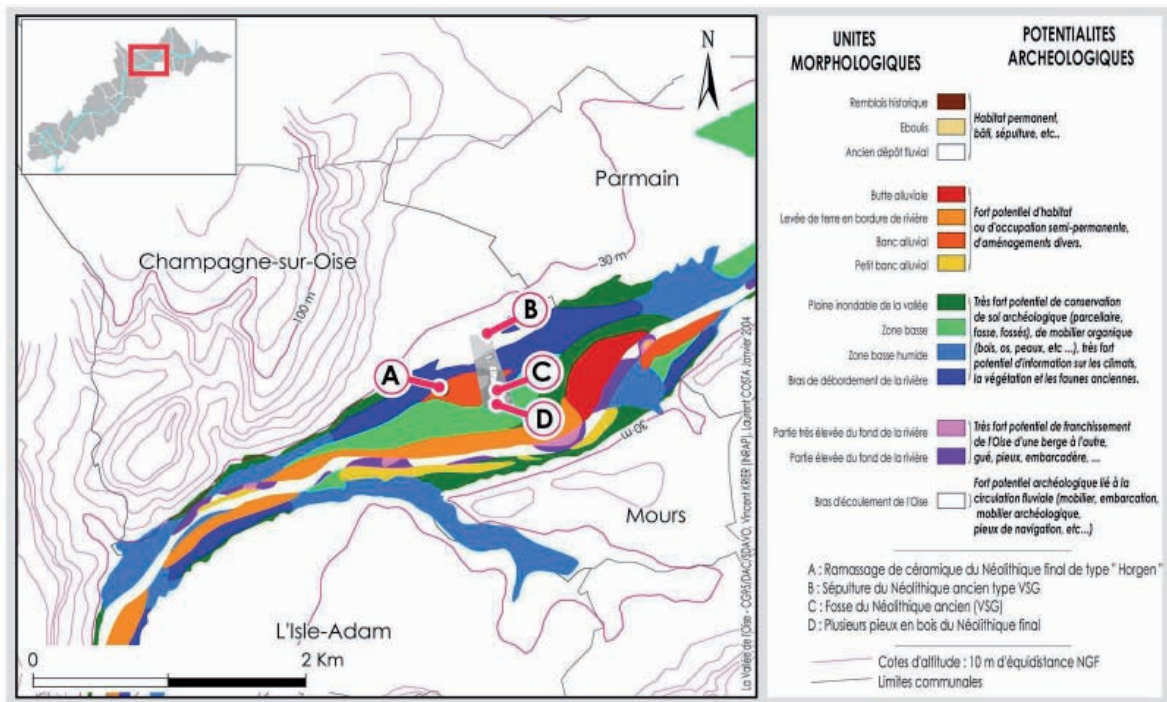


Fig. 68a - Carte des potentialités archéologiques par unités morphologiques et type de sites.

référentiel réalisé par H. LEBRET et H. HALBOUT ou les observations stratigraphiques directes de terrain à l'occasion d'opérations archéologiques.

Les données sur les sites ou indices archéologiques sont issues de l'inventaire des sites archéologiques du Val-d'Oise. Elles ont apporté des éléments de datation sur la stratigraphie de la plaine alluviale.

La transcription de cet ensemble de données imposait de mettre en place une réponse cartographique car seul le développement d'une vision spatiale autorisait la mise en corrélation de tous les critères d'étude. Une première solution cartographique a donc été proposée. Des fonds documentaires de référence ont été vectorisés dans le logiciel SIG Mac-Map®. Les courbes de niveau, les données géotechniques, les limites communales, etc.... ont été regroupées au sein d'une même base de données.

Ici, autant pour des raisons techniques (lourdeur du logiciel liée à la clef de protection) que des raisons humaines (absence de formation du pilote du projet), les développements se sont poursuivis à l'aide d'un logiciel de DAO (Adobe Illustrator®). Les données ont été transférées vers cet outil, puis restructurées en couches (appelées calques dans le logiciel Adobe®) superposables à volonté. A une logique d'intégration dans le système d'information s'est substituée une logique privilégiant la production et l'utilisation. Ici, le choix initial de l'outil de traitement s'est révélé inadapté au contexte du déroulement du projet. C'est l'outil de dessin, moins riche en termes de fonctionnalités mais techniquement plus maniable, qui a joué le rôle d'outil de synthèse de l'information (Fig. 67).

Vingt-trois calques ont alors été créés dans Adobe Illustrator. Ce sont exclusivement des données vectorisées. Huit traitent de données liées à l'inventaire archéologique (Mod, Med, Ant, Adf, Neo, Pal, Pre) et cinq de données liées à la géomorphologie (Unités géomorpho, Carte des crues, Points IPO, Hydro, courbes isoclines au 1/25000). Le reste des couches traite de données de localisation (routes, communes, pk...) ou de données de mise en forme (Cadre Lambert...).

On a dans cet exemple deux échelles utilisées à des fins différentes. La première, le 1/5000,

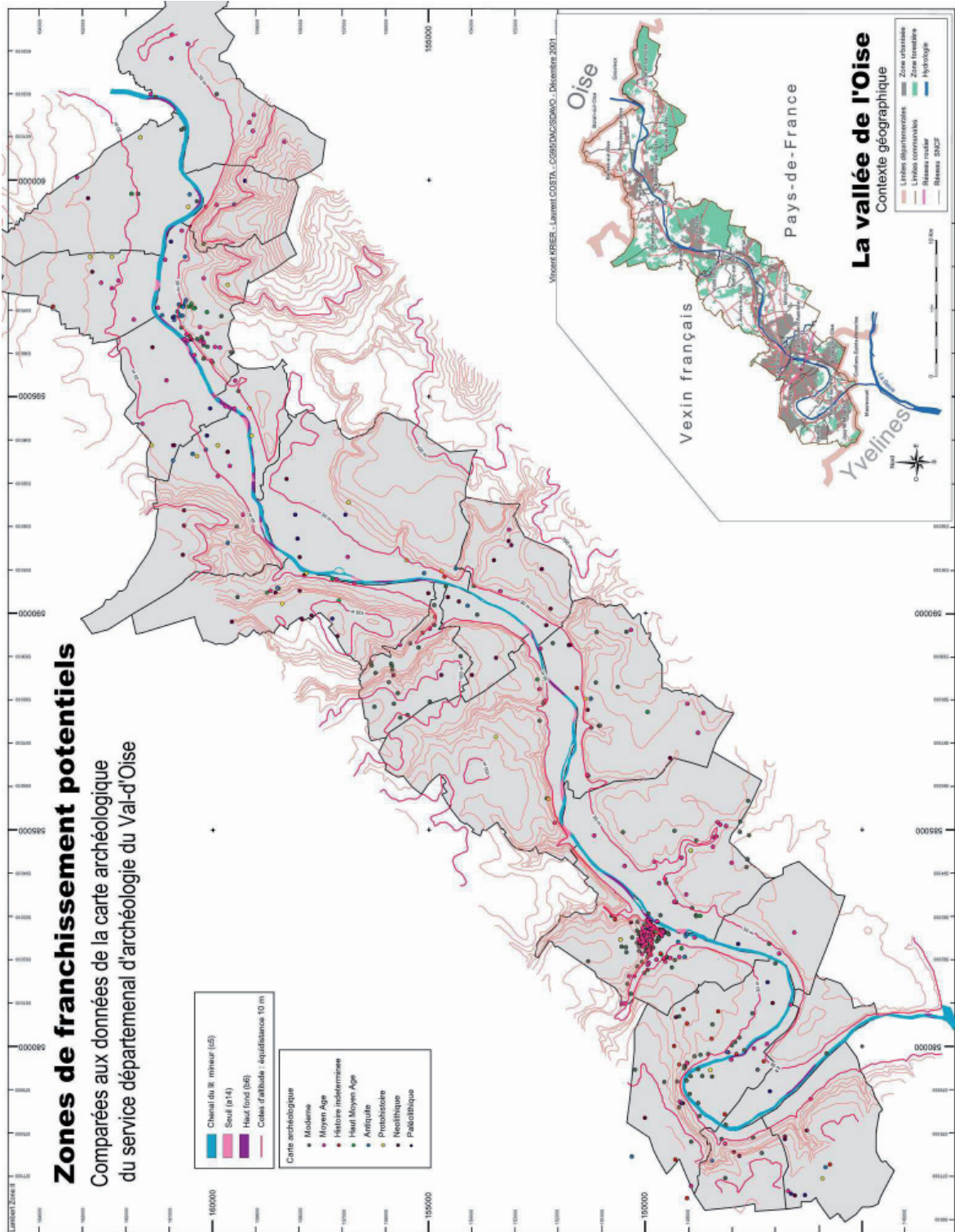


Fig. 71 - Carte des zones de franchissement potentielles de l'Oise en Val-d'Oise.

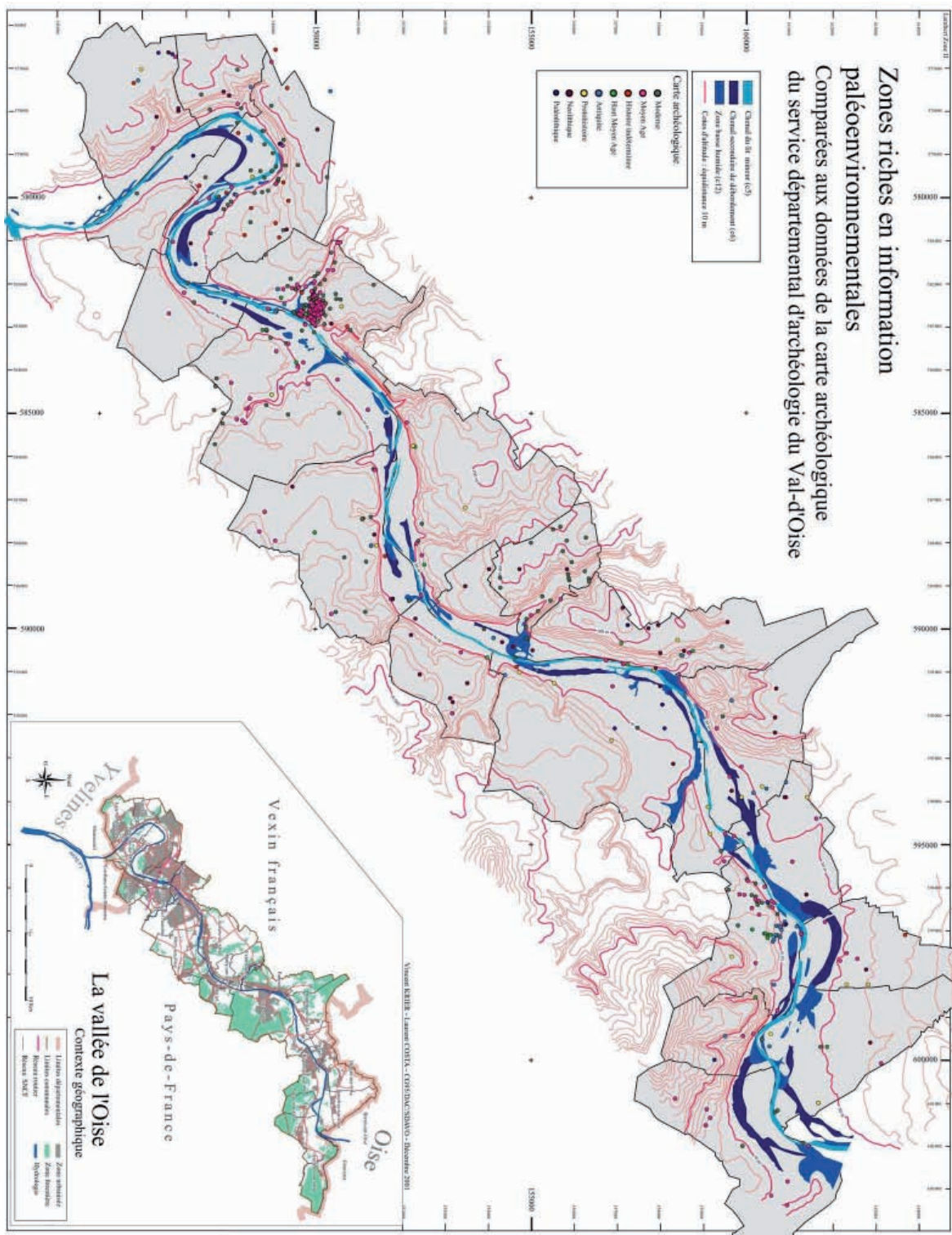


Fig. 72 - Carte des zones potentiellement riches en indices paléoenvironnementaux dans la plaine alluviale de l'Oise en Val-d'Oise.

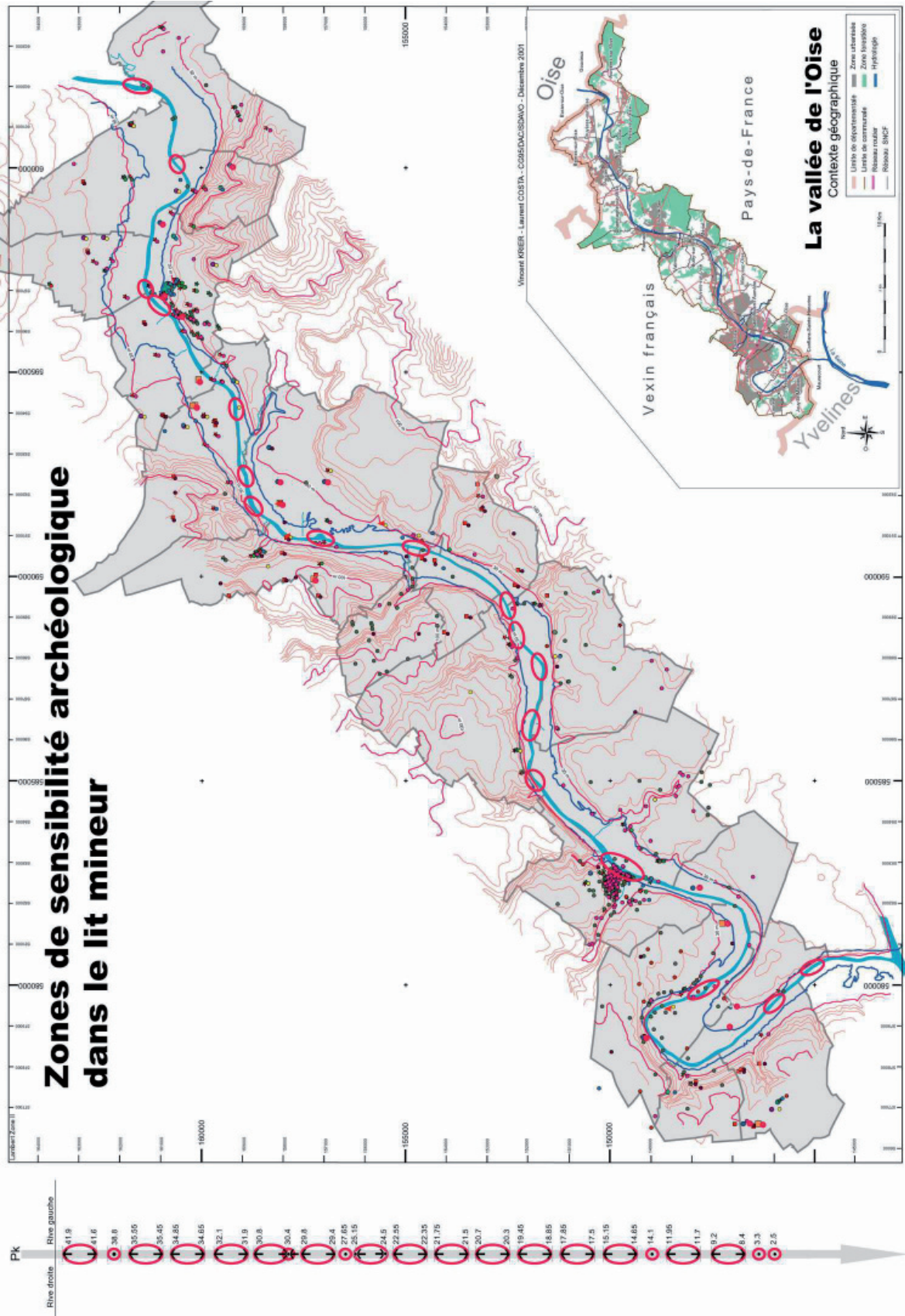


Fig. 73 - Carte des zones à forte sensibilité archéologique dans la plaine alluviale de l'Oise en Val-d'Oise.

est l'échelle générale de collecte et de formalisation de la donnée. Elle n'est pas la plus représentée (deux fois contre sept fois pour le 1/25000) mais concerne les principales couches de la base (unités géomorphologiques et cartes de crue). Le 1/25000 constitue la seconde échelle utilisée pour traiter les données historiques et les données de localisation.

Gestion des informations

La question du choix technique est ici clairement posée. Utiliser tel ou tel type de logiciel pour formaliser une base de données géographiques détermine le type d'analyse potentielle et l'avenir de la donnée.

Dans notre exemple, le passage d'un logiciel de cartographie à un logiciel de DAO pourrait être perçu comme une perte de possibilités d'analyses. Pour les géomaticiens les plus puristes, le projet sortirait de fait de la sphère des projet SIG... En effet, dans un logiciel de DAO, les objets ne se définissent que par leurs géométries. Aucune donnée attributaire ne peut être liée à celles-ci¹². Même s'il existe des moyens techniques pour extraire l'une ou l'autre des données de manière automatique, les possibilités de sélection sont nettement plus limitées. L'analyse est elle-même limitée à une procédure graphique jouant sur l'affichage des différentes couches disponibles.

En outre, ce système n'étant pas *stricto-sensu* géo-référencé, la mise en correspondance des différentes informations repose sur des procédures strictement visuelles. Cependant, l'expérience montre que la facilité d'utilisation ou encore la grande souplesse du logiciel qui caractérisent les outils de DAO, sont aussi des éléments déterminants. Le développement déjà ancien des outils de DAO dans le monde de l'archéologie en est l'illustration. Tout archéologue sait aujourd'hui manipuler l'un ou l'autre des grands logiciels de DAO.

Ainsi, l'outil le plus évolué et le plus riche techniquement n'est pas forcément le plus efficient pour un projet. La dimension humaine qui permet ou non l'adoption d'une technologie par l'équipe du projet est aussi déterminante.

Les principaux résultats

Une analyse des formations fluviales réalisée à partir de la riche documentation géologique, propose la restitution de profils stratigraphiques transversaux au cours de l'Oise établissant la topographie du fond de la rivière et un bilan chrono-sédimentaire, caractérisé par cinq nappes alluviales quaternaires, dont le développement, amorcé au Saalien, poursuivi au Weichselien, s'opère en fait essentiellement au cours du Tardiglaciaire et surtout du Postglaciaire.

L'analyse du relief et des limites de crues, faisant appel aux mesures récentes mais aussi celles de la cartographie ancienne, permet de présenter une carte détaillée et inédite des zones d'inondation potentielles, qui fait apparaître des secteurs à risque non pris en compte jusqu'ici.

Les données topographiques et géologiques débouchent sur une caractérisation des différents espaces de la plaine d'inondation de l'Oise en seize unités morphologiques.

L'approche morphologique confrontée aux données archéologiques et historiques, dont la cartographie ancienne, permettent d'estimer les zones potentielles d'occupations, de

12 - Cet affirmation doit être pondérée. La séparation qui existait entre les logiciels de DAO (gérant du graphique) et les logiciels SIG (gérant de la base de données géographiques) a tendance à s'amoindrir. Des modules complémentaires viennent souvent compléter les noyaux de base des logiciels pour permettre de développer d'autres fonctionnalités : MAPublisher®, module complémentaire à Adobe Illustrator permet de construire des bases de données sémantiques complexes.

franchissement de la rivière, ou de conservation d'indices paléoenvironnementaux dans la plaine alluviale de l'Oise. Une cartographie des terrains sensibles, devant faire l'objet d'une attention particulière dans le cadre de l'archéologie préventive, a été proposée au service régional de l'archéologie d'Ile-de-France (SRAIF).

Intérêt et utilisation de l'étude

Ce travail a permis la compilation de nombreuses données sur la vallée de l'Oise et la réalisation de documents originaux, dont une série de supports cartographiques analytiques intégrant des données historiques. Ses apports sont multiples et intéressent différents acteurs du territoire. En matière d'aménagement, par exemple, il propose une analyse nouvelle de la nature du sous-sol de la plaine alluviale ou des zones de crues potentielles, avec un bon niveau de précision. Pour les archéologues, son intérêt réside dans la meilleure connaissance du contexte chrono-sédimentaire des découvertes, permettant une meilleure compréhension des sites et des peuplements et, dans le cadre de l'archéologie préventive, des prévisions mieux documentées pour les terrains promis à des aménagements.

Ce travail a été intégré dans l'étude d'impact archéologique menée sur l'ensemble du cours de l'Oise depuis son embouchure, dans le cadre d'un projet de mise au gabarit de la rivière¹³, l'ensemble de ces travaux constituant, à l'échelle départementale, une masse d'information importante.

Actuellement limitée à partie val-d'oisienne de la vallée de l'Oise, l'étude pourrait être étendue à d'autres domaines géographiques du département, soit dans le cadre de l'élaboration d'un zonage archéologique, soit en fonction de priorités départementales en matière d'aménagement.

L'absence dans ce cas de figure, d'une intégration directe au système d'information géographique du service archéologique, permet de poser la question de la forme que peut ou doit prendre un système d'information. Un système d'information géographique permet généralement d'assumer au moins trois tâches principales :

- L'observation d'une portion de territoire selon un certain nombre de variables, d'indicateurs ou de descripteurs sur la base d'un échantillonnage temporel et spatial (on mesure quelque chose, quelque part et à un moment donné).
- La gestion des informations issues de l'observation.
- L'analyse et le traitement ainsi que la transmission au niveau décisionnel approprié (gestionnaire ou opérateur) de données brutes ou traitées, de synthèse ou d'expertises.

Un tel système peut donc tout à fait exister sans logiciel SIG à proprement parler et on ne peut pas juger de la pertinence d'un projet à la présence ou non de tel ou tel type de logiciel. Dans notre cas de figure, les choix techniques différents ne vont pas à l'encontre de la cohérence générale du système. La démarche reste structurée sur une base spatiale. Les systèmes de références restent les mêmes tout comme le cadre général d'étude. Au-delà des informations et des logiciels, il y a une organisation, des moyens et des hommes autrement dit un projet, et c'est cette structure qui intègre la donnée de chacun dans une démarche cohérente.

¹³ - F. BOSTYN dir., L. DESCHODT, A. DUMONT, N. KARST, J.-F. MAILLOT, C. PONT-TRICOIRE, S. ROBERT, avec la collaboration de V. KRIER (1999) - Projet d'aménagement Oise aval : étude documentaire du potentiel archéologique. S. I. : SRA Picardie ; SRAIF ; Dép. des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines, 1999. 5 vol.

6.2.3.3 - Un outil adapté pour la gestion opérationnelle : l'exemple de la francilienne

La construction de la liaison routière Cergy-Roissy (LCR), tronçon de la Francilienne allant de Villiers-Adam à Roissy-en-France, a été le cadre d'une opération archéologique importante, qui a donné lieu à la réalisation de plusieurs bases de données géographiques. Leur examen montre la coexistence au sein d'un même projet de plusieurs logiques de développement : du projet au site, des besoins liés à la gestion à ceux de la recherche, chaque «cadre de vision» impose son mode de fonctionnement et influe sur les modes de traitement et les choix de la représentation.

Fiche signalétique :

Responsables scientifiques en archéologie : F. SUMÉRA (coordination SDAVO), F. GENTILI (Coordination AFAN)

Responsables scientifiques du projet cartographique : F. SUMÉRA, L. COSTA (à partir de 1998)

Opérateurs principaux : P. RAYMOND (base de gestion opérationnelle), J. FEUILLE (base parcellaire)

Ressources d'appui : L. COSTA, M. WABONT



Fig. 74 - Schéma de localisation

L'opération archéologique de la Liaison Cergy-Roissy (LCR) a été une vaste opération de sondages et de fouilles archéologiques sur un tracé autoroutier. Elle a été conduite conjointement par les archéologues de l'AFAN et les archéologues départementaux de 1994 à 1999. La base de données géographiques construite à l'aide du système

d'information du SDAVO a été utilisée à la fois en amont, pendant et en aval des opérations. Même si l'exemple est un peu ancien, il reste l'archétype de l'approche adoptée par les archéologues du Val-d'Oise et illustre l'apport potentiel de ce type d'outil à la gestion d'une opération archéologique préventive.

Le Conseil Général, maître d'ouvrage, a assuré financièrement le coût des opérations exigées par la prise en compte du patrimoine archéologique de ce transect qui traverse treize communes et couvre une surface totale de deux cents quatre vingt dix hectares. La coordination des opérations a été assurée conjointement par un représentant du SDAVO et un représentant de l'AFAN¹⁴. L'exécution des fouilles a été confiée en majorité à l'AFAN. Les opérations se sont structurées d'une manière classique : diagnostics systématiques, évaluations puis fouilles. 26 sites ont été découverts et traités (**Fig. 75**).

Une convention-cadre tripartite a été signée en 1995 entre l'Etat (DRAC-SRAIF), le Conseil Général (DAC-SDAVO) et l'AFAN. Elle précisait les modalités de financement, d'intervention et les relations entre les différents acteurs impliqués dans le projet Francilienne. Une série d'avenants ont été établis au fur et à mesure du déroulement des travaux pour compléter le financement de l'étude des nouveaux sites découverts. Quatre avenants ont été signés. Trois concernent des fouilles complémentaires et le dernier des travaux d'étude et de publication. Le budget général de l'opération avoisine 15 000 000 de francs, soit environ 1% du coût total

14 - Coordinateur SDAVO : Franck SUMERA jusqu'en 1998, puis Matthieu GAULTIER ; coordinateur AFAN : François GENTILI

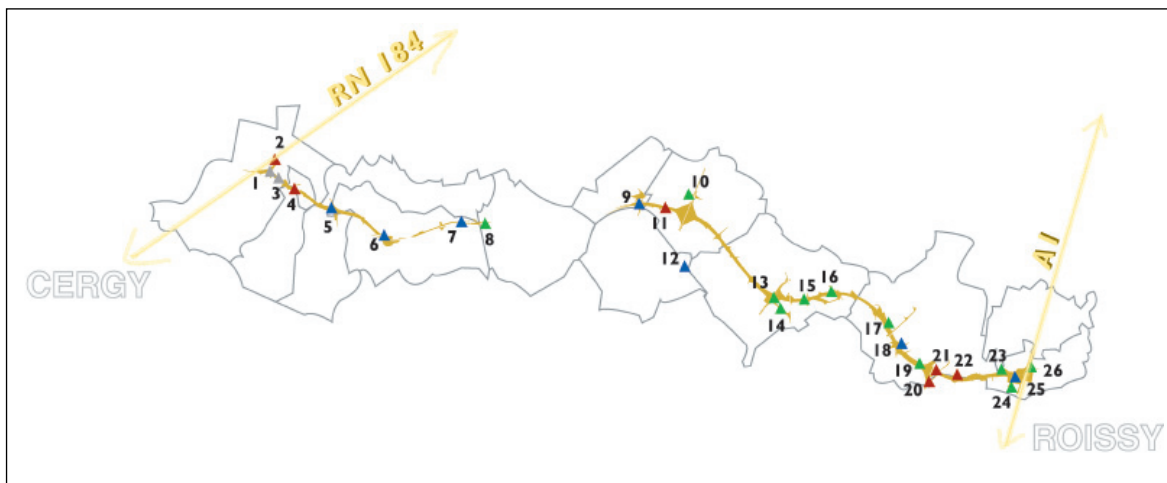


Fig. 75 - Carte de localisation des sites archéologiques issus des campagnes de diagnostic sur l'emprise du tracé de la Liaison Cergy-Roissy (Le site N°2 correspond au site de Villiers-Adam, le N°9 correspond au site de Villiers-le-Sec).

de l'aménagement (1,5 milliards de Fr).

Les conditions de développement du système

L'outil de gestion de l'information mis en place a dû s'adapter à la fois aux conditions spécifiques d'une opération d'archéologie préventive et aux besoins des archéologues du Val-d'Oise. En effet, la coordination souhaitait que les informations disponibles au service archéologique soient intégrées en amont des opérations et enrichissent les éventuelles études liées aux procédures d'urbanisme qui auraient pu se dérouler sur les communes traversées par le projet. Cet outil devait dans le même temps permettre de fournir un état des lieux permanent de l'opération pour définir rapidement des stratégies d'intervention globalement et pour chacune des opérations.

La chaîne de collecte de l'information a donc été gérée par une équipe maintenue durant toute l'opération. Techniquement c'est le logiciel SIG Mac-Map® alors utilisé par le SDAVO qui a été choisi. Cette équipe, maintenue durant toute la durée des opérations de terrain, était composée de personnels de l'AFAN et de deux agents du SDAVO¹⁵.

La base de données « Francilienne » a suivi deux logiques de développement complémentaires (**Fig. 76**) :

- La première, s'est inscrite en amont et en aval des opérations de terrain. Elle a privilégié la mise en perspective des données collectées durant les phases opérationnelles. Des données dépassant l'échelle de l'emprise des travaux ont été réunies¹⁶. Au-delà des 26 sites identifiés, des données généralement absentes des études liées au contexte d'archéologie préventive ont été intégrées. Par exemple, l'ensemble des fossés et des traces agraires a été collecté et cartographié de façon systématique.
- La seconde a été en phase avec les logiques d'exploitation liées au terrain. Après chaque découverte, tout élément jugé signifiant¹⁷, a été positionné en X, Y et Z grâce à un théodolite laser. Cette information a été intégrée aussi rapidement que possible

15 - Pour le SDAVO, ce sont principalement F. SUMERA coordinateur SDAVO, et P. RAYMOND, alors Contrat Emploi Solidarité, qui ont conçu la chaîne de l'information, puis assuré le suivi de la base. A partir de 1998, L. COSTA a repris les travaux en aval des opérations.

16 - Les données sur les formations géologiques et sur la topographie du projet ont été complétées de données sur les parcelles et les toponymes anciens (cadastres napoléoniens).

17 - Structures archéologiques isolées, fossés, limites parcellaires, objets isolés...

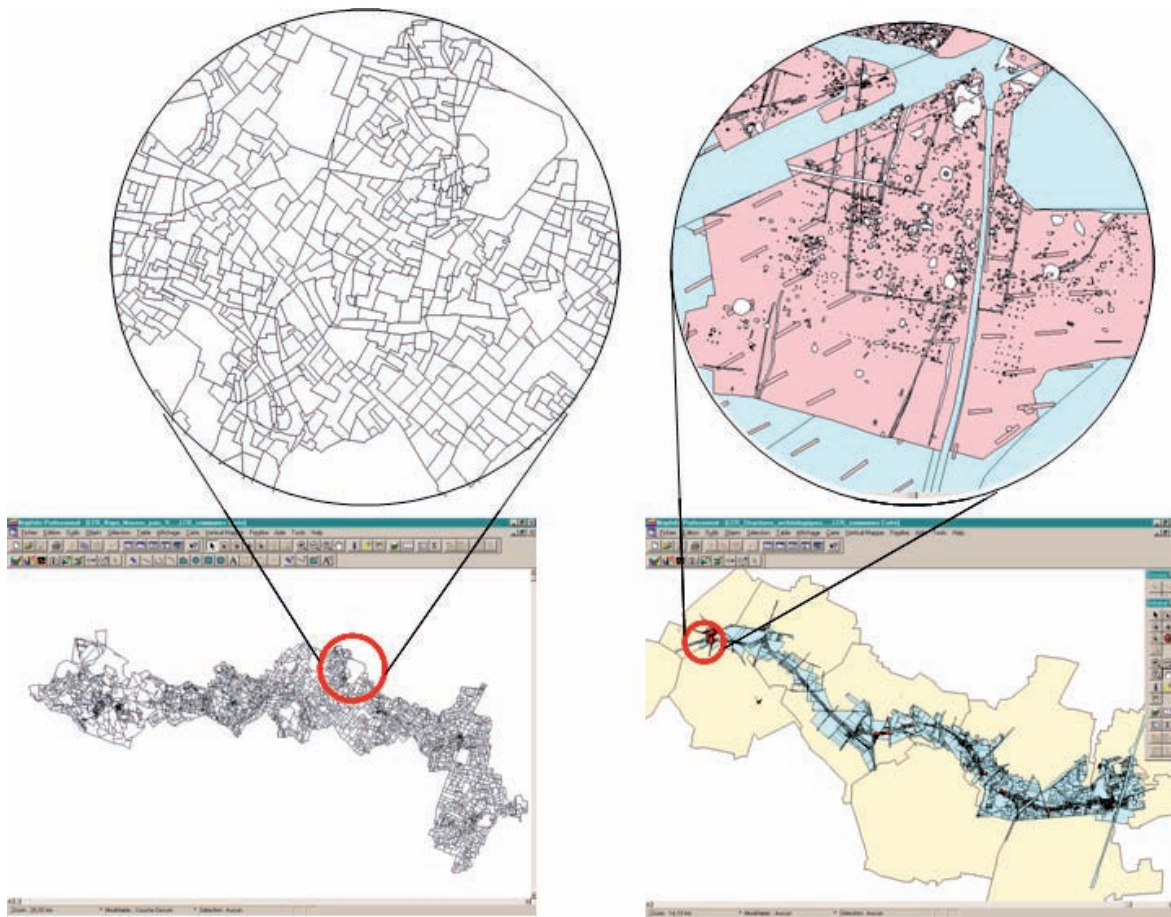


Fig. 76 - Deux bases de données traitent du projet dans sa globalité. La première s'inscrit dans une perspective de compilation documentaire et la seconde dans une logique de gestion de l'information en liaison directe avec les opérations archéologiques.

à la base de données géographiques avec comme fond géographique de référence les données du cadastre actuel¹⁸. Cette procédure a permis la visualisation quotidienne de la répartition des informations. Les archéologues ont ainsi pu orienter de manière quasi immédiate leurs stratégies de diagnostic ou de fouille (**Fig. 77**).

En parallèle avec le développement de ces deux bases de données, qu'on qualifiera d'opérationnelles, et qui regroupent l'ensemble des données du tracé routier, des bases répondant aux besoins des responsables de fouilles ont été réalisées sur chacun des 26 sites à partir d'une extraction de la base générale vers des bases autonomes. Ainsi, à partir d'une structure de données communes, des applications autonomes contenant des champs de données spécifiques ont été développées sous l'autorité des responsables d'opération. Ces bases possédant un noyau similaire ont permis de concilier à la fois le besoin d'autonomie de chaque responsable d'opération, la diversité des types de sites (tant du point de vue de la chronologie : du Paléolithique moyen aux sites du Haut- Moyen-âge, que de la densité de structure) mais aussi de répondre aux besoins de centralisation des informations indispensables à la gestion globale de l'opération (calendrier, planification des interventions, moyens...).

Le point essentiel dans cette méthodologie est que ces «bases-outils» ont laissé une grande place à l'initiative des responsables qui pouvaient ou non utiliser le logiciel et les données mis à disposition. Seul un cahier des charges minimal devait être respecté. Les données, des outils et des experts de la coordination étaient mis à disposition sous réserve de retour des données élémentaires (formes graphiques des structures archéologiques et numéros

18 - Ces données ont été livrées en début d'opération par l'aménageur sous forme d'un fichier Autocad. Ce document a été ré-intégré par le service archéologique dans la base cartographique.

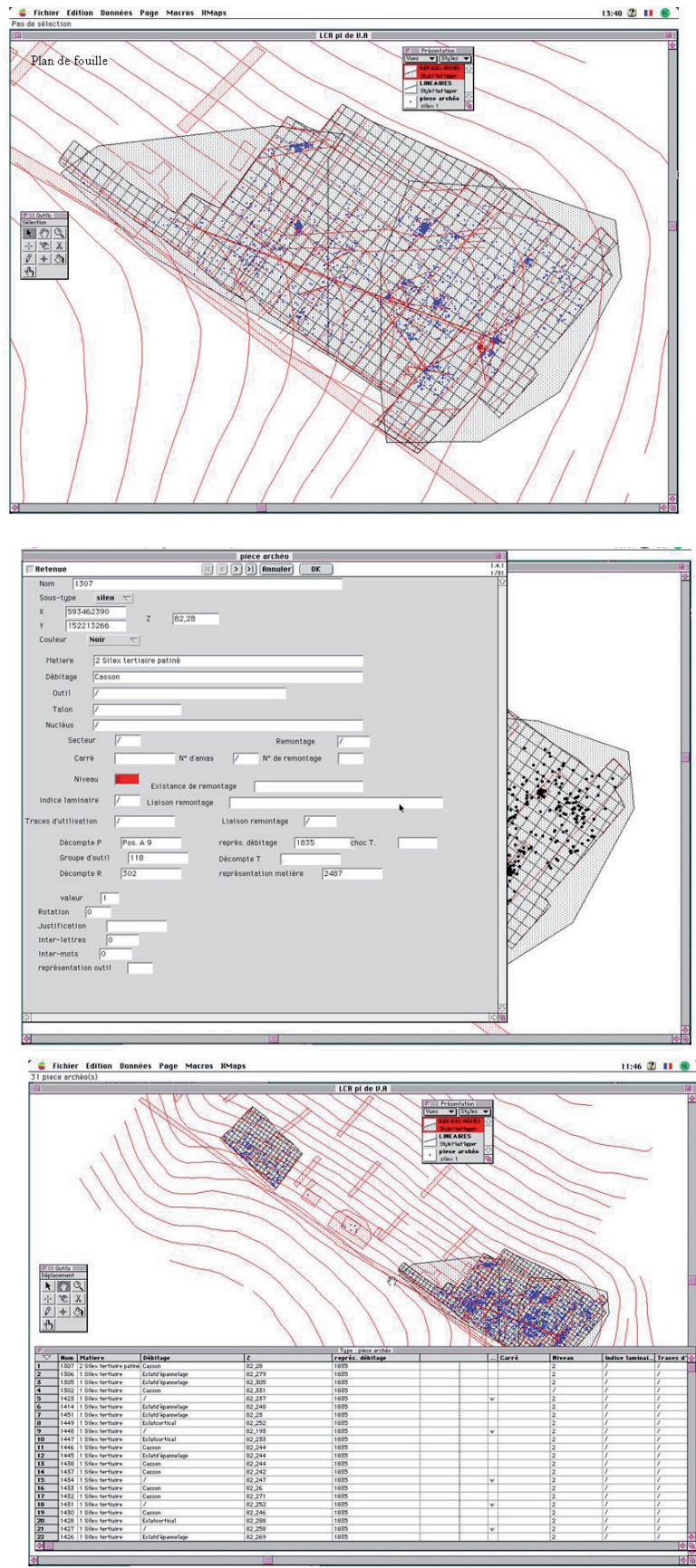


Fig. 77 - Villiers-Adam : photos d'écran de la base de données développée durant l'opération.

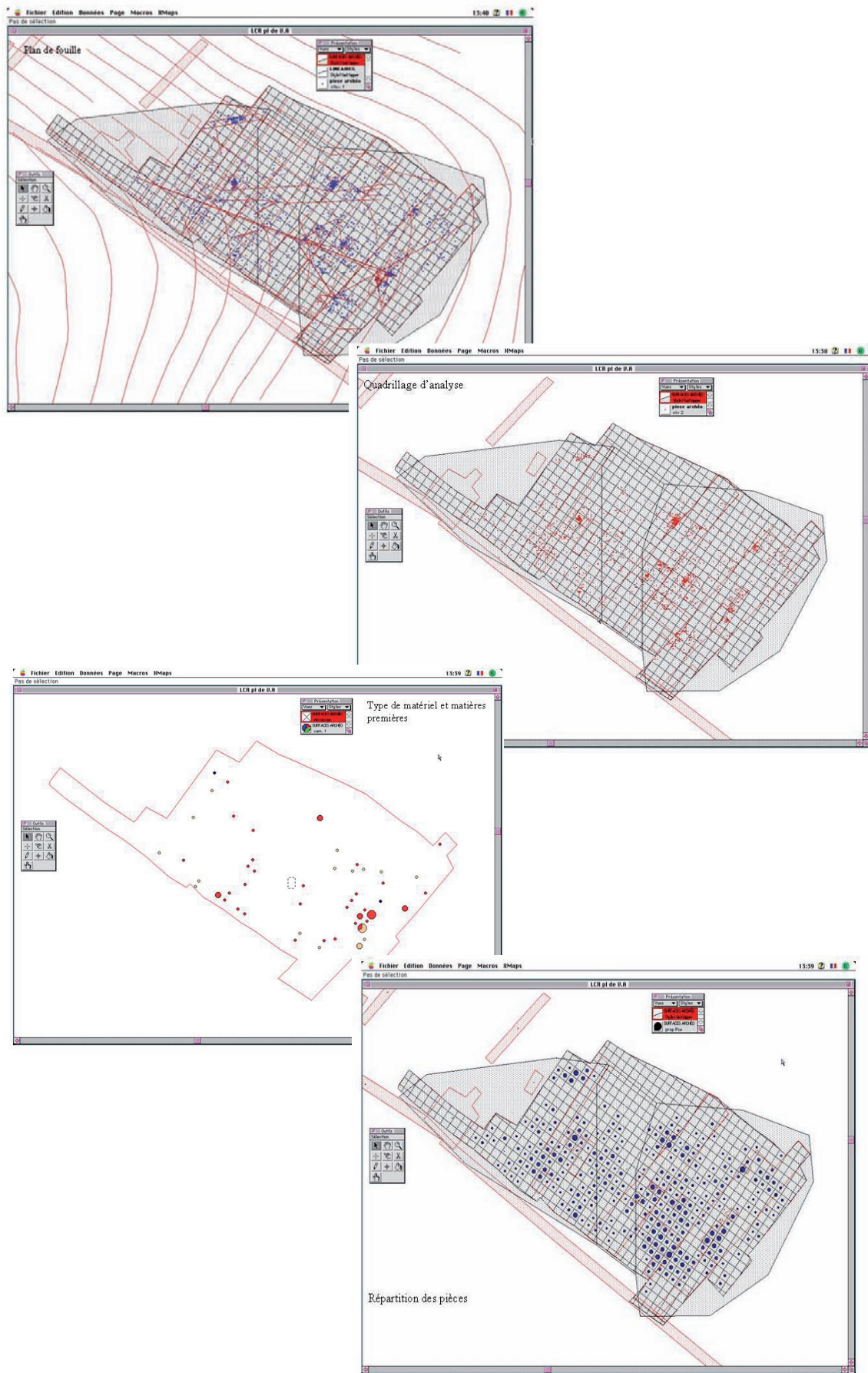


Fig. 78 - Villiers-Adam : photos d'écran de la base de données. Durant les phases de collecte, les données peuvent faire l'objet d'analyse préparatoire aux interventions.

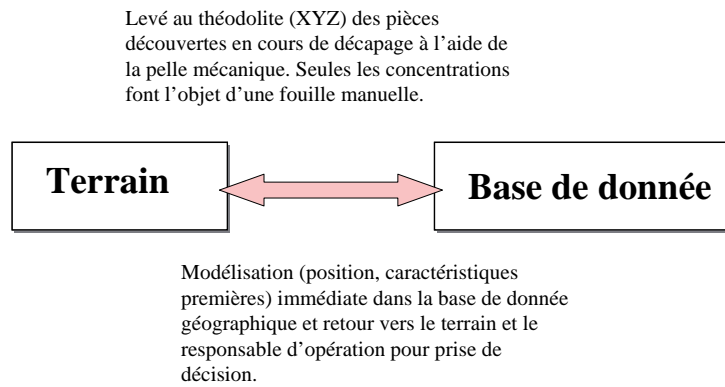


Fig. 79 - Procédure d'intégration des données

d'inventaires) dans la base opérationnelle. Le choix de s'orienter vers une logique de transfert de compétence, plutôt que de capture, a été déterminante pour l'appropriation de l'outil. Au final, la plupart des responsables d'opération ont utilisé l'application et ceux qui n'étaient pas en mesure d'enrichir directement leurs planimétries ont délégué cette tâche au topographe de l'opération.

Sur certains sites l'outil SIG a permis de développer des méthodologies de fouille originales. Le site Paléolithique moyen du *Petit-Saule* sur la commune de Villiers-Adam a été fouillé en 1996 par J.-L. LOCHT [BAHAIN, LOCHT 2007] (Fig. 78). Il constitue un cas de figure exemplaire d'un site moustérien qui s'étend sur plusieurs milliers de mètres carrés (3960 m²), de faible densité de vestiges et dont l'approche n'a pu se faire que grâce au contexte de grands travaux et au suivi permanent des chantiers par un géomorphologue.

Une intervention à la pelle mécanique a été réalisée sur les surfaces où les pièces étaient peu denses. Seuls les amas ont été fouillés manuellement. Chaque pièce découverte a été relevée en X, Y et Z à l'aide d'un théodolite présent continuellement sur le chantier, puis intégrée à la base de données cartographiques (Fig. 79). La visualisation quotidienne de la répartition des pièces lithiques a permis de faire des choix déterminants pour la conduite de la fouille (l'opération était rapide puisque de la découverte des pièces jusqu'à la modélisation en ponctuels, la manipulation durait entre 1h et 1h30). Ici le choix technique d'un logiciel SIG a été déterminant pour l'avancée des travaux car le temps alloué à la fouille était limité à trois mois. Par la suite, après travaux complémentaires de saisie, la base de données géographiques a permis de mener à bien l'analyse spatiale du site. Elle a évité l'étape de constitution a *posteriori* des bases, généralement fastidieuse et source d'erreur.

Sur une autre intervention, la réalisation d'un échangeur a permis de fouiller un vaste site exceptionnel par sa nature et sa durée d'occupation : le site de Villiers-le-Sec au lieu dit *La Place de la Ville, Les Arpents* [GENTILI 2000]. Cette fouille de plus de 9 ha nous a permis de mieux comprendre l'évolution des différentes occupations du site, notamment l'évolution de l'enclos gaulois et gallo-romain associé à des annexes agricoles ainsi que l'organisation spatiale et l'évolution d'un village complet de la fin de l'époque mérovingienne au XI^e siècle. Ce site possède son extension la plus spectaculaire au Haut Moyen-Âge où deux ensembles peuvent être distingués. Le premier au sud, semble naître de la cour de l'établissement antique et se développer en profondeur le long du chemin de Paris à Luzarches. Le second ensemble s'organise en village rue le long du *chemin de Villaine* et se développe surtout à l'époque carolingienne (Fig. 80).

L'utilisation d'un logiciel SIG s'est ici révélé indispensable, les limites de la gestion intuitive sur un logiciel de DAO étant atteintes. Plus de 3500 structures, du trou de poteau au chemin, mares, silos, fonds de cabanes composent le site sur une surface totale d'occupation de

11000 m² (avec les fouilles anciennes).

La constitution des données a été réalisée durant le déroulement de l'opération et son exploitation s'est faite durant la phase de post-fouille. A l'inverse de site du *Petit-Saule*, la surface était délimitée et la densité de vestiges déjà reconnue par une campagne de sondages et par des fouilles anciennes (à partir de 1981).

Grâce à ses fonctions d'analyse et de gestion, le logiciel SIG a permis une double approche :

- D'une part, on a pu mener une approche quantitative et effectuer par exemple, des calculs rapides des surfaces par types de vestiges et évaluer leur part respective en nombre et en emprise sur la superficie de fouille.
- D'autre part, il a permis de mener une analyse de la répartition spatiale des vestiges (**Fig. 81**). Ce travail est double et s'appuie sur les fonctionnalités de tri de l'information du logiciel mais aussi sur une analyse de type graphique. C'est en mêlant les deux que l'on parvient à construire l'interprétation et à distinguer par exemple des phases d'occupation.

L'intérêt premier du système d'information géographique de l'opération Francilienne a été de remettre en cohérence de multiples données au sein d'un même outil. Il a permis de regrouper autour d'objectifs communs et de pratiques communes, des archéologues du SDAVO et des archéologues de l'AFAN, des individus travaillant sur les périodes les plus anciennes du Paléolithique et des personnes travaillant sur les périodes historiques. Cet exemple permet de montrer l'intérêt d'une collaboration qui va au-delà des logiques institutionnelles et dans lequel l'outil constitue un média central. Par ailleurs, le fonctionnement à deux niveaux

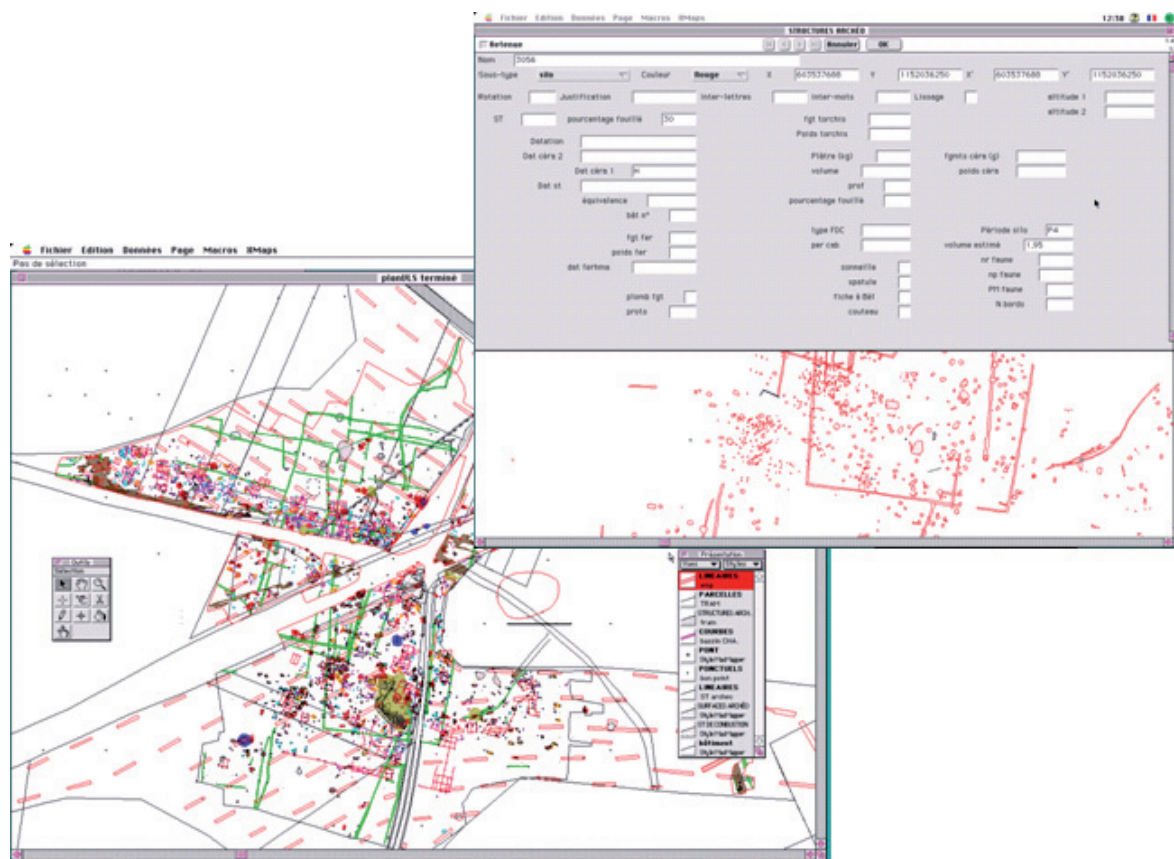


Fig. 80 - Villiers-le-Sec : photos d'écran de la base de données. Comme pour Villiers-Adam, la base de données a servi de support stratégique pour le développement des opérations de terrain.



Fig. 81 - Villiers-le-Sec : Des cartographies de répartition des objets peuvent être créées au fur et à mesure de l'enregistrement des informations de l'inventaire. Dans une seconde phase, les informations de détermination plus précises peuvent permettre d'approfondir les analyses.

du système a montré que pour associer différentes visions, il fallait avoir à la fois un socle commun sans pour autant être trop normatif. L'étude de chacun des sites n'aurait pas pu se faire sans cette individualisation des données par rapport au système général. A l'inverse, la gestion de l'ensemble du tracé aurait été impossible si elle n'avait réussi à se dégager des contraintes liées aux particularités de chacun des sites.

Description sommaire des données constituant la base de données géographiques

L'opération LCR, par les contraintes liées à son contexte préventif, nous a permis de mettre au point une chaîne opératoire intégrant les données, de leur collecte sur le terrain jusqu'à leur formalisation au sein de la base de données. C'est donc en fonction de cette «chaîne topographique de collecte de l'information» que tous les processus de développement informatique ont été structurés. Ainsi, à l'examen de la base de données, on retrouve un nombre important de couches de données qui sont liées à cette échelle de traitement. Les autres échelles de traitement sont liées à la gestion générale de l'opération et à une vision plus large.

Objets et traitement des objets :

L'analyse détaillée des couches de la base de données géographiques montre une importante variation du nombre d'objets de chacune d'entre elles : de 14 (*LCR Communes*) à 22664 (*LCR Topographie*). Dans l'ensemble des couches, deux possèdent un nombre d'objets très largement supérieur aux autres :

- *LCR Topographie*, (couche de points topographiques levés à l'occasion des opérations archéologiques) avec 22 664 objets,
- *LCR Napo masses lin*, (couche contenant les limites du cadastre napoléonien en linéaires pour faire des tris d'orientation) avec 18 771 objets.

Dans le premier cas, les données topographiques sont la base pour le traitement de l'information archéologique. La constitution de cet ensemble est le préalable à toute formalisation et à tout travail d'analyse. Par exemple, la couche des structures archéologiques (*LCR Structures archéologiques*) ou la couche des décapages (*LCR sondages et décapages*), qui enregistrent respectivement 9899 et 2444 entités, en découlent directement.

Dans le second cas, les données liées au cadastre napoléonien sont le cadre nécessaire à l'étude paysagère. Ici, la couche de données n'est pas la source mais le résultat d'une opération. Elle visait à transformer la couche *LCR Napo masses parcel*, dont les objets sont des surfaces (3113 objets), en une nouvelle couche qui puisse permettre un tri des limites par orientation : *LCR Napo masses lin* (18771 objets). Ainsi ces deux couches possèdent la même information formalisée à l'aide de deux primitives géométriques différentes (surface et ligne) donnant accès à deux modes d'analyses différents.

Description de l'information

L'examen des champs d'information contenus dans les différentes couches de données montre une dichotomie. Par exemple, les couches liées aux parcelles du cadastre napoléonien (*LCR Napo masses parcel* et *LCR Napo masses lin*) montrent une série de champs d'analyse en relation avec les unités géométriques utilisées. Des valeurs de type numérique, telles que direction, tangente... témoignent de la volonté de construire une analyse de type statistique ou quantitative.

Les couches en relation avec l'opération archéologique montrent une réalité plus complexe. Par exemple, la couche *LCR éléments archéologiques* présente un nombre de champs particulièrement développé (trente-deux). Ils traitent de tous les aspects concernant le traitement du matériel (poids faune, poids torchis, poids céramique, poids silex, nombre de fragments...). Mais ces champs sont pour la plupart non remplis. A l'inverse, la couche *LCR Structures archéologiques* ne développe qu'un nombre limité de champs (dix) dont huit sont systématiquement remplis.

Ainsi, le développement des champs d'information dans une base de données géographiques suit une double logique. On a, d'une part, la volonté de construire un modèle théorique qui soit en mesure d'accueillir tout type de donnée et d'autre part, la construction autonome et pragmatique de la base de données qui tient compte des besoins et des contraintes de l'utilisateur.

Notre cas de figure se divise donc en deux natures d'applications :

- L'une est principalement orientée vers la gestion. Il n'est donc pas nécessaire d'y remplir des champs complexes qui ne sont utiles que dans le cadre d'une étude de site. En revanche, il est primordial d'être en mesure à la fois d'individualiser chaque objet et de pouvoir le retrouver de manière thématique (par datation, par type...) sur tout le tracé. Le nom, par exemple, devient un champ important qu'il est nécessaire de compléter de manière homogène.

- L'autre s'intéresse à une problématique liée au paysage qui s'étend sur tout le tracé et ne tient pas compte des contraintes liées à la gestion. Le type de donnée que cette couche contient et les champs d'information qui lui sont associés sont liés à des questions différentes. Par exemple, il n'est pas nécessaire de retrouver l'une ou l'autre des parcelles ou limites de parcelles. Ce que l'on cherche, ce sont les orientations générales, la densité du parcellaire... L'individualisation de chacun des objets, possible dans la première application, n'est pas nécessaire ici.

Ainsi, les champs sont créés pour répondre à des besoins précis. On voit dans cet exemple, que ceux qui ne répondent pas directement aux besoins ne sont pas utilisés.

Premiers éléments de synthèse

Le système d'information Francilienne est donc composé de deux entités qui possèdent des contenus et une structure différents. La première entité est une application de type opérationnel car elle intègre les informations mises au jour durant les opérations archéologiques. La seconde est une base d'étude pour le paysage ancien. Ce sont deux visions différentes d'un même projet, qui suivent deux logiques et deux échelles différentes. L'une s'appuie sur une relation au terrain et sur le relevé de la trace matérielle pour construire l'espace du site, l'autre s'appuie sur une analyse documentaire déconnectée dans un premier temps des réalités de terrain pour proposer une information qui va venir informer l'espace du site. L'objectif est alors de comprendre l'organisation générale du territoire, et de voir ensuite l'insertion du projet, puis des sites dans ce système général. C'est la réunion de l'ensemble des sites et des bases thématiques territoriales qui constitue la base générale du projet et qui n'a d'autre cohérence au final que celle de leur gestion commune.

Ces différentes approches qui cohabitent au sein de la même application développent au final un mode de fonctionnement assez similaire. Il existe dans ces deux ensembles de données une couche centrale et des couches périphériques. C'est la constitution de la première qui détermine toute opération de géolocalisation et qui est le préalable du travail d'analyse. Par exemple, la couche *LCR Topographie* est la base pour la création de la couche *LCR Structures archéologiques*. Ainsi le choix de la référence et du mode de formalisation (ligne, point, surface) des objets qui composent cette couche de référence sera ensuite déterminant pour les types d'analyses souhaitées.

D'une manière générale, des problématiques différentes appellent des développements qui peuvent potentiellement être différents, même au sein d'un projet unique. En dehors de l'espace géographique commun, la cohérence des données n'est effective que par les questions auxquelles elles se rapportent. Construire une base de données géographiques relève de la modélisation, c'est à dire prendre une partie du monde et l'observer, la simplifier, l'ordonner et la schématiser pour aboutir à une représentation conventionnelle. Constituer une base de données géographiques répond aux mêmes principes fondamentaux.

L'apport d'une approche SIG en contexte préventif

La mise en place d'un SIG dans le cadre d'un projet comme celui de la Francilienne nécessite l'adoption de règles de collecte et de gestion de l'information qui soient communes. Une fois cet espace commun défini, l'outil devient fédérateur pour les données, les approches, les acteurs (les archéologues ou aménageurs), mais aussi le cadre pour l'expression des

individualités (problématiques et thématiques spécifiques).

La vision spatiale et la formalisation graphique des données au sein d'un système commun de gestion de l'information permettent de passer d'un outil de formalisation de la donnée, à un outil de gestion stratégique. Il permet, par exemple, de déterminer les orientations à donner à la fouille (cf. Villiers-Adam).

C'est enfin ce même cadre, qui permet à la fois l'interconnexion des problématiques de recherche et de gestion et de dépasser le cadre opérationnel pour entrer dans une logique de gestion de projet.

6.2.3.4 - De la gestion de l'urgence à une gestion raisonnée du fait archéologique. L'étude préalable et la réalisation de la déviation de la Rd. 915 à Marines

Résumé : L'étude préalable du tracé de la déviation routière à Marines (Val-d'Oise) s'est développée selon deux axes :

- D'une part, une étude détaillée liée à l'emprise a permis de tester des méthodes de prospection non destructrices (géophysique, carto et photo-interprétation) et de développer une vision prospective utile à la gestion des opérations.
- D'autre part, cette étude a été complétée par une approche plus globale qui visait à comprendre l'organisation générale du paysage.

Une compilation documentaire et une base de données géographiques ont été réalisées. C'est par ce travail sur la forme (architecture technique et formalisation graphique) et sur le fond (intégration dans une logique de système) que les différents acteurs de l'étude (géomorphologues, morphologues, aménageurs, archéologues...) se sont retrouvés autour d'un espace commun : l'espace géographique.

Fiche signalétique

Responsables scientifiques : E. MARMET (étude géophysique, géologique et géomorphologique), S. ROBERT (étude morphologique et problématique générale),

Responsables du projet cartographique : L. COSTA, E. MARMET, S. ROBERT,

Opérateurs principaux : L. COSTA, E. MARMET, S. ROBERT,

Ressources d'appui : B. DANION, M. GAULTIER, M. WABONT,



Fig. 82 - Schéma de localisation

Le Conseil Général a programmé en 2000 la réalisation d'un contournement routier de la commune de Marines, au nord-ouest du département (Fig. 82). Cette construction d'une longueur de cinq kilomètres a été l'occasion pour les services techniques du département et le service archéologique de poursuivre la politique de collaboration régulière initiée dans le cadre du projet Fancilienne. Elle a été l'occasion d'autre part de développer, en partenariat avec l'AFAN et le SRAIF, une expérience d'étude préalable aux sondages de diagnostic archéologique (Fig. 83).

Nous nous étions fixé, dans cette étude, un double objectif. Le premier, lié à l'opération archéologique elle-même, était d'estimer le potentiel de conservation des vestiges des zones menacées avant les travaux de sondage. Il a permis de préparer en aval la phase de diagnostic et de replacer les données archéologiques dans leur contexte historique et géologique. Le second, était d'évaluer les méthodes de prospection non-destructrice (géophysique, photo et carto-interprétation) par une mise en oeuvre systématique, sans hiérarchisation des méthodes dans une première phase, puis par une confrontation entre elles et aux données archéologiques issues ensuite des diagnostics. Cette double approche devait nous permettre d'évaluer les limites et les avantages de chacune des méthodes.

L'étude géophysique et géologique a été réalisée de décembre à mars 2000 et a donné lieu à la rédaction d'un pré-rapport. L'étude de carto/photo-interprétation et l'étude morphologique ont

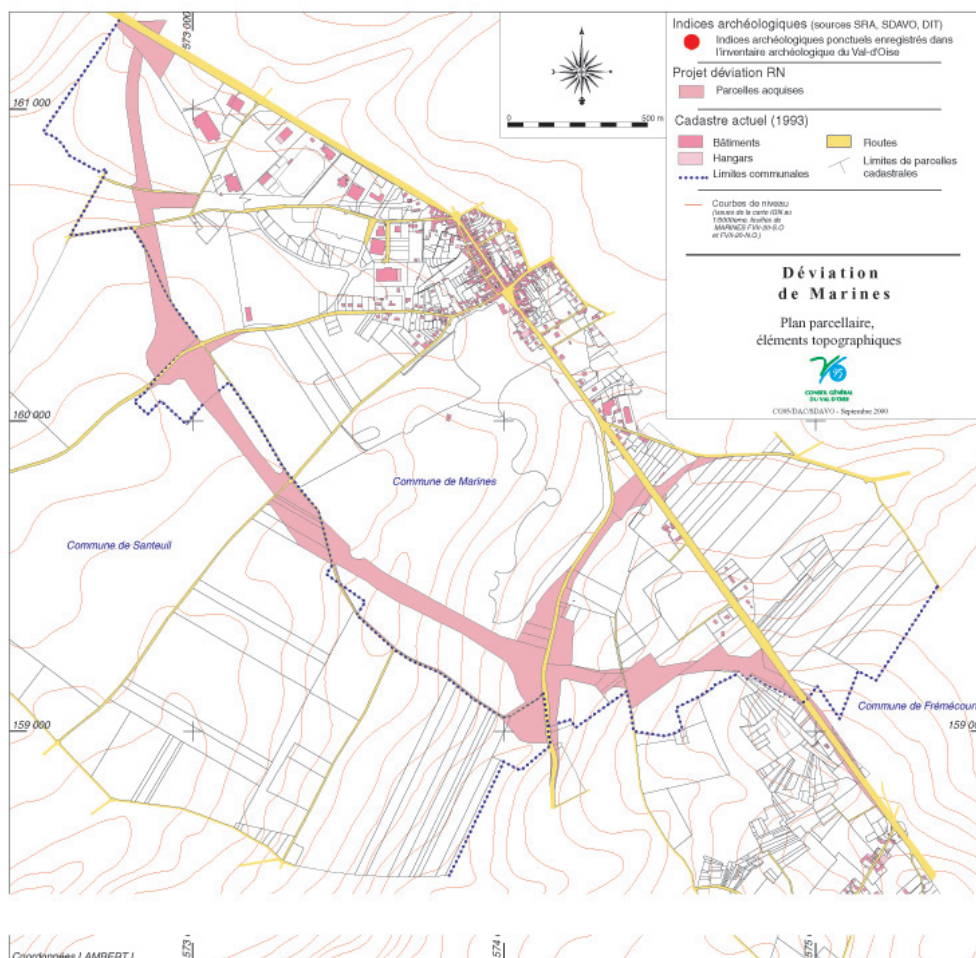


Fig. 83 - Emprise de la déviation de Marines

été réalisées dans la foulée. Un document préparatoire, sous forme d'un atlas cartographique, a été produit sur une première zone.

La mise en œuvre d'un outil s'appuyant sur une démarche spatiale s'est imposée d'emblée. La problématique de restitution spatiale a permis d'envisager une réelle confrontation des données géologiques, géophysiques, de la carto/photo-interprétation et de l'archéologie. Ainsi différentes informations issues, pour certaines, des cartes actuelles ou anciennes, pour d'autres des données d'inventaire ou de terrain, ont été réunies dans une même architecture informatique et formalisées sous forme de couches de données graphiques et attributaires.

Le logiciel de cartographie Map-Info®, utilisé à l'époque au service archéologique, a été utilisé pour constituer les éléments de la base de données. La documentation cartographique et photographique réunie a été numérisée et géo-référencée, constituant un ensemble de couches d'informations en mode raster. D'autres couches de données issues d'imports ou de vectorisations particulières ont été produites. Ce sont au final plus de cent strates décrivant cette portion de territoire de différentes manières qui ont pu être analysées et compilées (Fig. 84).

Les échelles d'étude

Quatre échelles d'étude emboîtées et complémentaires ont été privilégiées (Fig. 85):

- L'échelle de l'emprise : c'est à cette échelle qu'on été menées les opérations sur

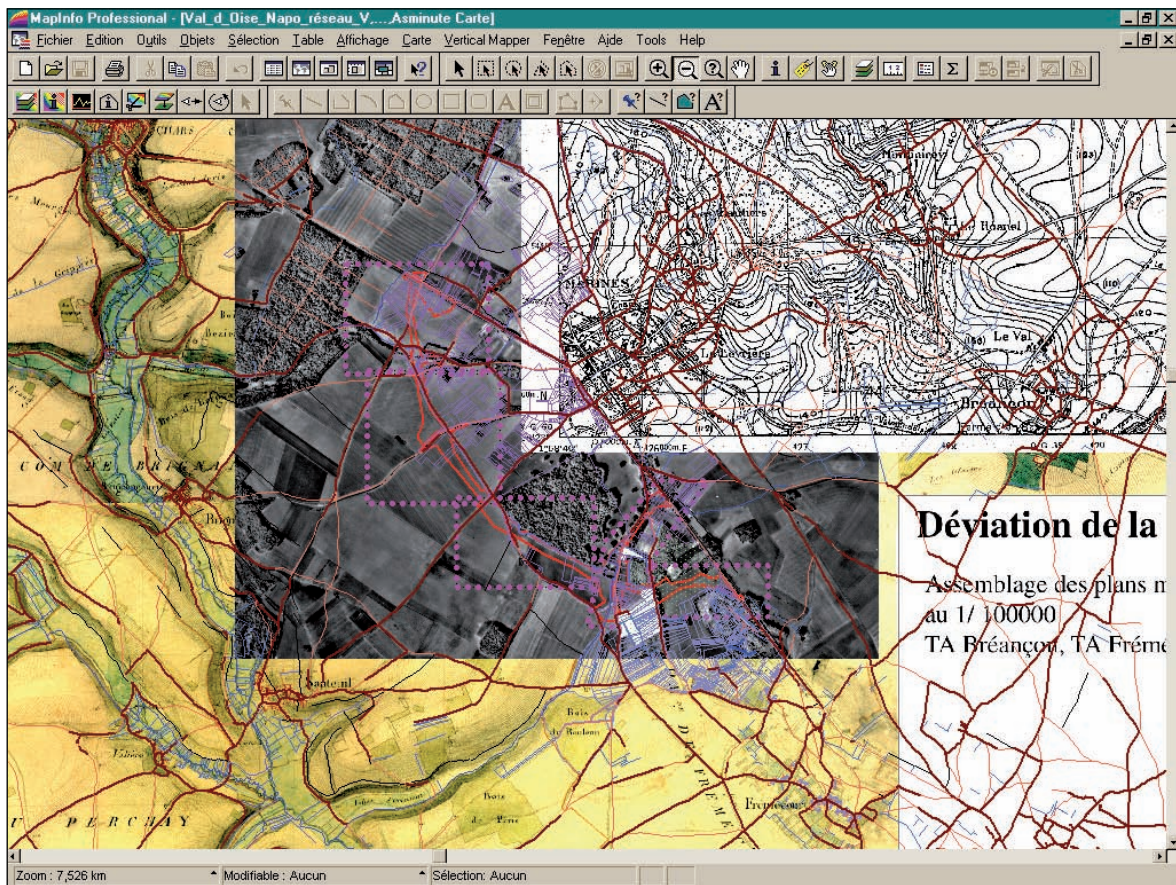


Fig. 84 - Plus de cent couches de données ont été compilées. Ici, dans cette photo d'écran de la base de Marines, plusieurs type de fonds cartographique d'époque, d'échelles et de natures différents et des couches vecteurs sont juxtaposés.

le terrain (prospections géophysiques et pédestres) et l'étude détaillée de carto/photo-interprétation (cf. carte des zones couvertes par chacune de méthodes). L'objectif poursuivi visait à informer au maximum la zone concernée par les futurs travaux (3,5 hectares).

- L'échelle de l'environnement proche : c'est à cette échelle que le projet est replacé dans son contexte paysager immédiat. Le cadastre napoléonien est digitalisé au niveau de la parcelle. Les plans anciens sont analysés en détail. L'inventaire archéologique est complété en priorité (10 hectares).
- L'échelle du territoire intercommunal : ce niveau d'étude se dégage totalement des contraintes de l'emprise. C'est l'organisation générale et les grandes structures du paysage qui sont recherchées. Un territoire beaucoup plus vaste (six communes : Chars, Marines, Frémécourt, Brignancourt, Neuilly-en-Vexin, Santeuil) est alors examiné. Cette troisième échelle couvre une surface largement plus importante que celle de l'emprise (plusieurs centaines d'hectares).
- L'échelle départementale : l'intégration du projet au système d'information du service archéologique a permis de proposer une approche plus globale mobilisant les données existantes dans le système d'information départemental.

La base de données des réseaux anciens, par exemple a été constituée sur la base du cadastre napoléonien. Elle intègre de manière systématique toutes les informations sur les réseaux viaires (routes et chemins), d'habitat (constructions) et hydrologiques (rivières et fossés) anciens. Leur collecte en amont des projets permet de les mettre à disposition de manière systématique dans le cadre des études particulières. Ainsi, la fenêtre habituelle qu'ouvre

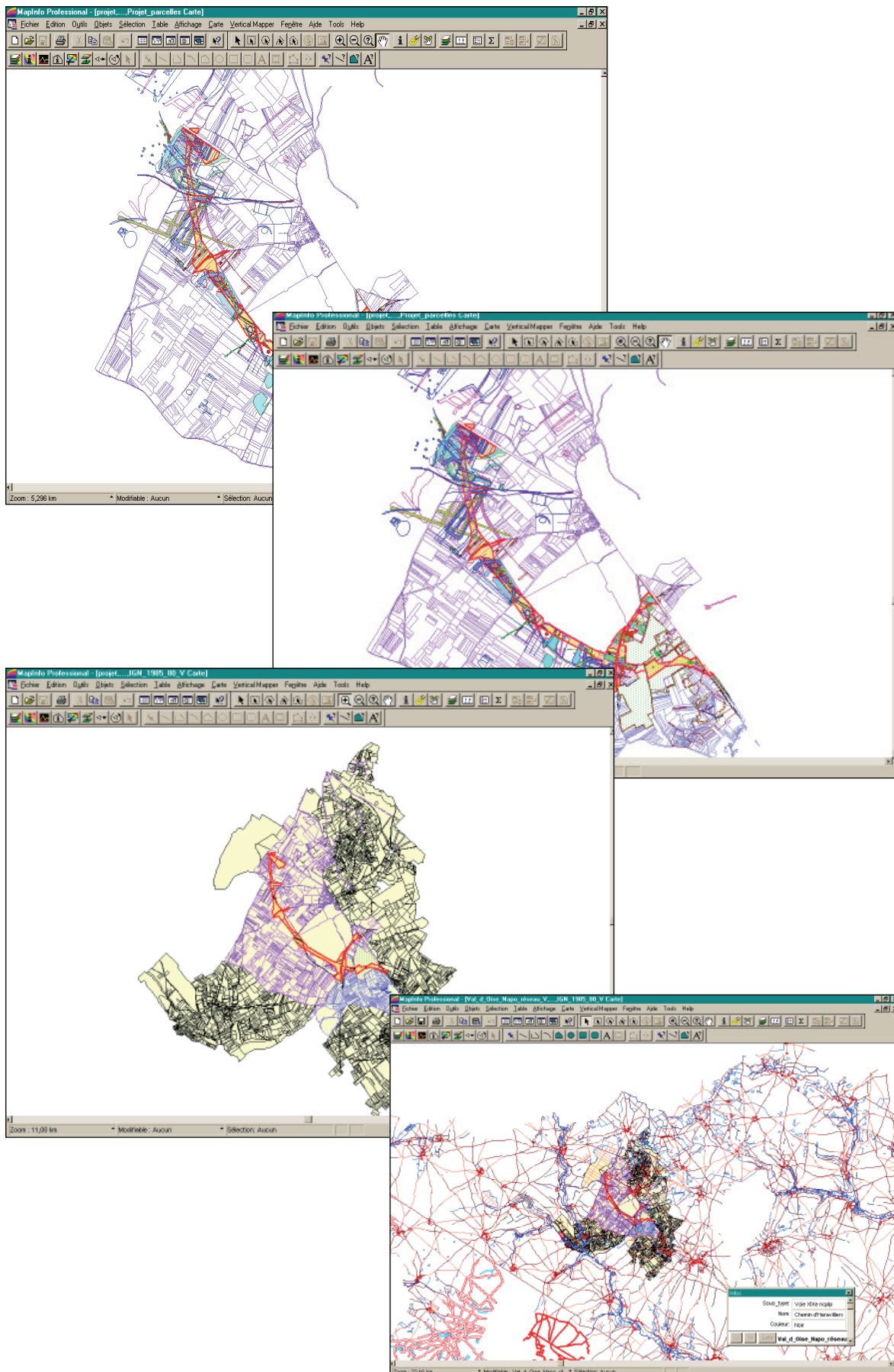


Fig. 85 - De l'échelle de l'emprise à celle du territoire, les informations qui sont prises en compte dans l'analyse sont différentes. Plus qu'un emboîtement ou une succession d'échelles, ce sont des visions complémentaires d'un même espace.

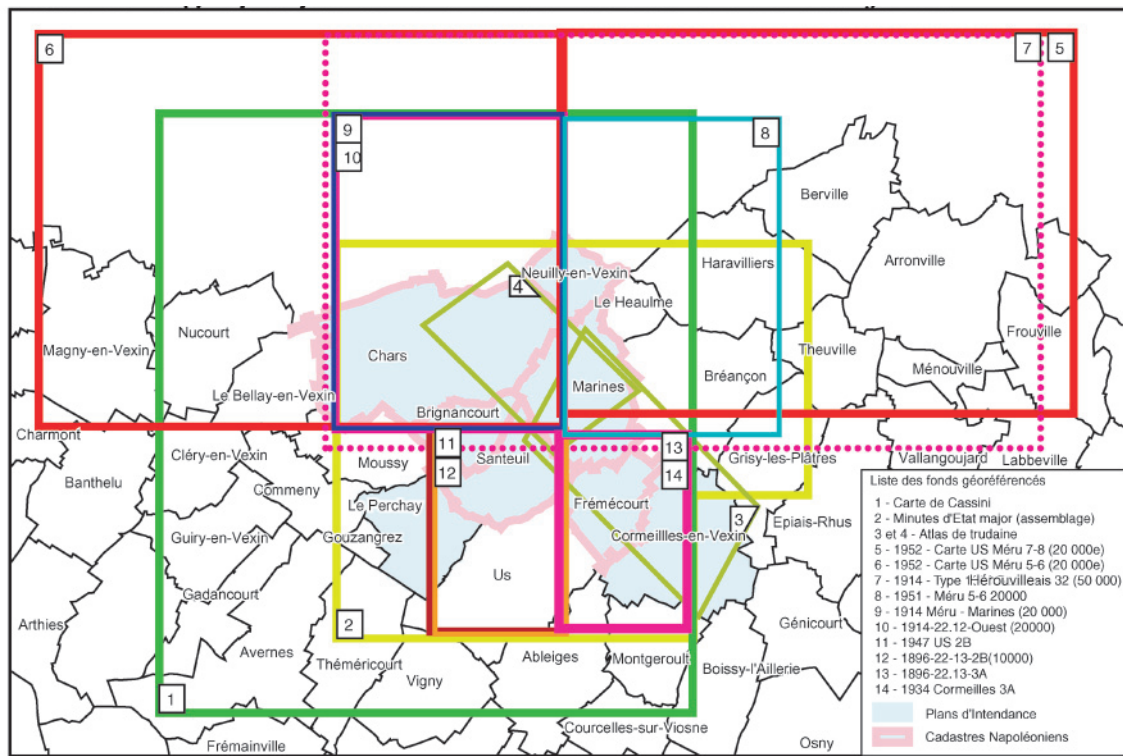


Fig. 86 - Base de données de Marines : recouvrement documentaire

l'archéologue, limitée généralement aux limites d'emprise du tracé routier, est mise en perspective par ce jeu d'échelles.

113 couches et deux bases de données de type attributaires sont rattachées directement au projet de l'étude de Marines (Fig. 86). 47 couches de données ont été traitées en mode raster et 68 en mode vecteur. Le premier ensemble regroupe toutes les données originales numérisées des fonds anciens et des documents photographiques. Il constitue le support documentaire de base. A l'opposé, les couches de données vecteurs regroupent tout le travail d'interprétation et toutes les données actives. Au niveau du traitement, la vectorisation directe et sélective de l'information à l'écran a été privilégiée. Un seul fonds a été importé : le fonds de l'emprise fourni par la Direction des routes (DIT) fourni en mode vecteur sous la forme d'un fichier Autocad®.

Dans le cas de figure de Marines, les fonds liés à l'étude morphologique et à l'étude géophysique sont nombreux et traduisent l'état d'avancement du projet. On retrouvera ainsi beaucoup de couches de données liées aux cadastres napoléoniens (24), aux plans d'intendance et autres fonds anciens (23), aux photographies aériennes (26) et aux données environnementales (30).

Les échelles de traitement varient du 1/2500 au 1/50000. L'échelle la plus représentée est encore une fois le 1/5000 (57) qui correspond au niveau d'analyse de l'étude morphologique. Le 1/50000 (30), seconde échelle représentée, est à relier à l'étude géophysique et géomorphologique.

Sur Marines, les différents niveaux d'étude donnent à voir différents modes de traitement d'une même information. Les chemins, par exemple, sont traités en surface jusqu'au 1/5000. Pour le travail à plus vaste échelle, c'est une formalisation en linéaire qui est utilisée. Deux modes différents de transcription de l'information traduisent ainsi deux échelles de vision de la donnée et deux besoins différents d'analyse. Formaliser l'information à l'aide de telle ou telle primitive géométrique (point, ligne, polygone) n'est pas neutre et implique des

conséquences sur le processus d'analyse.

Comme dans les autres cas de figure, on remarque l'existence au sein de la base de données géographiques de deux grandes catégories de couches vecteurs :

- Les premières se développent avant tout par leurs caractéristiques graphiques et se rapprochent de ce qui peut être fait à l'aide d'un logiciel de dessin assisté par ordinateur. La forme de l'objet et sa position spatiale sont les éléments d'information majeurs.
- Les secondes montrent un nombre de champs largement plus élevé. La caractéristique spatiale et la forme géométrique ne sont alors qu'un élément parmi d'autres. La couche «Marines PhotoIGN 1976-613» développe 12 champs d'information qui permettent de caractériser chaque indice selon sa source, son aspect, sa forme... ainsi qu'une recherche sélective ou un comptage.

A la démarche graphique, limitée par les capacités visuelles de l'individu qui la met en œuvre, se superpose une démarche de modélisation plus formelle qui ouvre des potentiels en matière d'analyse sur les plans quantitatifs, statistiques...

Ainsi, quarante-huit couches traitent de données dites «géo-environnement», quarante-six de données dites «carto-anciennes» et neuf de données dites «localisant-administratif». Aucune donnée archéologique autre que celles de l'inventaire départemental, n'est présente à ce niveau d'étude. Comme pour les sources et les modes de traitement on retrouve les deux grands axes d'étude : l'axe d'étude «morphologique» lié aux données dites carto-anciennes et l'axe d'étude «géomorphologique et géophysique» lié aux données dites géo-environnement.

L'analyse de la répartition des couches de données au sein de la base de données permet de dégager un processus le travail d'analyse aux différentes échelles s'est appuyé sur la constitution de plusieurs niveaux documentaires. Un premier fonds documentaire de base généralement en mode raster a été produit et a donné lieu à la réalisation d'un second niveau documentaire par extraction d'information. De ces deux fonds, on construit par interprétation un troisième niveau d'information qui va se superposer durant l'analyse aux deux précédents (masses parcellaires...).

Premiers éléments de synthèse

Au sein de ce projet, l'aspect documentaire est très largement majoritaire. La répartition des données, des échelles, des modes de traitements, etc., ne fait que retranscrire les grands axes de la problématique. L'étude morphologique et l'étude environnementale (géophysique et géomorphologique) sont très largement présentes dans la répartition des informations.

A l'opposé du cas de la Liaison Cergy-Roissy (LCR), c'est en amont de l'opération que le projet de Marines intègre les futures données archéologiques dans un espace géographique beaucoup plus large que les limites de l'emprise et sur des échelles plus variées. Sur le projet LCR, on a construit un noyau d'information traitant des données archéologiques puis on y a ajouté les données liées à l'environnement, au paysage ancien... Dans le cas de figure de Marines, la situation est différente. La donnée archéologique a été intégrée au même titre que d'autres (géophysique, carto-ancienne...) dans un système global qui, pour gérer l'espace de l'emprise, travaille sur différents aspects du territoire et à différentes échelles.

Les deux bases de la Francilienne et celle de Marines ont été produites dans une perspective

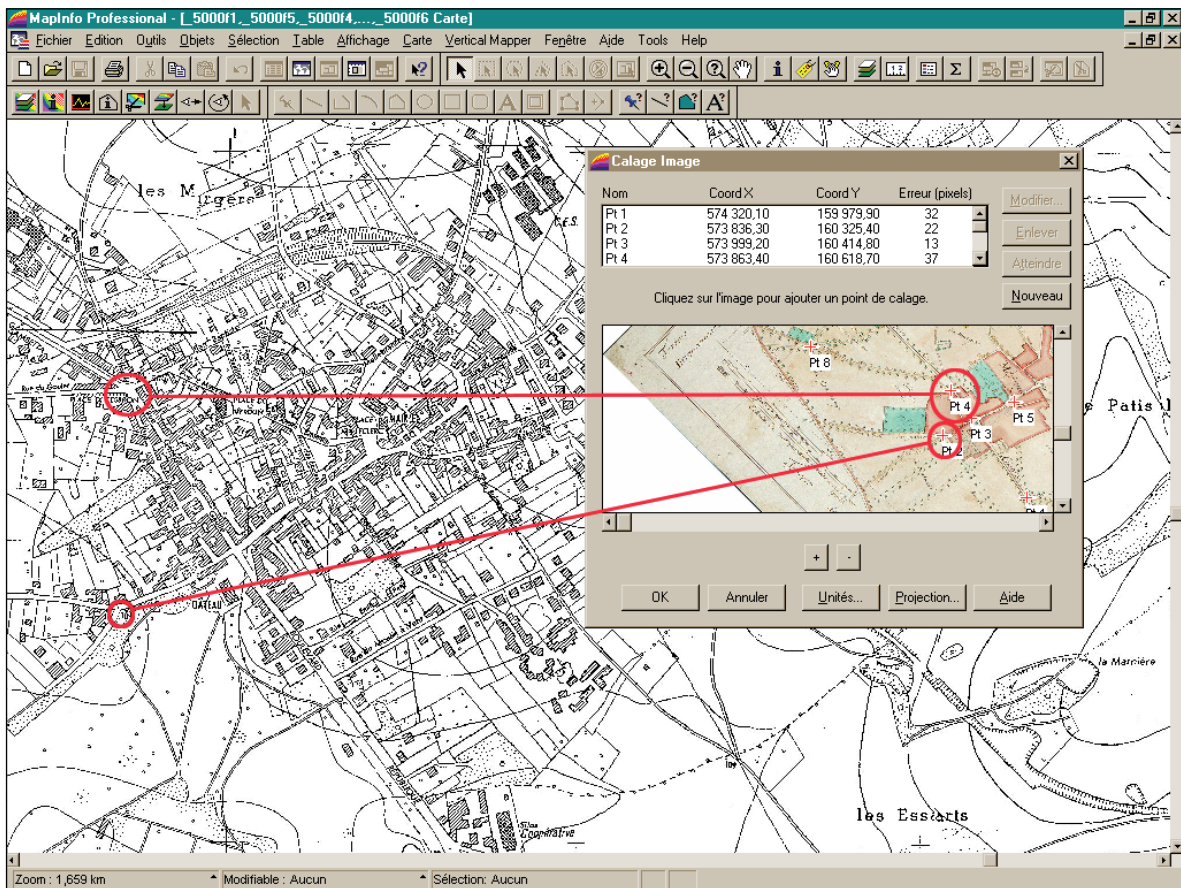


Fig. 87 - Base de données de Marines : pour caler un plan, il est nécessaire d'établir des correspondances par rapport à un fonds actuel. Une fois les repérages et les coordonnées fixées, on peut superposer des données actuelles sur le plan ancien et ainsi compléter son travail d'analyse.

similaire : celle d'un projet d'archéologie préventive. Cependant l'une s'appuie sur une problématique qui place la donnée archéologique comme centrale et l'autre sur un travail qui place les données environnementales comme centrales. Même si les projets sont assez similaires à l'origine (deux tracés routiers), le montage des opérations, les sensibilités des intervenants sont totalement différents et induisent une réponse en terme de développement de système totalement différente.

D'autre part, l'option prise à Marines est issue en partie de l'expérience construite durant l'opération archéologique Francilienne. On peut penser que la base Francilienne aurait sans doute eue une autre forme si l'étude morphologique avait pu être faite en amont des travaux de terrain.

Constitution et gestion des informations

La compilation et la réunion des documents cartographiques et photographiques a été une étape majeure du processus d'étude. Elle a permis d'informer la zone limitée de l'emprise des futurs travaux et de replacer le projet dans un contexte plus large pour avoir une vue plus globale (géologie...) et diachronique sur l'évolution du paysage. Quinze sources cartographiques différentes et plus de dix documents photographiques ont été géoréférencés. Ils constituent le canevas de base pour le travail cumulatif (Fig. 86, 87, 88).

Tous sont d'époque, d'échelle, de nature, de précision différentes. L'intérêt du système



Fig. 88 - En géoréférençant les documents anciens on a pu réfléchir sur la valeur de l'information des différents fonds utilisés. Ici, on voit en bas un extrait de la carte de Cassini (1756) et en haut un extrait de l'Atlas de Trudaine (XVIII^eS.) superposés avec des couches d'informations actuelles (Zones urbaines, courbes de niveau, routes, hydrologie). Si l'Atlas de Trudaine se révèle précieux par la richesse de l'information qu'il contient, la justesse géométrique de ce plan est généralement mauvaise. En revanche, la carte de Cassini est dans cette zone très juste pour certaines informations : le dessin de la topographie et des routes est approximatif mais l'emplacement des noyaux d'habitats et des édifices remarquables présente une corrélation extrêmement intéressante avec les données contemporaines. Sur ce point, un travail de quantification par type de grands thèmes de données pourrait être mené afin d'évaluer fonds par fonds la qualité de l'information qui le compose.

développé à l'occasion de l'étude sur Marines est d'autoriser une dynamique de corrélation de toutes ces sources en tenant compte de leur spécificité et de permettre un retour permanent à la source.

Calages des documents cartographiques

Caler ou géoréférencer une image raster revient à établir un lien entre les pixels de l'image numérique et des coordonnées géographiques qui se définissent par rapport à un système de référence dit système de projection (le Lambert 93). Chaque pixel de l'image raster possède une coordonnée par rapport à la position dans la grille qui la compose. Le calage permet de faire une relation entre la grille constitutive de l'image raster et celle du système de projection choisi. Pour cela, par exemple dans le logiciel Map-Info®, on indique différents points de repères (trois au minimum) qui permettent de replacer la grille qui constitue l'image raster dans le système de référence géographique choisi. Le logiciel positionne ensuite les données

vecteurs sur l'image raster en tenant compte et en corrigeant l'erreur de géométrie qui peut exister.

Ainsi, on peut compiler des fonds très inégaux géométriquement. Le cas de figure de Marines, a été pour nous l'occasion de tester les limites offertes par le logiciel en matière de compilation documentaire. Il nous a permis d'autre part d'engager une réflexion sur la précision des fonds. Si le fond 1/5000 de l'IGN levé vers les années quatre-vingt avec des techniques modernes présente peu de défauts, des cartes datant du XVIII^e, comme les plans d'intendance, présentent de nombreuses dérives géométriques.

Al'opposé, la carte de Cassini, qui a fait l'objet d'une procédure de numérisation et de calage, s'est révélée de manière assez inattendue d'une justesse géométrique intéressante, même si la globalité des informations représentées ne possède pas la même qualité géométrique. Par exemple, le tracé des routes et des rivières est plutôt approximatif, en revanche, la géométrie de l'ensemble et le positionnement des noyaux d'habitat, des églises ainsi que de tout élément ponctuel (croix, calvaire, moulin...) paraît très juste. La superposition directe avec un fonds contemporain (BD Topo de l'IGN) permet de faire le constat de la qualité géométrique de cette feuille de la carte de Cassini.

Nous précisons ci-dessous la liste des fonds en décrivant succinctement, leur date de levée, leur contenu et une rapide critique de leur justesse géométrique. Cette approche a été développée plus largement dans le cadre du projet général (cf. Infra 6.2.2). On se reportera pour des descriptions plus complètes d'un plus grand nombre de fonds, au rapport *Atlas historique* fourni en annexe de ce travail ou encore au *Guide de lecture des cartes anciennes* publié aux éditions Errance [COSTA, ROBERT 2008].

Les documents cartographiques et photographiques utilisés dans la base de Marines

Les fonds contemporains

- Le cadastre actuel de Marines levé en 1934 (remaniement partiel en 1984-86-87) : il s'agit d'un document de gestion qui permet de replacer les travaux dans une emprise plus large. L'échelle du document original est le 1/2500. Il représente les limites parcellaires actuelles, l'emprise au sol des bâtiments, la voirie, l'hydrographie. Sa précision est généralement bonne (de l'ordre du mètre). Il a été vectorisé sur toute l'emprise de la déviation.



Fig. 89 - Extrait de l'assemblage des cadastres napoléoniens des communes de Marines, Santeuil, Frémécourt, Brignancourt, Chars et Neuilly-en-Vexin.

- Le fonds d'emprise de la déviation routière produit sur commande de la Direction des Infrastructures et des Transports (DIT) du Conseil Général du Val-d'Oise : ce document, très précis, a été constitué par des géomètres à partir du cadastre actuel sur commande de la DIT. Il constitue l'élément de base pour la gestion des informations liées à l'opération archéologique et au projet. Il donne les limites de l'emprise des futurs travaux et toutes les contraintes techniques liées au projet (parcelles traversées, surfaces...). Il est le seul document de référence à avoir été conçu sous forme numérique (en vecteur).

Les sources anciennes

Le XIX^e et le XX^e siècle :

Ces cartes constituent le groupe des fonds topographiques anciens. La liste ci-dessous permet de récapituler de manière synthétique les données contenues dans chacun de ces documents et une carte indique la zone couverte par chacun (**Fig. 86**).

Issus de levés modernes (stéréo-restitution et géodésie), ils sont tous géométriquement justes et montrent l'évolution de l'occupation du sol durant une période qui s'étend de 1896-97 pour les plus anciennes, jusqu'à 1952. Complétées par les données du 1/5000 et du 1/25000 contemporain, c'est plus d'un siècle de présence humaine qui est cartographiée. Nous en produisons ci-dessous la liste :

Le cadastre napoléonien des communes de Marines (levé en 1830), Santeuil (levé en 1831), Frémécourt (levé en 1830), Brignancourt (levé en 1831), Chars (levé en 1830), Neuilly-en-Vexin (levé en 1830) :

Constitué au début du XIX^e siècle, le cadastre napoléonien est le document de référence pour toute étude sur les paysages anciens. Il est un bon témoin de l'occupation du sol au siècle dernier et retraduit tout élément inscrit dans le parcellaire foncier. Les noyaux d'habitat, les carrières, les voies, les mares, les fossés, les microtoponymes...etc. sont figurés. Il se présente généralement sous forme de feuilles au format A0 à l'échelle 1/2500. Celles-ci ont été réduites au 1/5000 et assemblées systématiquement à l'échelle du département.



Fig. 90 - Extrait de l'assemblage des Minutes d'Etat-Major au 1/10000

Les minutes d'état-major au 1/10000 feuilles n°57, 1 et 9 (Fig. 90) :

Établies à partir de 1818, ces cartes en couleurs sont particulièrement précises et fiables. Levées au 1/10000 dans la région parisienne, elles ont servi de documents minutes pour l'établissement de la carte d'état-major au 1/80000. Les données de nivellement très précises sont encore représentées sous forme de hachures. On peut parfois y déceler des informations comme la présence d'indices figurant les mottes. Comme la plupart des cartes topographiques, elles proposent des informations sur les bâtiments, la voirie l'hydrographie... Cependant, elles se distinguent des autres fonds topographiques par la précision et la représentation en tons colorés qui permettent d'avoir des informations précises sur les natures de cultures et sur l'occupation du sol.

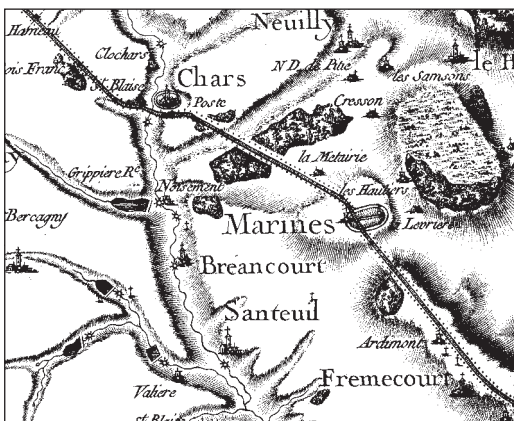


Fig. 91 - Extrait de la carte de Cassini

Les sources antérieures au XIX^e :

La carte de Cassini, feuille de Beauvais (1756) (Fig. 91)

Cette carte possède l'avantage de couvrir de

manière exhaustive tout le territoire national de l'époque. Elle donne des informations particulièrement utiles sur les lieux d'habitats (isolés ou groupés, entourés de rempart ou non), sur les moulins, sur leur état (conservé, en ruine...) et sur les édifices religieux (églises, abbayes, chapelles, croix, calvaires...). En revanche, elle comporte quelques défauts. Seule les grandes voies royales sont représentées. Cette insuffisance du réseau routier laisse des villages totalement isolés en dehors de toute voie de communication. Le tracé de ces mêmes voies peut d'autre part se révéler fantaisiste. Le relief et l'hydrographie ne possèdent pas non plus un tracé très précis. La pente ou l'altitude ne sont pas du tout pris en compte. Dans notre zone d'étude, cette carte s'est cependant révélée être géométriquement juste pour l'emplacement des points d'habitat.

Les Atlas de Trudaine (Fig. 92)



Fig. 92 - Extrait des Atlas de Trudaine.

Levées durant la seconde moitié du XVIII^e siècle les planches des Atlas de Trudaine au 1/8640 (dix lignes pour cent Toises) sont des cartes d'ingénieurs des Ponts et Chaussées. Ce document en couleur, destiné à établir les projets des routes royales, se développe en une série de planches assemblées par une reliure et qui couvrent des bandes de chaussée longues de 6.5 km sur 2.5 km de large. La route ancienne, le projet et les sites qu'ils traversent sont dessinés : ponts, fermes, hameaux, chemins, fossés, relief... Pour la zone d'étude de Marines, deux planches couvrent la zone de l'actuelle Rd. 915 (ancienne Rn. 15 et ancienne voie royale de Paris à Gisors). La qualité géométrique de ce document cartographique, n'est pas à la hauteur de la grande finesse de la représentation des détails.



Fig. 93 - Extrait du plan d'Intendance de Marines.

Les plans d'intendance de Marines, Santeuil, Frémécourt, Brignancourt, Chars, Neuilly-en-Vexin (Fig. 93)

Réalisés de 1776 à 1791, les plans d'intendance ou cadastres de Berthier de Sauvigny, sont particulièrement intéressants pour l'étude des paysages. La représentation, sous forme d'îlots colorés des natures de culture des paroisses nous informe sur l'occupation du sol (vignes, vergers, bois, habitat, mares...). Sur la zone d'étude de Marines, la fiabilité au niveau géométrique de ce document est variable. Le plan de la commune de Marines présente une déformation importante alors que celui de la commune de Brignancourt est géométriquement plus fidèle.

Les missions aériennes (Fig. 94)

Nous ne ferons pas la description de toutes les photographies aériennes qui ont été numérisées et calées. Pour plus de détail on se reportera au rapport de synthèse sur l'étude de Marines [COSTA, MARMET, ROBERT 1999]. On notera simplement que 20 photographies, achetée à l'Institut Géographique National (IGN), ont été géoréférencées. Sur la totalité, et pour des

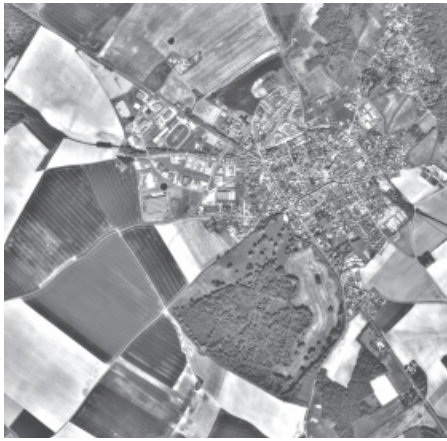


Fig. 94 - Extrait des missions aériennes de 1936

raisons de temps, seuls cinq documents particulièrement intéressants par leur révélation (lisibilité des éléments fossiles) ont fait l'objet d'une interprétation détaillée. Elles nous apportent des informations sur l'état du paysage (parcellaire avant remembrement et occupation du sol) à l'époque de la prise de vue (1936 pour la plus ancienne) et donnent à voir de nombreuses traces fossiles : des indices phytographiques (pousses différentielles des plantes) et hydrographiques (tâches d'humidité) concernant le milieu naturel (chenaux fossiles...) ou les cultures et des traces se rapportant à des phénomènes directs d'anthropisation (sites archéologiques, tracés parcellaires) ont été relevés.

L'apport du logiciel de cartographie à la compilation des sources et des données et à leur analyse

Marines a été le premier exemple abouti d'une base de données géographiques ayant comme vocation la compilation documentaire. L'utilisation d'un logiciel SIG (Map-info®) et l'intégration des données de l'étude dans le système d'information du service a ouvert de nouvelles perspectives d'études jusque là inexplorées.

De la carte compilée au système d'information géographique.

Le cadastre napoléonien reste le document de base pour l'étude archéogéographique. Les feuilles au 1/2500, doivent être réduites et assemblées pour constituer un document cohérent et maniable, à partir duquel est construit un autre support de travail simplifié (masses parcellaires). Ce dernier est enrichi par les informations issues des travaux d'interprétation en carto et photo-interprétation et par les données archéologiques pour constituer la carte compilée qui est le véritable document d'étude pour l'archéogéographe et un support de réflexion pour l'archéologue [ROBERT 1997]. En résumé, l'archéogéographe cherche, par une série de processus de transcription et de généralisation graphique, à traduire l'information issue de multiples sources (cartes et photographies aériennes,...) sous forme d'un graphe géométrique qui soit compatible avec les besoins et l'échelle d'étude d'un territoire.

Dans le cas de figure de Marines, la démarche d'étude s'est appuyée sur une méthodologie quelque peu différente. L'objectif de départ n'était pas la constitution d'une carte unique en vue d'une étude spécifique mais bien la mise en place d'un outil qui soit en mesure d'informer un territoire donné et d'intégrer les évolutions futures des études géomorphologiques, archéologiques et archéogéographiques. Ce sont les documents originaux qui sont intégrés dans le logiciel de cartographie. Ainsi, on construit un système qui supprime de nombreuses étapes formelles (il n'est plus nécessaire de travailler sur la mise en place d'un fonds simplifié) en privilégiant une réelle démarche cumulative et on garde une relation dynamique avec la source originale (possibilité de retour direct). D'autre part, le fait de se fondre dans un système d'information géographique permet, dès le début du processus, d'intégrer une logique qui dépasse l'emprise technique du projet, et de se replacer dans une problématique scientifique plus générale.

Apport du logiciel et apport du système

Il faut distinguer logiciel (outil technique) et système d'information (ensemble complexe composé de logiciels, matériels et de procédures, reliés entre eux par des processus). Le logiciel permet des ouvertures techniques qui peuvent ouvrir sur des mises en œuvre innovantes. Dans le cas de Marines, la possibilité de gérer conjointement les données raster et les données vecteurs dans un même logiciel a été la base du travail documentaire. Une fois cette ouverture technique expérimentée, nous avons pu développer sous un nouvel angle une réflexion sur la validité des sources et sur leur apport à l'étude.

Si l'approche n'était pas nouvelle sur le fond, la forme et la manière d'appréhender ces documents à l'aide de ce logiciel ont ouvert des possibilités d'étude non permises autrefois ou trop fastidieuses. Le logiciel dégage des possibilités d'exploitation nouvelles et donc change les manières de faire.

L'apport du système d'information est d'un autre niveau. Il touche à la démarche et à la logique d'étude. Malgré la variété des données, toutes abordent le même univers : l'impact réciproque de l'homme et de l'environnement. Il existe donc des relations sémantiques, spatiales ou temporelles, entre ces données qui bien que différentes dans leurs structures sont cohérentes dans leur signification et par le territoire auquel elles se rapportent. La démarche système vise donc à décloisonner la démarche d'analyse pour constituer des espaces de négociation au sein d'une application opérationnelle. Dans cette perspective, la formalisation

574

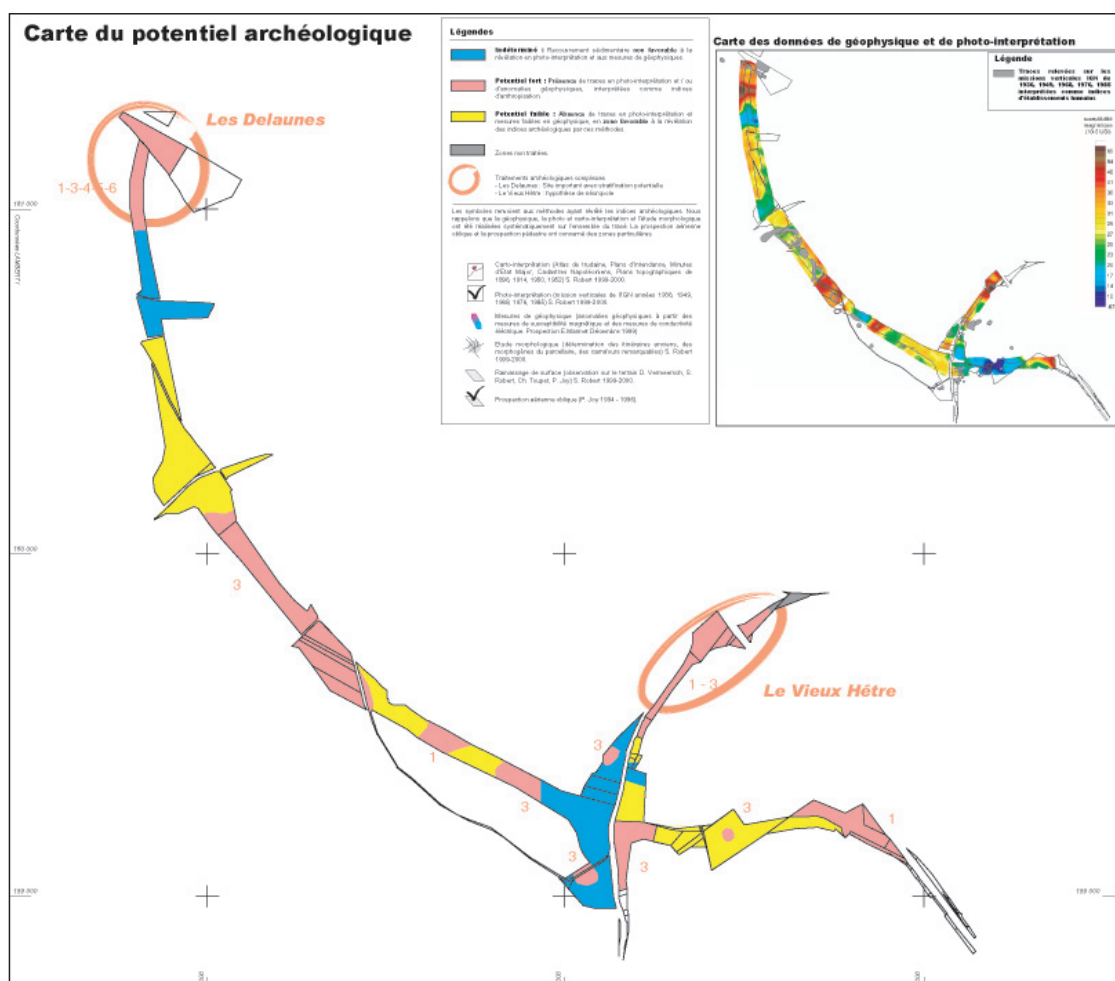


Fig. 95 - Plan de potentiel archéologique sur l'emprise de la déviation.

graphique de l'information et le cadre géographique constituent le langage commun entre des données issues de disciplines et d'échelles différentes.

Gestion «raisonnée» du fait archéologique

Gérer l'information est un impératif pour l'archéologue, d'autant plus que l'objet propre de l'archéologie, la trace matérielle, est amenée à être détruite durant la phase d'acquisition. Cela explique sans doute le développement des différentes démarches et outils utilisés aujourd'hui dans notre discipline. On a vu des projets spécifiques : gestion de la donnée archéologique sur le projet Francilienne ou encore la carte archéologique de Beaumont-sur-Oise qui ont été l'occasion de développer deux outils de gestion de l'information.

Ces exemples sont à la fois proches et éloignés du cas de figure de Marines. Proches, car tous trois s'intègrent au SIG du service archéologique. Ils possèdent le même cadre technique, les mêmes ressources. Éloignés, car ils procèdent d'une démarche différente. Le cas de la Liaison Cergy-Roissy intègre le niveau de la donnée archéologique pour la gestion de l'existant. Il l'absorbe pour la redistribuer ensuite pour les différentes phases d'étude. Le cas de figure de Beaumont-sur-Oise, se rapproche plus du cas de figure de Marines car il se dégage d'une logique d'opération pour développer une problématique de gestion archéologique d'un territoire. Le système s'appuie sur l'administration de l'existant, avec comme perspective la production de cartes documents synthétisant l'état de la connaissance à l'échelle de la commune.

Dans l'exemple de Marines, le système d'information permet de développer une vision prospective qui se décline selon des objectifs de gestion et de recherche à différentes échelles.

- A l'échelle de l'emprise : Dans notre cas de figure, l'étude géomorphologique a permis de déterminer des zones de stabilité sédimentaire. Compilées avec les données de la géophysique, de la carto et photo-interprétation et de l'inventaire archéologique puis modélisées sous forme d'une couche d'information, ce travail a permis de produire une carte du potentiel archéologique. Ce document prend en compte les données connues, non pas en terme d'absence-présence, mais sous forme d'un degré de potentialité de découverte. D'autre part, sa couverture sur la zone de l'emprise est totale et elle tient compte des zones où la lecture est impossible en raison d'une épaisseur sédimentaire trop importante. L'idée est donc de développer en amont de celles-ci, un outil stratégique pour le déroulement des opérations (**Fig. 95**).
- A l'échelle du territoire : Comme nous l'avons souligné ci-dessus, le système d'information permet de fédérer les logiques d'étude autour d'un élément commun, l'espace géographique. Cet espace touche non seulement les archéologues et les chercheurs mais permet de traduire l'information pour la diffuser afin qu'elle soit prise en compte par les aménageurs.

6.2.3.5 - Le Site « du Bois de Villers » à Chaussy : relevé, modélisation et visualisation tridimensionnelle du modelé du terrain pour l'interprétation archéologique

Résumé : L'étude du site de Chaussy a été l'occasion de tester l'approche microtopographique. Ce site par sa morphologie particulière et son mode de conservation (sous-bois) posait des difficultés d'interprétation. Le développement d'une approche de relevé spécifique, centrée autour de la réalisation d'une base de données géographiques a donc servi de support de synthèse à la collecte de l'ensemble de l'information topographique mais aussi de support de modélisation permettant de développer les différentes stratégies d'intervention au fur et à mesure du déroulement des opérations de lever.

Une fois l'information intégrée, la lecture du modèle numérique de terrain permet de produire un nouvel état des connaissances.

Fiche signalétique

Responsables scientifiques : D. VERMEERSCH (Coordination), A. DIETRICH (étude botanique), S. ROBERT (Archéogéographie)

Responsables du projet cartographique : L. COSTA, C. LORTHOIS,

Opérateurs principaux : L. COSTA, C. LORTHOIS,



Fig. 96 - Schéma de localisation

Le site du « Bois de Villers » se situe à l'Ouest du département du Val-d'Oise dans la commune de Chaussy sur le canton de Magny-en-Vexin à l'ouest du département du Val-d'Oise. Ce site de sous-bois, découvert en 1989 lors des prospections organisées dans le canton de Magny-en-Vexin est particulièrement bien préservé. Il laisse apparaître des vestiges

architecturaux conservés parfois sur un mètre de hauteur associés à du matériel gallo-romain [VERMEERSCH 2000].

L'étude de la répartition des occupations gallo-romaines menée dans le cadre de la prospection du canton de Magny [OUZOULIAS 1988] laissait apparaître une absence de site au niveau de la partie sud du territoire de Chaussy. Une prospection réalisée autour de la ferme de Méré au lieu dit « *Le cul froid* » a révélé une série de vestiges architecturaux sous la forme de murs de terrasses associés à de la tuile et à des tessons gallo-romains [VERMEERSCH 2000]. Ces vestiges se développant sous les zones boisées sont associés à une série d'empierrements et d'anomalies végétales (lignes de buis et plantes calcicoles) dessinant un établissement d'importance organisé autour d'un chemin vicinal (CV34 de Chérence à Villarceaux).

En 1999, la poursuite des prospections a permis de dégager deux grandes zones :

- « Le domaine », défini par un empierrement linéaire composant une clôture associée à des buis. C'est à l'intérieur de ce clos que se situe une série de pierriers pouvant correspondre à des bâtiments effondrés. Au Nord et au Sud Ouest de la zone une série d'ondulations régulières évoquent des champs fossiles composés de sillons et de billons. La flore de ce secteur a semblé suffisamment caractéristique

pour pousser plus avant des observations botaniques.

- A l'extérieur de l'enceinte, une zone plus vaste laisse apparaître d'autres ondulations correspondant peut-être à d'anciens champs cultivés. La partie sud-est est aménagée en terrasses. Des tuiles et des tessons de la période gallo-romaine semblent y être associés.

Trois sondages réalisés en 1989 par P. OUZOULIAS et D. VERMEERSCH ont permis de préciser les premières hypothèses avancées lors de la prospection. Les fouilles d'un bord de terrasse et d'une section de l'enceinte ont confirmé la présence de murs construits. Le dégagement d'une section d'un bâtiment au lieu-dit «*l'église à Paillet*» a permis de mettre au jour un sol et un mur recouvert d'enduit sur une hauteur de 1,5 m. Le mobilier composé de céramiques sigillées, de céramiques grises typiques de la période gallo-romaine et de tuiles à crochet, permet d'avancer une période d'occupation allant du milieu de la période gallo-romaine au Moyen Âge moderne. On trouve par ailleurs mention d'un habitat sur cette zone dans la carte de Cassini (XVIII 6G Rouen 1757).

Les axes de travail :

L'objectif a été d'évaluer l'importance spatiale du site et d'en cartographier l'extension. Trois démarches ont été menées de front :

- Une approche botanique : les plantes en alignements ou en regroupements répondant à des conditions édaphiques particulières très locales permettent de révéler la présence de vestiges. La présence d'un mur ou d'un fossé peut être révélé par la croissance de plantes nitroclines ou calcicoles dans une station qui ne l'est *a priori* pas.
- Une approche parcellaire : l'évolution du site a pu être appréhendée par l'analyse des cartes anciennes (depuis le XVIII^e) et des photographies aériennes. Cette étude permet de dégager des organisations anciennes des parcellaires.
- Une approche topographique et spatiale : le contexte de sous-bois de ce site a permis sa fossilisation complète et sa conservation. Mais, ce même contexte rend le site difficilement lisible dans sa globalité. La réalisation d'un relevé micro-topographique¹⁹ a donc été envisagé afin d'obtenir un modèle numérique de terrain offrant un point de vue synthétique de l'ensemble des vestiges. Plusieurs difficultés se sont alors dégagées : l'étendue du site supérieur à sept hectares ; la situation en sous-bois qui rend les travaux de levés topographiques particulièrement délicats. Les notions de distances et d'orientations sont généralement occultées dans ce contexte. Il est donc très difficile de repérer les vestiges les uns par rapport aux autres et de les recaler par rapport à des éléments connus en coordonnées.

Le levé du site :

Compte tenu du contexte de déroulement du projet, seule la méthode de levé terrestre était exploitable. Trois étapes ont été définies : la délimitation de la zone à lever, la mise en place de la polygone et le rattachement au système de national de référence.

¹⁹ - Ce relevé a été réalisé en collaboration avec Catherine Lorthois, élève ingénieur à l'ESGT. Le travail de relevé a fait l'objet d'un mémoire d'ingénieur [LORTHOIS 2001].

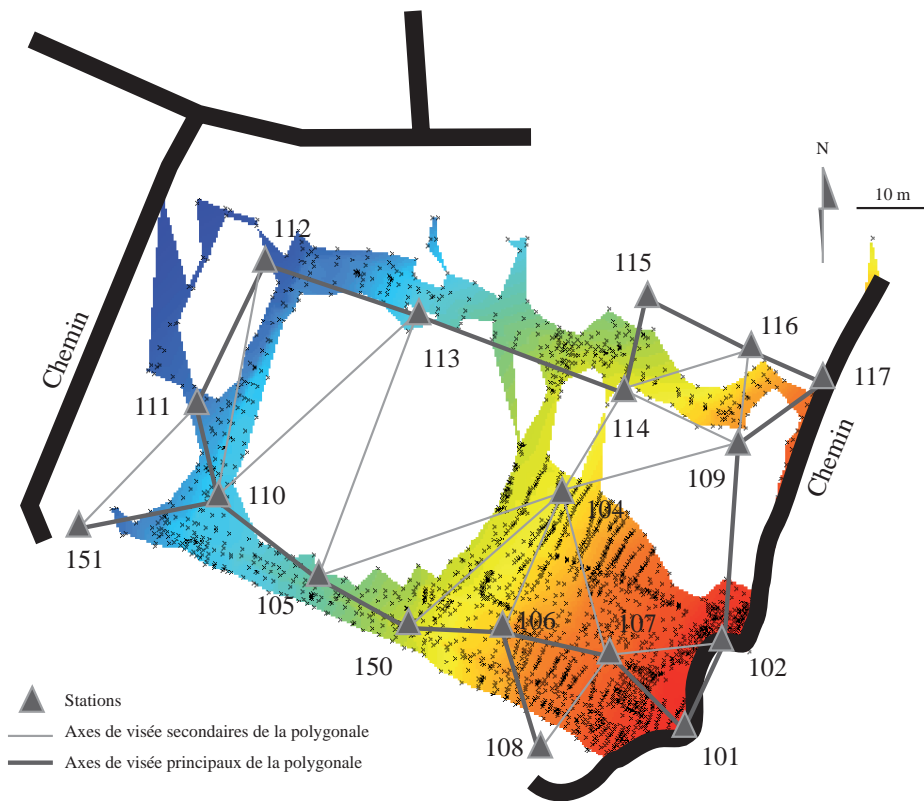


Fig. 97 - L'artère du lever : la polygonale.

La délimitation de la zone à lever :

Compte tenu du temps disponible et de la surface du site (une surface de 7 hectares), nous avons donc entrepris les travaux de microtopographie prioritairement sur l'enceinte avec un maillage différentiel plus ou moins dense tenant compte de la présence supposée de vestiges (un point tout les 20 à 30 cm). Les zones de pierreries ont fait l'objet d'une attention toute particulière avec une augmentation de la densité de points (1 point tout les 10 cm). Un codage sur la végétation remarquable a été associé à chaque point permettant de constituer parallèlement au MNT la base de données botaniques. En outre, pour des questions pratiques liées à la visibilité le levé a été réalisé durant les mois d'hiver (absence des herbacées et des feuillus).

L'artère du levé : la polygonale

La complexité des levés en sous-bois a demandé la mise en place d'un réseau dense de stations que nous avons organisé de manière hiérarchique (**Fig. 97**).

Le premier ordre est « l'arête dorsale » du levé constitué de trois points implantés sur le chemin communal N°7. Le calcul des coordonnées de ces trois stations de base a été réalisé par triangulation sur deux points : l'église de Méré (située dans le village à 7 km) et la tour de Méré (située au niveau de la ferme de Méré à 2 km) connus et référencés en XY par l'Institut Géographique National (IGN). Ces points de triangulation, formalisés sous la forme de bornes sont des stations pérennes rattachées au système Lambert et au réseau de nivellement général de la France. Le rattachement altimétrique a été vérifié et validé par un cheminement indirect à visées réciproques. Cette opération a permis d'évaluer le degré de précision du levé (inférieur à 2 cm en altimétrie)

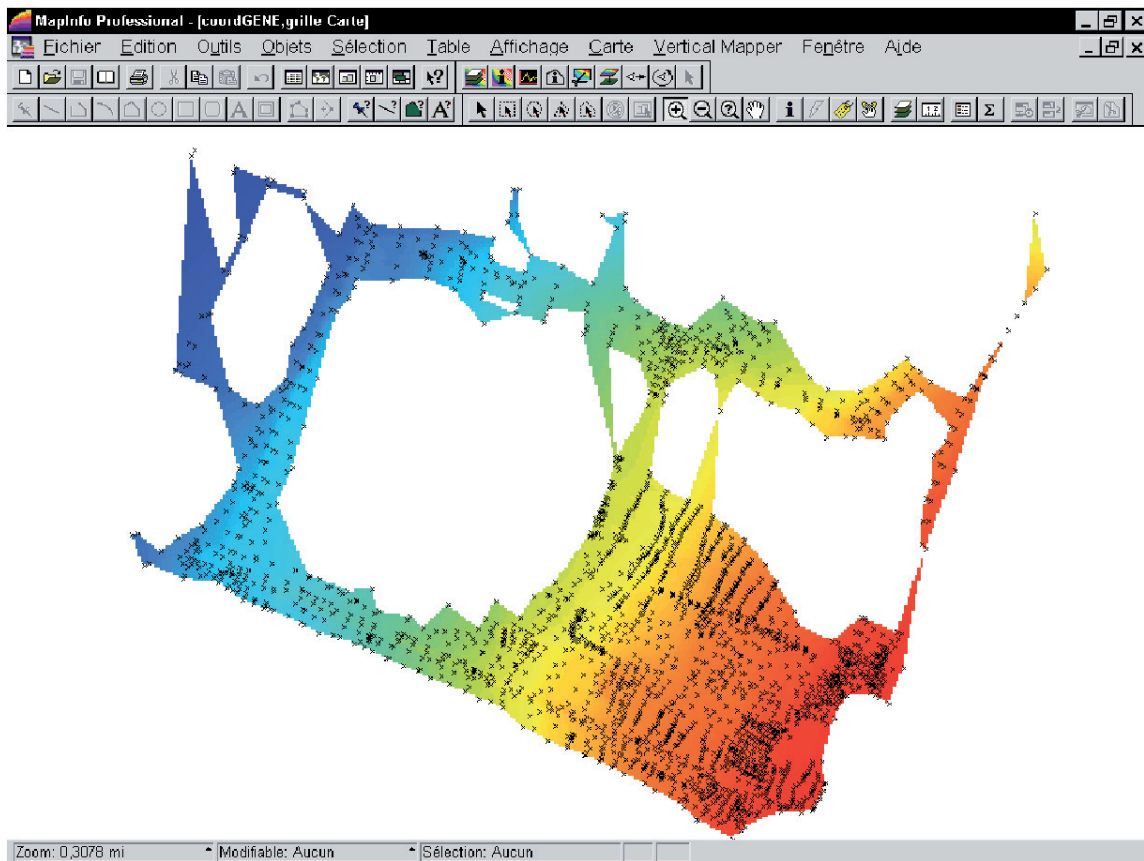


Fig. 98 - Le nuage de points et sa modélisation sous la forme d'un modèle numérique de terrain

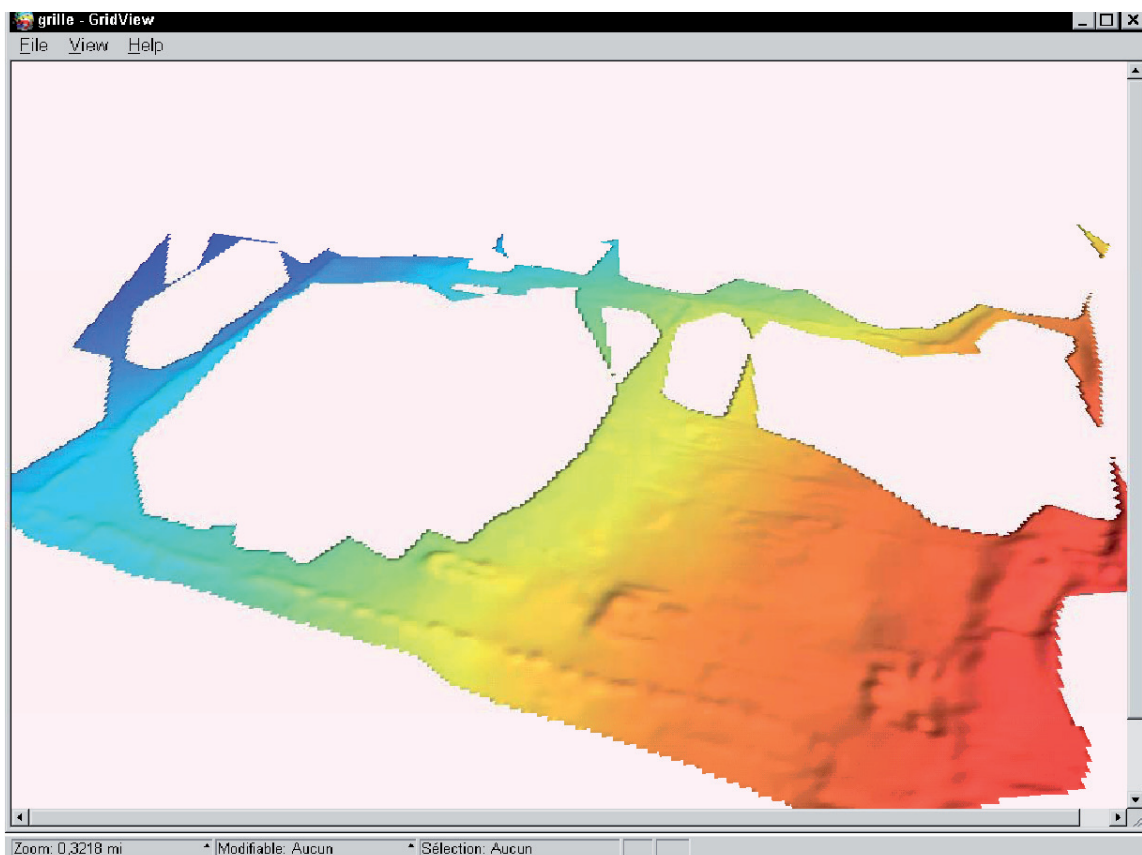


Fig. 99 - La visualisation tridimensionnelle permet de faciliter la lecture de la microtopographie et de dégager les grands axes d'organisation de ce site. En plus de l'enceinte, se dégagent différentes zones correspondant probablement à des bâtiments. Les zones non relevées actuellement demanderaient à être complétées pour avoir une lecture intégrale de cet établissement.

Le second ordre est la polygonale principale. 18 points ont été implantés (bornes topographiques) principalement le long de l'enceinte afin de disposer, et cela quelque que soit la position, d'au moins deux points visibles pour chaque station. Cette polygonale a été calculée sur le principe d'un cheminement fermé ce qui la rend indépendante de « l'arête dorsale ». Après calculs, l'écart de fermeture de la polygonale est de 2 cm. Deux points de la polygonale de premier ordre sont intégrés comme éléments de la polygonale principale.

Le troisième et dernier niveau de polygonale est celle des stations complémentaires (non formalisées sur le terrain en dur) destinées aux levés plus complexes. Ici on dispose d'un nombre de stations de troisième ordre largement plus élevé (env. 40).

Ce canevas topographique nous a permis de collecter un nuage de plus de 10 000 points, qui une fois modélisés, ont donné lieu à la production d'une planimétrie tridimensionnelle extrêmement détaillée, base d'une première série d'interprétations sur le type d'occupation.

Du MNT au modèle d'interprétation :

L'analyse de la micro-topographie de ce site a permis de dégager les grands éléments de l'organisation de cet espace (**Fig. 98, 99**) :

- Une enceinte, jusqu'alors inconnue, a pu être délimitée permettant de préciser les limites de ce site. Des zones spécifiques, composées d'amas de pierre très localisées ont été associés à d'éventuelles portes.
- Plusieurs zones de bâtiments dont l'existence était pressentie ont pu être étudiées de manière plus fine.
- Des zones interprétées comme des champs fossiles (billons et sillons) [VERMEERSCH 2000] ont pu être délimitées.

L'outil SIG associé à la méthode de microtopographie a permis de proposer, en amont de toute intervention destructrice, une première image de la morphologie générale et de la répartition des vestiges. D'autres terrains ont fait l'objet d'approches similaires dans le Val-d'Oise dont le plus remarquable est le site d'Orville situé dans le Val-d'Oise sur la commune de Louvres-en-Parisis sur lequel plusieurs campagnes de relevés microtopographiques ont été réalisés. Une grille dense de points (1 tout les 50 cm) a été levée puis intégrés au SIG du service archéologique (**Fig. 100, 101**).

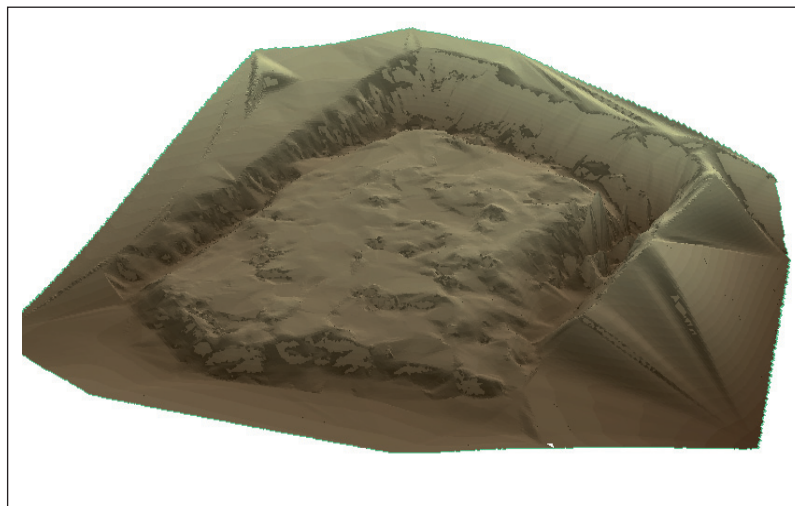


Fig. 100 - Modélisation du site du château médiéval d'Orvilles à Louvres-en-Parisis.

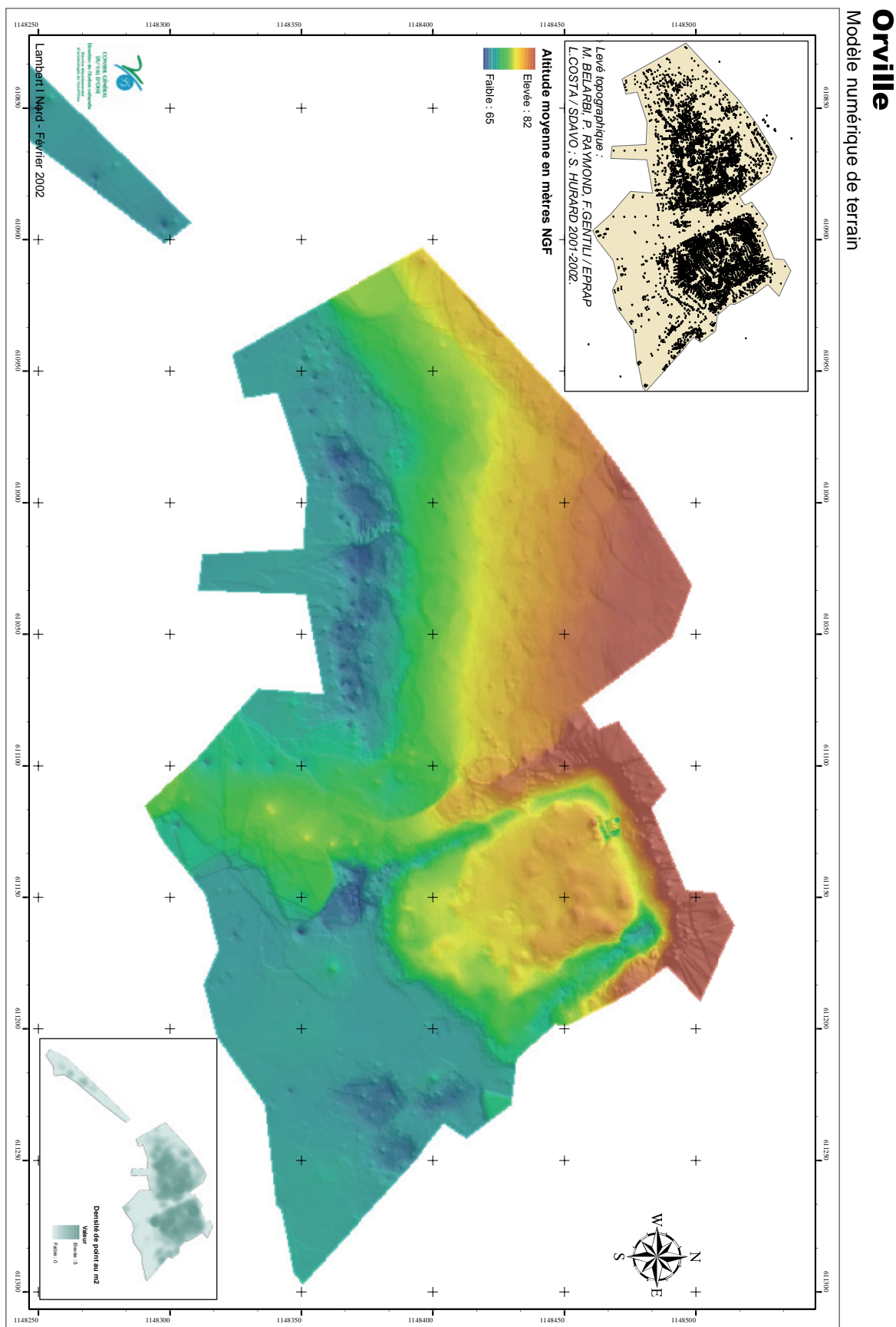


Fig. 101 - Lever complet du site d'Orvilles à Louvres-en-Parisis par récolement des données des différentes campagnes de fouilles. Presque 10000 points sont réunis pour proposer une modélisation détaillée de la morphologie de la zone avec une précision de quelques centimètres en altimétrie.

Cet établissement correspond à une ancienne fortification médiévale. Celle-ci classée monument historique est protégée. Elle est très bien connue par les textes et les fouilles et sondages réalisés à ses abords à l'occasion de plusieurs campagnes de travaux archéologiques préventifs (notamment sur le tracé de la Francilienne, F. GENTILI - INRAP, ArScAn) ont livré le plan d'un village datant de l'époque carolingienne et des fortifications liées au château.

Pour développer une réflexion globale sur le château et l'habitat qui l'entourait, il devenait intéressant d'entreprendre une série de travaux sur l'espace de la motte elle-même. Ainsi, le service archéologique a engagé la réalisation du relevé microtopographique de la motte. Par la suite une équipe AFAN/ INRAP est venue compléter ce premier travail.

Ces informations géo-référencées (soit plus de 50000 points) ont été ensuite modélisées sous forme d'un MNT (modèle numérique de terrain) permettant une visualisation multiple et une lecture fine des anomalies de ce territoire.

Les apports de la démarche :

Ces exemples d'approches microtopographiques permettent d'envisager le SIG comme un outil médiateur entre les intervenants et le terrain. Ici, le SIG n'a pas été considéré comme un outil de cartographie mais bien comme le support de synthèse et de gestion d'une information très dense, permettant d'offrir une première vision de l'organisation générale de ces deux sites.

Dans les deux cas de figures les sites étaient difficilement accessibles : l'un était en sous-bois, l'autre en état d'abandon et sous les broussailles. Ainsi, l'approche microtopographique et la modélisation sous la forme d'un MNT à l'aide d'un logiciel SIG ont permis d'envisager des lectures globales de ces espaces et de disposer d'un état des vestiges avant toute intervention. A partir d'un *corpus* de mesures discrètes (points topographiques), localisées par rapport à un canevas de référence, nous avons développé sur la base d'algorithmes spatiaux («plus proches voisins» en l'occurrence) un modèle de données continu (MNT) nous donnant accès à un état de l'organisation des vestiges, autrement dit nous permettant d'accéder à une connaissance nouvelle permettant de proposer des hypothèses de travail. Cette logique de modélisation est de l'ordre des processus incrémentiels :

- d'une observation : la présence de vestiges (murs) ou d'indices (indices phytologiques et anomalies de la morphologie du terrain)
- nous avons formulé une hypothèse : la présence d'un établissement de type villa et de son domaine pour l'un, fortifié pour l'autre
- nous permettant de développer une stratégie de collecte des données : relevé microtopographique ;
- suivie d'une stratégie de modélisation : la création du MNT ;
- ouvrant sur une validation ou une réfutation de l'hypothèse de départ.

On perçoit ici toute la dimension heuristique du système. La question théorique qui se pose ensuite est moins la question du choix du logiciel (logiciel SIG ou pas...) ou encore de la validation des algorithmes choisis pour traiter les données spatiales («plus proches voisins», «spline», «krigeage») que celle de la validité des hypothèses sous-jacentes : peut-on déduire d'un relevé microtopographique une interprétation archéologique ? Les anomalies topographiques ouvrent-elles sur la détermination de formes et de fonctions ? Ici l'espace n'est plus seulement un support mais un élément permettant de construire une connaissance historique.

Dans le cas du site de Chaussy, l'outil n'a pas véritablement eu de postérité en lui-même. Le site ne faisant l'objet d'aucune menace, une fois la phase d'analyse achevée, les données ont été reversées dans le système d'information géographique du département du Val-d'Oise. Pour le site d'Orville, des campagnes de fouilles programmées ont suivi permettant de développer d'autres axes d'étude, de développer bien au delà la base de données et de valider les hypothèses pressenties à la lecture du MNT. Un travail d'analyse des dynamiques sédimentaires à une échelle plus large a notamment été réalisé [GENTILI 2005 : p. 215-231].

6.2.4 - AU DELÀ DU PROJET : L'INTÉGRATION DANS UNE LOGIQUE DÉPARTEMENTALE

Vers un système en réseau

Le succès du système d'information géographique départemental, s'il a tenu dans une certaine mesure à la qualité de l'infrastructure conceptuelle et technique, a surtout été dépendant de la volonté politique, du soutien de la hiérarchie, de l'investissement et de l'intérêt que chacun des utilisateurs pouvait y trouver. Le développement de cet intérêt est en grande partie dépendant du niveau de culture technique commune que possèdent les utilisateurs du système²⁰. Chacun des services est aujourd'hui responsable du champ thématique qu'il a développé, tout en respectant les principes de l'échange et de la mise à disposition de l'information.

Décliné en termes d'applications, plusieurs niveaux basés sur différentes technologies ont été mis en place (Fig. 102, 103) :

- des clients SIG locaux correspondant aux utilisateurs des logiciels bureautiques type SIG classiques. Ces utilisateurs ont accès à l'ensemble des données du SIG départemental selon leurs statuts,
- des clients Intranet permettant aux agents non équipé des logiciels SIG de disposer d'outils leur donnant accès à des corpus de données métiers déterminés et à des fonctions SIG basiques (affichage/sélection/impression...). Ces clients sont basés sur une logique de service cartographique,
- des clients Internet ouvrant vers des publics plus larges et accessibles par le plus large public en interne au Conseil Général.
- des *map-services* permettant au grand public de disposer d'outils de cartographies guidés sur des thèmes de données choisis.

Ainsi, la somme des projets menés par le service d'archéologie et leurs évolutions ont permis

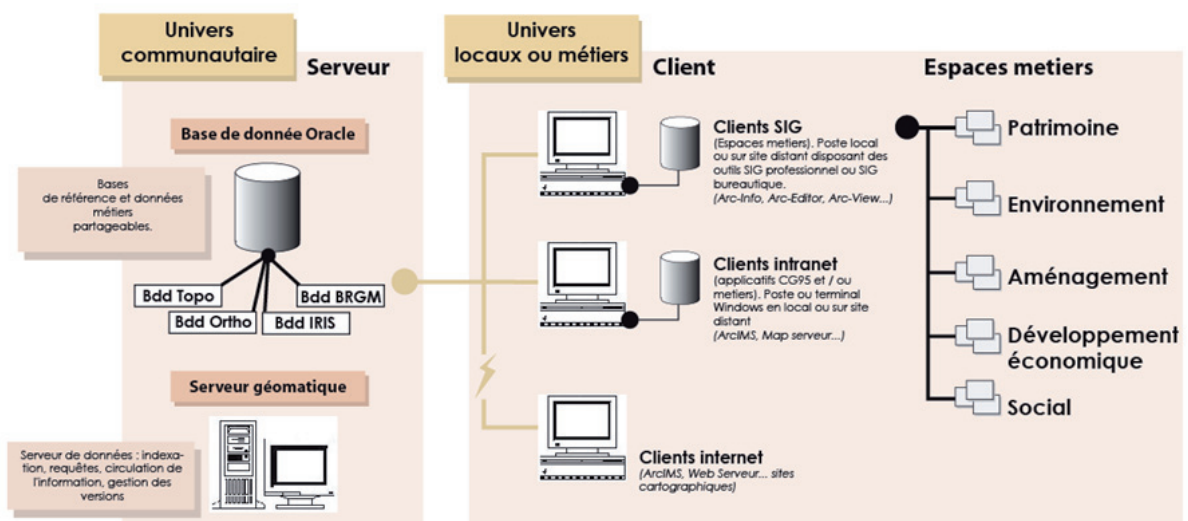


Fig. 102 - Décliné matérielle et conceptuelle du système d'information géographique du département du Val-d'Oise.

20 - A ce titre, le développement d'un forum d'échange électronique et l'organisation tous les 6 mois de rencontres utilisateurs a permis de constituer une culture de groupe au niveau du Conseil Général du Val-d'Oise bénéficiant de fait très largement au développement du système d'information.

de constituer un important *corpus* de données dont les migrations technologiques successives (de Mac-Map® vers Map-Info® puis vers Arc-GIS®) puis au final l'intégration au sein du système d'information départemental nous ont amené à réfléchir aux questions des logiques utilisateurs, des logiques techniques et des besoins du territoire.

Les chantiers et les projets proprement archéologiques ne constituent pas la majeure partie de l'information du SIG du SDAVO. Les axes «géo-environnement» et cartographie ancienne sont très largement représentés. La gestion pérenne d'un système d'information, comme au SDAVO, passe par la mise en place d'un fonds documentaire important et diversifié. Les données proprement archéologiques (données anthropiques liées aux sites, fouilles...), même si elles constituent la raison d'être du système, doivent pour être pertinente dans ce type de système, s'intégrer dans un contexte documentaire plus large allant bien au delà du SIG *stricto sensu*.

L'exemple du Val-d'Oise montre différentes approches de l'outil SIG. Il n'existe pas de solution unique, mais de multiples chemins permettant de répondre à un besoin unique : gérer de l'information spatialement.

Vers la mise en place des outils de Webmapping (Fig. 104, 105)

Différents *Map services* (clients HTML) ont été mis à disposition des services du Conseil Général. Ces utilitaires de consultation et de manipulation de la donnée géographique développés à partir de l'application ArcIMS® sont des outils légers destinés essentiellement à opérations simples sur les données. Ils permettent à tout agent et aux élus de l'institution d'avoir accès à un corpus d'information déterminé, à une série de fonctions de traitement et à des outils de production cartographique cadrés. Pour les besoins plus avancés, des outils plus complexes (basés sur des clients Java) permettent de réaliser des mises à jour d'objets géographiques. Ces outils ouverts à tous en accès, mais très encadrés en termes de fonctionnalités, répondent à une série de besoins complémentaires ne nécessitant pas le déploiement d'un client SIG classique.

Quatre exemples archéologiques ont été développés et permettent de disposer d'applications de cartographie dynamiques. Ces projets correspondent à différentes échelles d'approches archéologiques, du département au projet de fouille et reprennent notamment certains des projets évoqués ci-dessus.

En complément à ces applications qui ne sont disponibles que sur l'intranet du Conseil Général du Val-d'Oise, nous avons ouvert une application destinée à un public plus large et aux collaborateurs scientifiques. L'application «*Val-d'Oise historique*» mise en ligne (<http://www.valdoise.fr>) est basée l'utilisation d'une technologie *open source* (Map Server®) et s'adresse prioritairement à des personnes non initiées aux SIG, mais qui souhaitent pouvoir visualiser une portion de l'espace départemental et sa dynamique d'évolution dans le temps au travers une série de documents cartographiques représentatifs de l'historique du département (du XVIII^e S. à nos jours). De plus et au-delà de cette optique, l'intérêt de ce développement est qu'il est intégré à un projet plus global de développement de services aux communes (projet CapWebCT : <http://www.capwebct.fr/content/heading373/content2139.html>). L'application «*Val-d'Oise historique*» a aussi été réalisée dans la perspective de permettre aux communes qui le souhaitent de disposer de fonctionnalités géographiques pour leurs sites Internet propres.

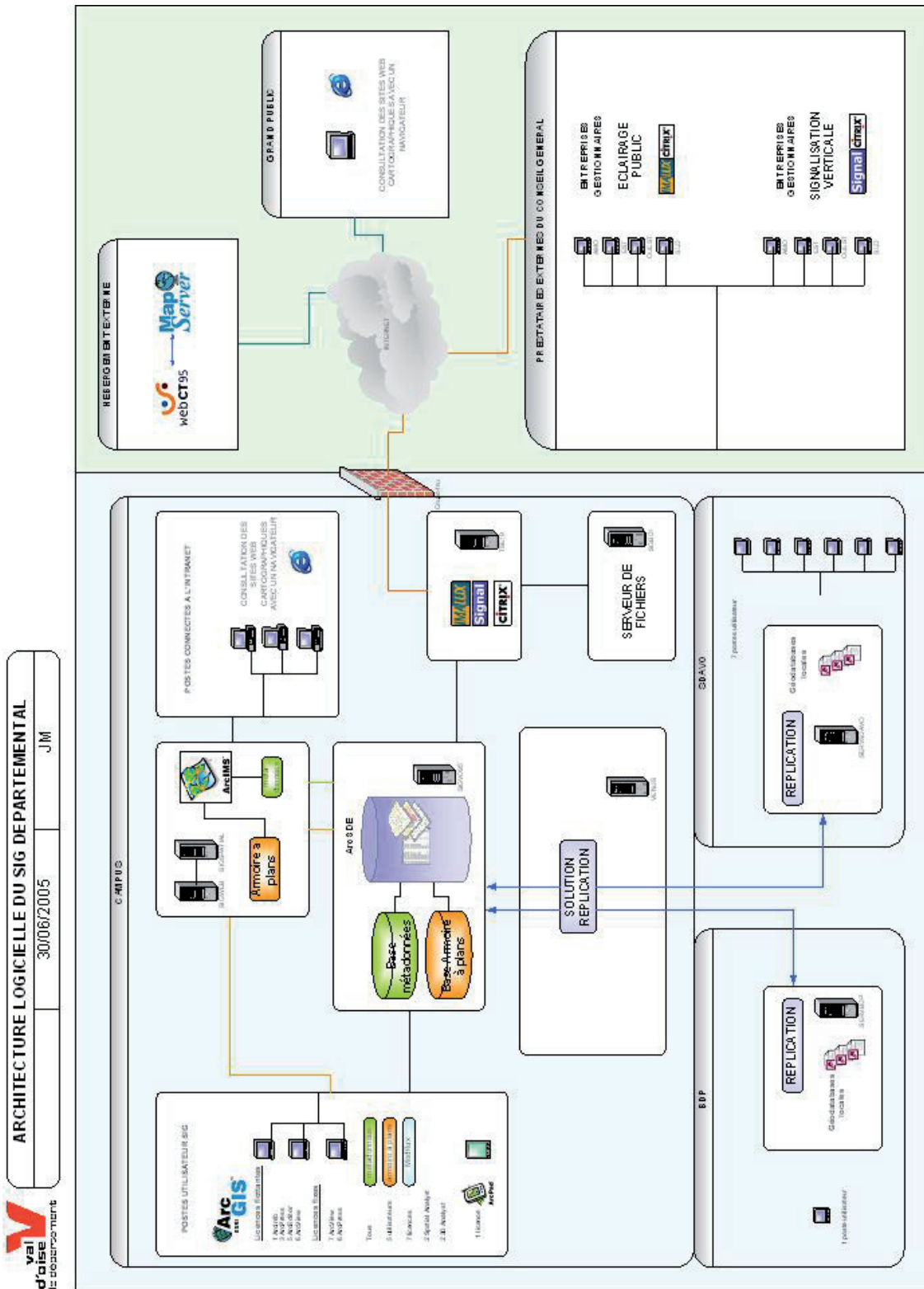


Fig. 103 - Architecture technique du SIGVO.

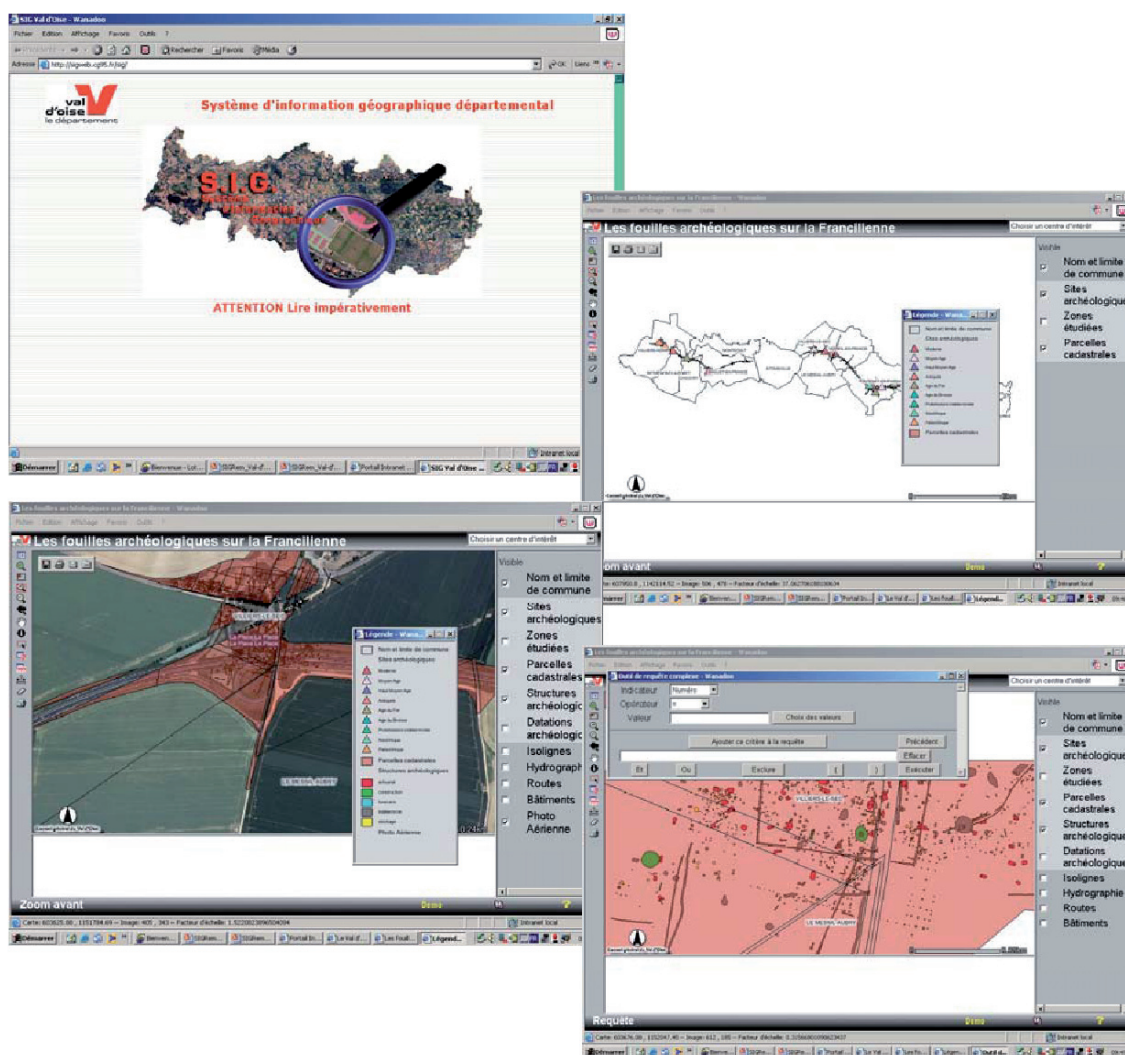


Fig. 104 - Modules Intranet : ces modules ont été conçus pour être ouvert à tous les agents sur le réseau du Conseil Général. Quatre exemples reprenant des échelles, des types d'applications représentatives des travaux des archéologues ont été mis en ligne : la fouille du cimetière médiéval de la cathédrale Saint-Maclou, les travaux préalable à la déviation de Marines, les travaux liés aux travaux de la Francilienne, les données de la carte archéologique départementale. Ces modules sont des outils de consultation dans lequel toute les interrogations sont possibles. Ils permettent ensuite de produire de manière guidée des cartes normalisées.

L'apport du système départemental aux archéologues

L'intérêt de l'exemple du Val-d'Oise est qu'il permet de suivre l'évolution d'un système de sa genèse sous la forme d'un simple fichier documentaire, à la réalisation d'une base de données cartographiques jusqu'au développement du système d'information en réseau. Chacune des étapes du développement de ce système a été l'occasion d'approfondir et de reposer la question des modalités de travail et d'échange au sein de l'organisation (Fig. 106). De l'outil monoposte à l'outil client-serveur, il n'existe pas de solution unique, de « *One Best Way* » mais des multiples chemins permettant de répondre à un besoin unique : gérer de l'information spatialement.

Le choix du type d'outil dépend à la fois de la problématique, de la sensibilité de l'équipe et du contexte institutionnel dans lequel s'inscrivent les pratiques. Les sociologues l'ont montré, les buts et les objectifs d'un SIG doivent cadrer avec une double contrainte : force de différenciation privilégiant l'autonomie de la recherche et force d'intégration permettant à chacun de participer à l'organisation générale par la construction d'un savoir faire. Sur ce

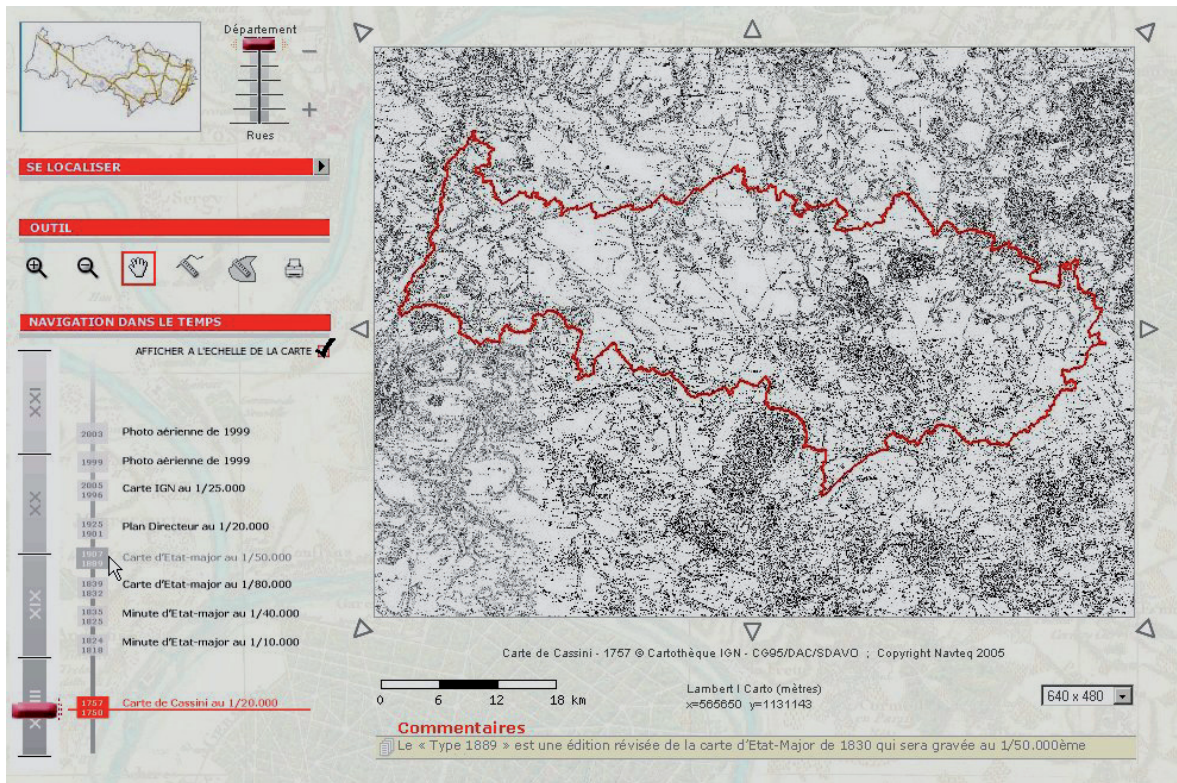


Fig. 105 - Atlas historique : neuf fonds documentaires traitant de différentes de périodes allant du XVIII^e siècle à nos jours, géoréférencés et mosaïqués ont été couplés à une base adresse. On peut ainsi interroger la base et disposer de neuf état différents de la zone traitée.

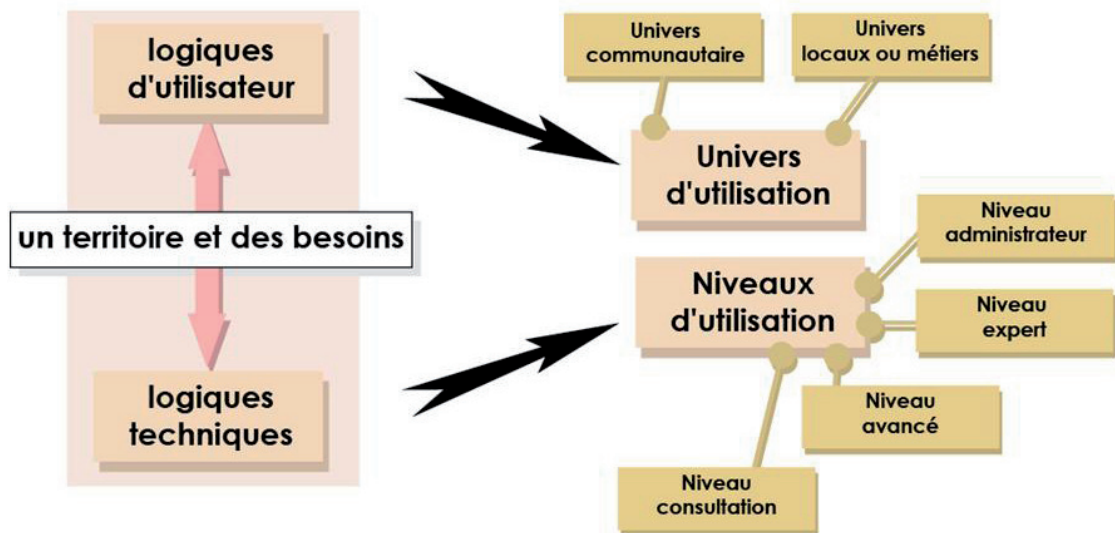


Fig. 106 - La logique du SIGVO.

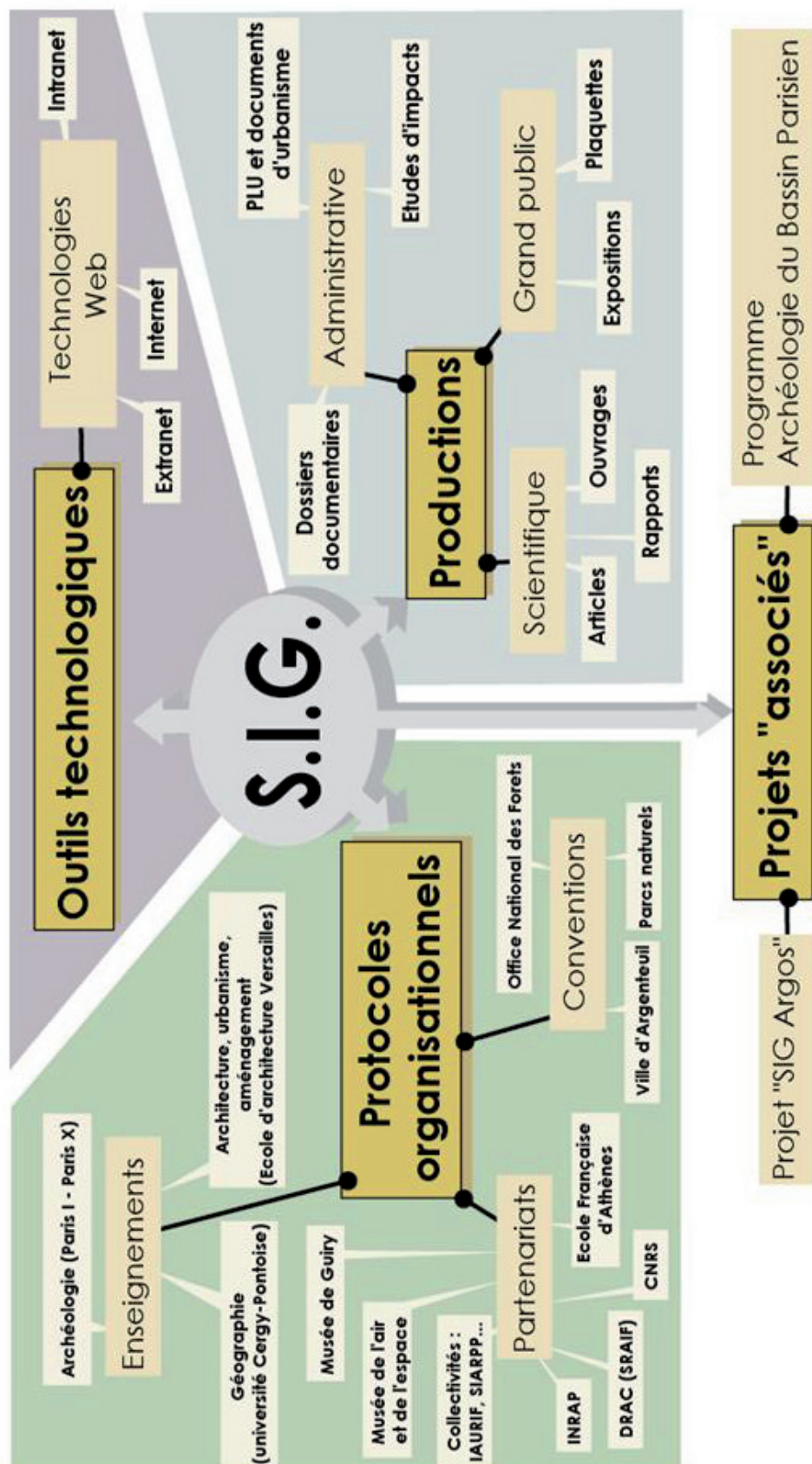


Fig. 107 - Le SIGVO : Au-delà de la question technique, la mise en oeuvre d'un système d'information géographique s'inscrit dans la dynamique du développement du système d'information de l'organisation. Ici, dans l'exemple du val-d'Oise, le média technologique peut être perçu comme le noeud d'une série de processus permettant aux acteurs du système d'aboutir à une série très diversifiée de produits qui vont bien au-delà de la stricte cartographie.

dernier point, **le développement des technologies de *Webmapping* repose sous un angle nouveau la question du travail collaboratif [COSTA, ROBERT 2008] et l'enjeu des années à venir ne se situe plus tant dans le choix de tel ou tel technologie mais bien sur la question de la mise en place de normes et standards pour l'échange.**

Il est aujourd'hui difficile d'apprécier tout l'apport du dispositif départemental sur les pratiques des archéologues du Val-d'Oise même s'il est clair que la mise à disposition d'une infrastructure de données spatiales et d'interfaces technologiques (système client-serveur en réseau, map services) ont été et resteront déterminantes dans la mise au point d'une communauté de pratique au sein de l'équipe archéologique et plus généralement au sein de l'institution départementale (**Fig. 107**).

Il est encore plus difficile de donner une image des transformations futures de ce système dont l'évolution n'est pas terminée. L'architecture informatique déployée met à disposition des agents départementaux des données et des outils communs. Elle fournit les conditions techniques pour la constitution d'un savoir partagé. Celui-ci offre la possibilité de construire des approches du territoire qui peuvent aller au delà des travaux d'étude archéologique au sens classique du terme. Au service départemental d'archéologie du Val-d'Oise, plus que la simple restitution de l'histoire des hommes et des paysages, cette vision des choses permet de faire prendre en compte ces données dans les évolutions du territoire et de les replacer dans un contexte régional et infra-régional afin d'offrir des éléments pour les aménagements présents et à venir.

6.3 - ARGOS

Résumé : Le projet de développement d'une base de donnée géographique recensant toutes les fouilles réalisées sur la ville d'Argos depuis ces 30 dernières années a été l'occasion de faire le point sur la documentation, de réfléchir à une méthodologie de mise en oeuvre et d'engager une première étude de morphologie urbaine, prémisses à la constitution d'un projet plus ambitieux.

Ce projet qui n'a pas encore connu le développement auquel on aurait pu s'attendre, est aussi l'occasion de faire un certain nombre de constats sur l'évolution des questions de conduite de projet. Il permet de mettre en exergue l'importance des volontés d'acteurs successifs dans le développement d'un système d'information géographique.

FICHE SIGNALÉTIQUE :

- **Lieu(x) :** Argos (Grèce)
- **Echelle(s) :** De la fouille archéologique à la ville
- **Institutions :** Ecole Française d'Athènes, Conseil Général du Val-d'Oise, UMR 7041 ArScAn
- **Responsable(s) de projet :** A. PARIENTE (Responsable de fouille, EFA), S. ROBERT (Approche archéogéographique), Laurent COSTA (Développement des bases de données géographiques)
- **Opérateurs principaux :** L.COSTA (Traitement des données, cartographies)
- **Dates de début de projet et état de développement :** 2003, en phase de sommeil depuis 2005

591

6.3.1 - DE VOLGRAFF AU SIG OU L'ESPACE ARGIEU REVISITÉ¹

La ville d'Argos est située en Grèce, dans le Péloponnèse, à 140 km au sud d'Athènes. Elle se développe dans une plaine côtière alluvionnaire limitée par le massif de l'*Artemisio*. Cette plaine encadre le golfe de l'Argolide. Argos est un gros bourg commerçant (20 000 habitants en 1980) soumis à un développement accru depuis une trentaine d'années en raison du développement d'une production agricole axée sur la culture des agrumes. Les investissements issus de l'activité économique se sont traduits par un développement des constructions en ville, dans des réseaux peu adaptés [REYNAL, RIO 1980].

La ville est limitée au nord et à l'est par le fleuve *Xerias*, torrent saisonnier qui a charrié une quantité importante d'alluvions dans la plaine et s'est déplacé au cours du temps, influençant l'implantation de l'habitat. Des crues torrentielles ont posé problème ces dernières années. A l'ouest, les collines de la *Larissa* et de l'*Aspis* limitent l'extension de la ville. Celle-ci tend donc à s'étendre vers le sud, partie où la ville antique est développée (théâtre, Agora, thermes...).

D'une manière générale, la question posée à Argos est celle de la gestion d'un riche passé archéologique et de son articulation avec les besoins de l'aménagement actuel.

Cette question a conduit il y a plus de 20 ans l'Ephorie des antiquités de Nauplie et l'Ecole Française d'Athènes (EFA) à entreprendre un travail de collaboration pour l'établissement d'une carte archéologique.

C'est de la rencontre et du travail commun d'A. PARIENTE, responsable de fouille à l'Ecole Française d'Athènes, Directrice du service archéologique de la ville de Lyon, de L. COSTA, alors responsable du SIG du Service Départemental d'Archéologie du Val-d'Oise (SDAVO),

¹ - Les présentes pages reprennent les éléments du rapport de mission remis à l'Efa à la suite de la mission de 2003 [COSTA, ROBERT 2003] et du poster présenté lors du colloque « Sur les pas de W. Vollgraff », Athènes, Ecole Française d'Athènes (25-28/09/2003).



Fig. 108 - Situation de la ville d'Argos en Grèce.

tout deux à l'origine de ce projet, et de S. ROBERT, Archéogéographe au SDAVO qu'est né ce projet de développement d'une base de données géographiques.

Au delà de la dimension scientifique l'intérêt de ce projet réside dans la collaboration entre des institutions ayant des vocations différentes mais des questionnements similaires. Ici, c'est par le biais de l'expertise que se noue le contact. Ce genre de travail a montré par son originalité tout l'intérêt de confronter des expériences et des points de vue multiples autour d'une question commune qui, si elle s'est concrétisée, autour des questions archéologiques, est celle au final de la gestion des territoires sur la longue durée. Cette question se pose sous des termes sensiblement identiques que ce soit à Argos, à Lyon ou dans le Val-d'Oise.

6.3.2 -LES PRÉDÉCESSEURS DU SIG ARGIEN

En 1902, quand W. VOLLGRAFF, pionnier de l'exploration archéologique argienne, descend du train d'Athènes pour poser pour la première fois le pied sur le sol de la cité, se doutait-il de l'abondance, de l'importance des découvertes qui se sont multipliées depuis lors ? Les 6 000 ans d'histoire et d'occupation continue que cumule le site d'Argos émergent progressivement à la connaissance des archéologues : en termes quantitatifs autant que qualitatifs, aujourd'hui, la logique raisonnée des chantiers programmés est largement battue en brèche – comme c'est la règle dans tous les sites urbains en perpétuelle (re-)construction – par les impératifs socio-immobiliers présidant à la réalisation de fouilles préventives dont le but premier est de répondre aux demandes de permis de construire.

Après trois quarts de siècle d'accumulation de découvertes et de recherches érudites, la réflexion argienne amorce un premier tournant : une équipe franco-hellénique, née du souhait conjoint du Ministère grec de la Culture et de l'EFA et composée d'architectes-urbanistes et d'archéologues, engage en 1980 – sous la direction de R. GINOUVÈS et la houlette de Ch. KRITZAS et P. AUPERT – un important travail de réflexion et d'analyse sur la ville,

considérée pour la première fois dans sa globalité fonctionnelle et historique ; un programme de recherche du CNRS, « *Archéologie et urbanisme à Argos* », piloté par F. CROISSANT, lui succède en 1984 . Composante essentielle de ce travail, qui aboutit en 1981 à la rédaction d'un rapport de G. REYNAL et H. RIO† sur « *Urbanisme et Patrimoine* », l'équipe propose, dans l'optique de l'élaboration d'un nouveau plan d'urbanisme, des projets de mise en valeur – entendu comme la ré appropriation par le public de son patrimoine archéologique – de plusieurs grands sites argiens (agora, théâtre, thermes). Un quart de siècle plus tard, le travail engagé, sous l'égide du Ministère grec de la Culture, sur le parc archéologique argien tend à confirmer que ces premières réflexions, même esquissées, allaient dans le bon sens.

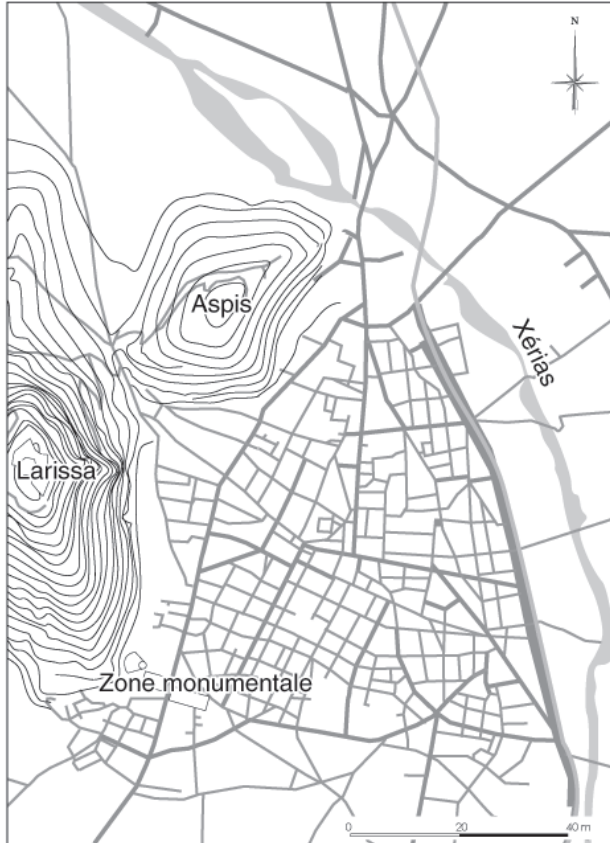


Fig. 109 - A l'ouest les collines de la Larissa et de l'Aspis limitent le développement de la ville. Au nord et à l'est le Xérias, fleuve torrentiel et saisonnier coupe toute possibilité de développement. Le secteur sud, où se trouve le quartier monumental est donc le secteur privilégié de développement de l'urbanisme.

Parallèlement à ce travail urbanistique, les équipes archéologiques grecque et française formalisent leur collaboration à l'établissement de la carte archéologique de la ville, réunissant sur une même base cartographique (celle du cadastre) les résultats des fouilles, tant programmées que préventives.

En 1990, un premier colloque est organisé par la IV^e EPKA et l'EFA sur le thème « Argos et l'Argolide : topographie et urbanisme ». L'un des apports notables de ces actes est de publier, à l'échelle de la ville et à partir de l'ensemble des quelque 600 fouilles recensées à l'époque, les premières cartes chronologiques des vestiges mis au jour, outil alors remarquable de réflexion sur le développement urbain [PARIENTE, TOUCHAIS 1998].

6.3.3 - DÉVELOPPEMENT DU PROJET D'INFORMATISATION

Le choix de mise en oeuvre d'un système d'information doit dépendre à la fois de la (ou des) problématique(s) développée(s), de(s) l'objet(s) sur lequel on se propose de développer une (des) approche(s), de la sensibilité de l'équipe qui met en oeuvre le projet et du contexte institutionnel dans lequel s'inscrit la pratique. C'est en prenant en compte ces quatre axes, que nous avons cherché à faire des propositions.

L'idée de synthétiser la connaissance sur le site d'Argos n'est en soi pas une nouveauté. Les différentes études réalisées à ce jour [REYNAL, RIO 1980], [PIÉRART 1992], [PARIENTE, TOUCHAIS 1998], tout comme les travaux d'intégration des données des fouilles dans la carte topographique au 1/500 réalisés conjointement par les autorités grecques et l'Ecole Française d'Athènes témoignent de la volonté de gestion et de synthèse de la connaissance sans cesse renouvelée sur cet espace très richement documenté.

En revanche, c'est le mode opératoire choisi et le positionnement du projet vis-à-vis des intervenants qui a défini son originalité. Au-delà de la logique de production documentaire,

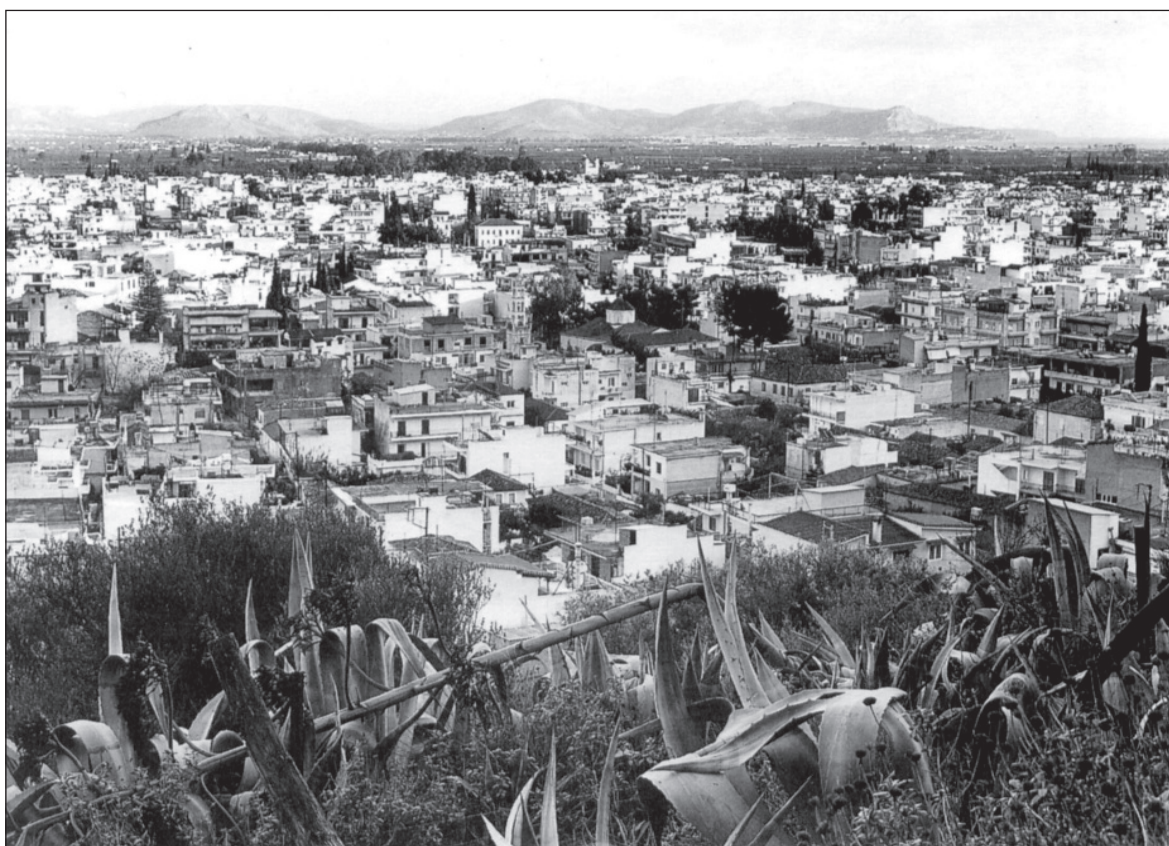


Fig. 110 - Le quartier au pied du flanc Est de la colline de la Larissa photographié en 1938 et en 1995 [TOUCHAIS, PARIENTE 1998 : PL.IV].



Fig. 111 - Vue panoramique de la ville d'Argos depuis la colline de la Larissa. À droite, au premier plan, on aperçoit le secteur fouillé par l'EFA.

nous avons souhaité mettre en oeuvre un véritable outil de capitalisation et d'échange de l'information patrimoniale, dans l'optique d'une gestion concertée de la connaissance archéologique. En effet, si cet outil est constitué d'abord pour les archéologues qui en sont à l'origine, ses fonctionnalités lui permettent de s'inscrire dans une logique de développement local et d'aide à la décision. Maîtriser la donnée dans l'espace et sur la longue durée est une nécessité aussi bien pour le chercheur que pour le gestionnaire territorial.

Le projet SIGArgos a été construit selon une double optique mêlant intimement individualisation des axes de recherche et logique d'intégration permettant à chacun de s'associer à l'organisation générale du système et de participer à la construction d'un «savoir faire».

Il s'agissait donc de mettre en place, parallèlement aux axes de recherche, une méthodologie de conduite de projet qui envisagerait le rôle du SIG sous différents angles :

- Support d'intégration de visions différenciées d'acteurs au sein de différentes organisations,
- Support permettant d'ouvrir un espace de négociation,
- Lieu propre à synthétiser et augmenter la vitesse de circulation de l'information entre les acteurs...

Intellectuellement, il ne s'agissait pas seulement de savoir appliquer mécaniquement un processus établi, mais plutôt d'avoir la capacité de tirer profit de données et d'expériences complémentaires. Ce projet ne pouvait donc se concevoir que dans la concertation mutuelle entre les différentes entités agissant sur cet espace. Les collaborations déjà engagées entre les différentes équipes grecques et françaises, comme des collaborations naissantes entre institutions, auraient pu trouver un nouveau support de dialogue.

Au-final, au-delà des résultats scientifiques qui ont pu émerger d'un tel projet et qui émergeront



Fig. 112 - Vue générale du secteur monumental depuis le théâtre. A droite, on aperçoit les ruines des thermes. Un peu plus loin au centre et à gauche de la fouille, la ville actuelle en plein essor.



Fig. 113 - L'intégration des données archéologiques dans l'urbanisation actuelle a fait l'objet d'un premier travail conjoint entre l'EFA et les autorités grecques sous forme d'un plan de synthèse sous Autocad.

peut-être encore à l'avenir, le succès d'une telle entreprise doit aussi selon nous se mesurer à l'aune de l'adoption par les différents acteurs de l'outil et de ses composantes (données). Dans notre cas de figure on peut s'interroger sur le manque d'intérêt qu'a suscité le projet auprès des différents acteurs impliqués. Le projet, même s'il affichait l'ambition de s'ouvrir à un large public, est au final resté confiné à un nombre très limité d'acteurs. Seuls les résultats de l'étude archéogéographique, issue du traitement de la base de données ont eu des échos dans la communauté des acteurs argiens... Le développement des collaborations ne s'est pas produit laissant alors la base dans son état initial de 2003.

6.3.4 - QUELQUES ÉLÉMENTS DE MORPHOLOGIE URBAINE OBTENUS AVEC LE SIG (d'après S. Robert)

L'utilité du SIG est évidente pour l'étude de la configuration viaire, dans laquelle il permet d'évaluer le degré de prégnance des tracés ; pour la configuration parcellaire, il peut contribuer à mettre en évidence un réseau de limites de parcelles sous la forme d'éléments linéaires ou une mosaïque de parcelles sous la forme d'éléments surfaciques qui fondent l'identification de limites actives ou fossiles.

L'analyse de morphologie urbaine à différentes échelles engagée à titre expérimental dès 2003 montre que le plan de la ville d'Argos est complexe : plusieurs trames s'articulent avec les différents réseaux routiers et hydrographiques. Combinés à des opérations urbanistiques spécifiques (construction de fortifications, percement de rues, place du marché...), ils forment le tissu urbain actuel de la ville. Certaines organisations apparaissent comme très anciennement implantées puisqu'elles sont déjà lisibles dans les structures archéologiques antiques. Le SIG a facilité l'association de l'information planimétrique et la réalisation de traitements géographiques.

Une première analyse à partir des cartes topographiques au 1/50000 (Service géographique de l'Armée, 1977) a montré que des faisceaux de voies traversent Argos selon trois grandes

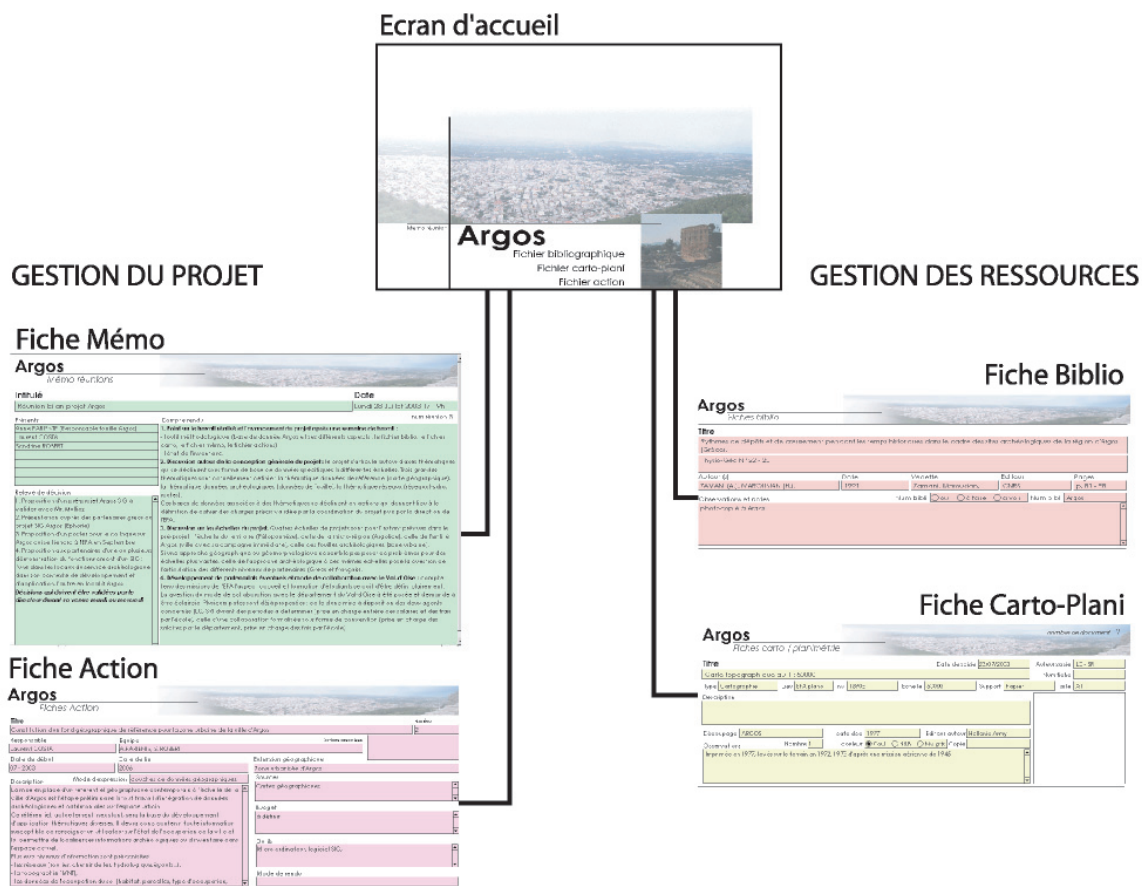


Fig. 114 - Schéma général d'organisation de la base outil Argos. Un ensemble de fichiers organisé autour d'une interface utilisateur permet de naviguer d'un ensemble de données à l'autre. Le fichier permet de gérer à la fois les ressources et le développement du projet. La base constituée à l'origine en langue française avait comme objectif d'être développée en anglais et en grec.

directions :

- Une direction Nord-Sud (axe *Corinthe - Mycènes - Argos - Myli – Lerne*) : la ville est traversée par une série de voies, dont certaines s'interrompent au Sud d'Argos, à la hauteur des marais de *Nea Kios*, sur une limite grossièrement transversale suggérant l'hypothèse de l'existence d'une ancienne ligne de rivage ;
- Une direction Nord-Ouest / Sud-Est selon un axe *Sterna/Lyrkeia - Argos - Tirynthe - (Drepano ?)* ;
- Une direction Nord-Est / Sud-Ouest selon un axe *Corinthe - Argos - Helliniko - Tripoli*.

Une quatrième direction suit l'axe *Mycènes - Nauplie / Asini* : orientée Nord-Ouest / Sud-Est, elle correspond en gros à l'orientation du *Xérias* et évite la ville d'Argos.

L'essentiel de la ville s'inscrit donc dans ces trames, mais de grandes voies traversantes, axes cohérents longs et sinueux, contribuent à structurer le plan de la ville et à en organiser le bâti. Convergeant vers le lit du *Xérias* au Sud de la ville, elles constituent les principaux exutoires impliqués aujourd'hui dans le réseau d'évacuation des eaux. L'un des points de convergence aboutit sur le *Xérias* à la hauteur de l'église (Fig. 115 - 116), à l'endroit où un pont antique a été découvert en 1990 lors des travaux de *l'Anavalos*. Il s'agirait là d'un réseau hybride, support de flux de circulation à la fois des hommes et des eaux. Il manque à cette première étude d'être étayée par une analyse fine de la microtopographie, ainsi que d'être replacée dans le contexte plus large de la géomorphologie de la plaine ce qu'aurait pu permettre l'élargissement des collaborations autour du SIG.

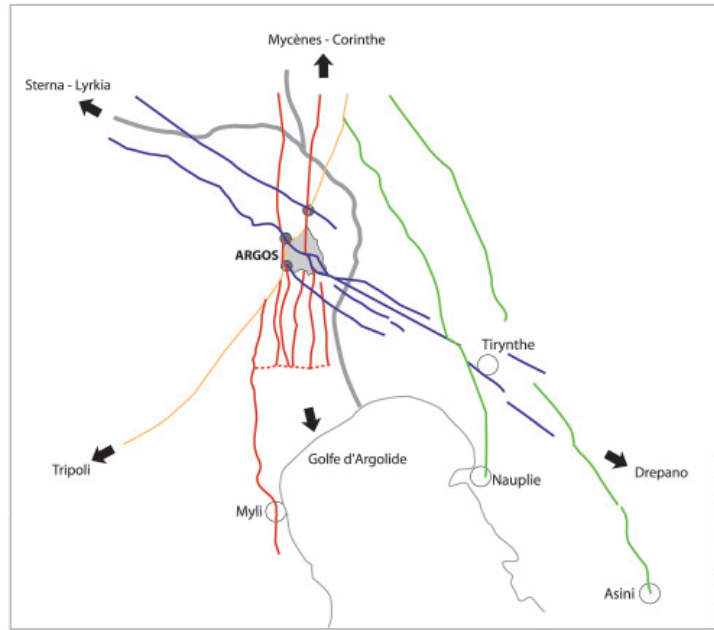


Fig. 115 - Trois itinéraires de grands parcours traversent Argos : une direction nord-sud, Corinthe/Mycène – Myli-Lerne (en rouge) ; une direction nord-ouest/ sud-est Sterna/Lyrkia ; Drepano (?) (en bleu) ; une direction nord-est/sud-ouest Corinthe-Tripoli (en orange) ; Un quatrième évite la ville (en vert), reprenant l'orientation du Xeria. Dans la ville, ces passages déterminent trois carrefours importants (cercle gris). Relevé d'après un assemblage de la carte au 1/50 000 de 1977, feuilles d'Argos et de Nauplie.



Fig. 116 - Synthèse des principaux réseaux et trames organisant la ville.

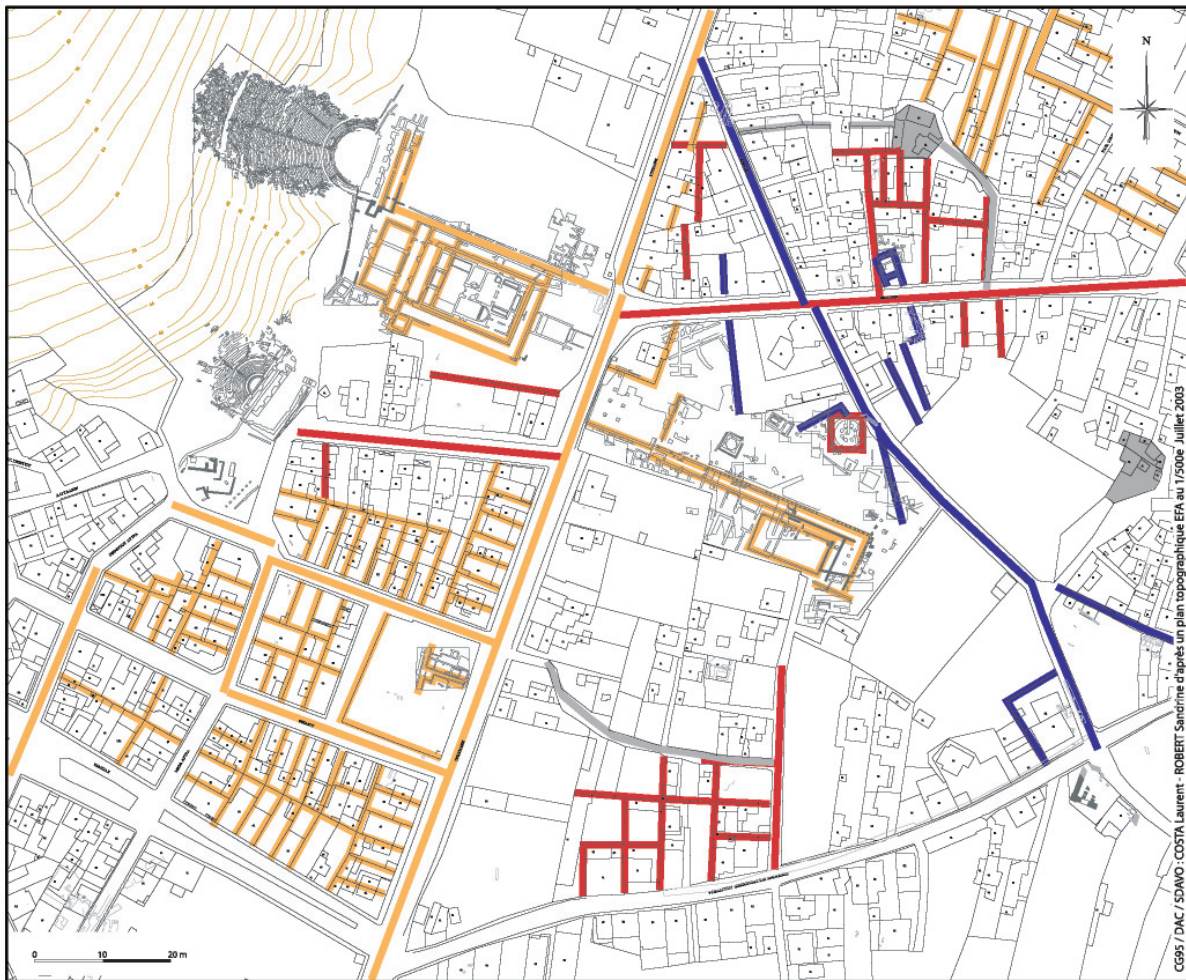


Fig. 117 - Présence des trois orientations principales dans les rues, le parcellaire contemporain et les structures archéologiques du secteur du théâtre et de l'Agora (d'ap. un fond de plan cadastral réalisé par la mairie d'Argos et sur lequel figurent les données archéologiques en forme réelle). A cette échelle d'analyse, des anomalies parcellaires apparaissent pouvant indiquer la transmission d'anciennes formes architecturales (en gris).

6.3.5 - VERS DES DÉVELOPPEMENTS FUTURS ?

Cette première étude montre dès les premiers abords une ville dotée d'une structure organisationnelle, s'articulant dans des réseaux plus globaux, bien éloignée de la ville « amorphe » et « inorganisée » qui se serait développée « anarchiquement » décrite par G. REYNAL et H. RIO.

S'appuyant sur des connaissances géo-historiques que le SIG permet de mobiliser avec plus de souplesse, l'archéologie constitue ici un moyen de mieux comprendre l'organisation de la ville sur la longue durée. Le SIG aurait pu s'imposer comme le meilleur moyen d'organiser non seulement la gestion de cette connaissance mais aussi les acteurs de ce territoire.

Plusieurs axes d'étude pourront par la suite être développés :

- L'étude de la morphologie urbaine à partir d'un plan du parcellaire foncier. L'intérêt de l'intégration des vestiges archéologiques en forme réelle sur le même fond de plan, telle qu'elle a été adoptée à Argos dès le début de l'établissement de la carte archéologique, n'est plus à démontrer ;
- L'étude de la trame rurale pour comprendre son incidence et sa continuité dans

l'urbanisation argienne ;

- L'étude des réseaux hydrographiques par carto- et photo-interprétation à partir d'un fond documentaire micro-morphologique ;
- L'insertion de la ville d'Argos dans son territoire politique et géographique, par extension de la carte archéologique au-delà des frontières de la cité.

Ce système d'information géographique aurait du devenir un media privilégié de l'échange et l'objet fédérateur des actions des différents acteurs. Pourtant, malgré les rencontres et les discussions, les interfaces développées et les données intégrées au sein de la base de données géographiques, l'appropriation auquel on pouvait s'attendre n'a pas eu lieu.

600

Ici, l'outil permet de toucher du doigt la question de la responsabilité des décisions. Plus que des questions techniques, le développement d'un SIG répond à des volontés politiques et à des volontés d'acteurs. Dans notre cas de figure, une première étape a été franchie avec l'établissement d'un référentiel commun (carte archéologique sur fonds cadastral), dont les thématiques dépassent au final largement celles de la seule archéologie.

Ce référentiel ne peut être constitué sans l'aide et l'apport des acteurs locaux de ce territoire. Ici le référentiel topographique, constitué par les services municipaux, informé ensuite par les agents de l'Ephorie en mode graphique, a servi de base à la constitution de notre projet. Tout projet de développement d'un système d'information et encore plus particulièrement d'un système d'information géographique doit donc s'appuyer sur une première phase de diagnostic de la documentation et de prise de contact avec les acteurs locaux.

Le projet de SIG Argien, dont seules les prémisses ont été ici mises en place et qui connaît actuellement, faute de moyens et de volontés une phase de sommeil, doit être fondé sur un système documentaire évolutif. Après la phase de réflexion portant sur la structuration d'une information déjà foisonnante, il devra sa richesse à la multiplicité des collaborations et des utilisations, transdisciplinaires et inter-institutionnelles, qu'il saura peut-être susciter.

Dans un tel projet, il ne s'agit pas seulement de développer l'application la plus pertinente, ou encore d'intégrer les données de la manière la plus cohérente qui soit, mais bien d'avoir la capacité de tirer profit de données et d'expériences complémentaires et de savoir dégager d'une l



Fig. 118 - Transmission possible de l'axe de Corinthe dans des parcelles tronquées. Les structure archéologiques suivent aussi cette orientation..

ongue histoire liée à l'exploitation du site, les éléments qui permettront à un certain nombre d'acteurs de s'investir dans le projet et de mettre en place une nouvelle dynamique sociale.

6.4 - ETIOLLES

Résumé : Cette recherche engagée en 2003 s'est inscrite dans une perspective multidisciplinaire destinée à reconstituer l'évolution morphologique de la vallée de la Seine aux abords immédiats du site magdalénien d'Etiolles. L'objet a été de dégager selon différents axes d'étude les conditions préférentielles de conservation des niveaux tardiglaciaires. Ici le développement d'une base de données géographiques a permis de fédérer différentes approches autour de ce micro-territoire : analyse archéo-géographique, analyse géomorphologique, analyse géologique, analyse archéologique.

FICHE SIGNALÉTIQUE :

- **Lieu(x) :** Etiolles (France, Essonne)
- **Echelle(s) :** Site et environnement immédiat
- **Institutions :** UMR 7041 ArScAn, équipe Ethnologie Préhistorique
- **Responsable(s) de projet :** M. OLIVE (Responsable de fouille), S. ROBERT (archéogéographie), L. COSTA (Développement des bases de données géographiques), P. RODRIGUEZ (géomorphologie), A. ROBLIN-JOUVE (géologie)
- **Opérateur principal :** L. COSTA (Traitement des données, cartographies)
- **Dates de début de projet et état de développement :** Phase I de 2003 à 2007, phase II en cours de développement

6.4.1 - TAPHONOMIE DES SITES TARDIGLACIAIRES DANS LA VALLÉE DE LA SEINE EN AVAL DE CORBEIL-ESSONNES¹

Cette recherche, centrée sur le site magdalénien d'Étiolles, a été engagée en 2003 dans le cadre du PCR « Habitats et peuplements tardiglaciaires du Bassin parisien » (responsable : B. VALENTIN). Conçu dans une perspective taphonomique, ce projet visait à reconstituer l'évolution morphologique

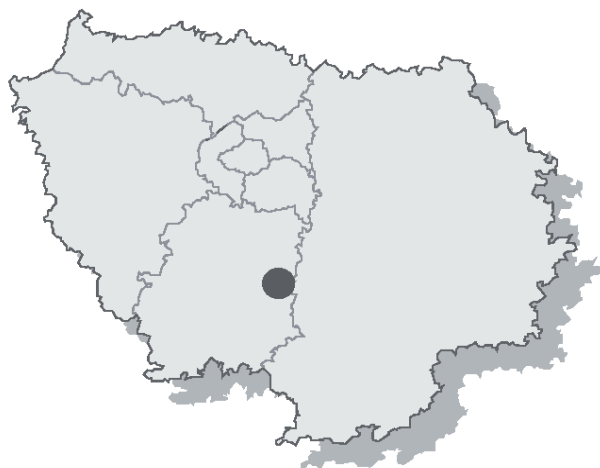


Fig. 120 - Schéma de localisation du site d'Etiolles.

de la vallée de la Seine dans un secteur limité à partir de sources documentaires variées (archéologiques, géologiques, cartographiques) par le biais de la mise en oeuvre d'une base de données géographiques. Après trois ans, un bilan peut être dressé sur les conditions de conservation des niveaux magdaléniens d'Étiolles et sur les potentialités de découverte d'autres occupations tardiglaciaires en amont et en aval du gisement. Pour être validé, le modèle évolutif proposé va être conforté par des observations supplémentaires sur le terrain notamment par une série de sondages géotechniques (prévue pour les campagnes 2009).

La problématique du projet

Les recherches sur le long terme conduites dans plusieurs régions font apparaître de plus en plus clairement l'extension des habitats de plein air de la fin du Paléolithique supérieur. Citons, parmi de

1 - Les pages suivantes reprennent les éléments des articles parus dans les rapports « Archéologie du Bassin Parisien » [COSTA, OLIVE, ROBERT, ROBLIN-JOUVE, RODRIGUEZ 2007]. L'étude géomorphologique est due à P. RODRIGUEZ, l'étude archéo-géographique à L. COSTA et S. ROBERT, l'analyse des faciès chronologiques à M. OLIVE et l'analyse géologique à A. ROBLIN-JOUVE.

nombreux exemples, le cas des gisements magdaléniens contemporains Suisses de *Champréveyres* et de *Monruz*, distants l'un de l'autre de 1 km. Il révèlent l'installation de campements successifs, liés à la chasse aux chevaux, s'étendant sur la rive du lac de *Neuchâtel* [AFFOLTER *et al.* 1994]. Dans le Bassin parisien, certains secteurs de la vallée de la Seine sont denses en vestiges d'occupations : la région de la confluence Seine-Yonne avec les sites de *Pincevent*, de *Ville-Saint-Jacques* et la concentration des gisements découverts dans l'interfluve (*Marolles/Seine*, *Barbey...*) ; plus en aval, la zone de confluence Seine-Essonne avec le gisement d'*Étiolles* et ceux des *Tarterets* I et II. Tous ces lieux ont conservé le témoignage d'occupations répétées et extensives qui paraissent s'inscrire dans des circuits de déplacement stables.

604

Cependant, même dans le centre du Bassin parisien, qui est pourtant une région privilégiée pour l'étude de l'habitat magdalénien, la carte actuelle des sites ne traduit évidemment pas la réalité du peuplement malgré la multiplication récente des découvertes et le regroupement des gisements dans certains secteurs privilégiés. Le problème se pose toujours d'une répartition des sites reflétant à la fois un état de la recherche et l'impact des conditions de conservation. Pour saisir au plus près l'organisation territoriale des groupes magdaléniens, il faut prendre la mesure des phénomènes taphonomiques et estimer l'ampleur des destructions qui ont pu intervenir.

C'est l'objectif de ce projet centré autour du site d'*Étiolles*. La présence de plusieurs sites magdaléniens sur un périmètre restreint auxquels s'ajoutent quelques découvertes isolées indique que ce secteur de la vallée de la Seine était bien connu des magdaléniens qui l'ont fréquenté probablement sur une durée assez longue comme l'attestent la stratigraphie et l'analyse des sols d'occupation du site d'*Étiolles*.

À l'échelle locale, la question qui se pose est celle de savoir si les campements magdaléniens se sont surtout concentrés à proximité du ru des *Hauldres* (Fig. 121), un petit affluent de la Seine, ou s'ils ont pu aussi s'étendre plus loin au fur et à mesure des passages des groupes dans cette région. Pour pouvoir y répondre, il faut d'abord connaître les conditions de conservation des limons dans lesquels sont enfouis les sols d'habitat. Cette approche taphonomique vise donc à cartographier ces limons tardiglaciaires et à comprendre les phénomènes d'érosion qui ont entraîné leur démantèlement. Ainsi devrait-on pouvoir apprécier plus justement le caractère exceptionnel de la concentration des installations magdaléniennes près du ru des *Hauldres*. L'intérêt de cette démarche, et non le moindre, est aussi de faire apparaître des secteurs potentiellement favorables à la découverte d'autres occupations tardiglaciaires.

Le cadre géographique de ce projet a été volontairement limité pour favoriser une modélisation des facteurs taphonomiques à l'origine de la préservation ou de la destruction des sols d'habitat. Il est tributaire aussi de la localisation des observations stratigraphiques disponibles. Le secteur pris en compte dans cette étude s'étend sur la rive droite de la Seine sur un tronçon de deux kilomètres, en amont et en aval du gisement d'*Étiolles*. Il correspond à un contexte géomorphologique homogène : la plaine alluviale avec l'amorce du versant.

Le développement d'une base de données géographiques (L. Costa)

La mise en place de la base de données s'appuie sur la compilation de toutes les sources documentaires disponibles sur le secteur concerné : les sources archéologiques (à l'échelle du site et de la plaine alluviale), stratigraphiques (sondages géologiques, géotechniques, bathymétriques...) cartographiques (historiques et actuelles)². Cette méthode, produisant une « hyper-documentation » de la zone géographique, a été utilisée au SDAVO dans les études de la plaine alluviale de l'Oise [KRIER 2004] ou de *Marines* (cf. Chapitre 6.2). L'approche repose sur le constat que le paysage actuel est la

2 - Nous tenons à remercier Ph. BONNIN du Groupement de Recherches en Archéologie Sub-aquatique et le Conservatoire des espaces naturels sensibles du département de l'Essonne pour nous avoir communiqué des documents. Nous voulons remercier également le Service Régional de l'archéologie d'Ile-de-France, notamment la cellule de la carte archéologique, qui a mis à notre disposition une documentation cartographique importante.

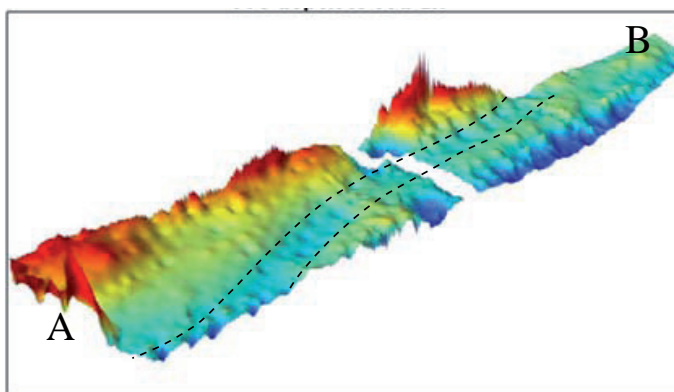
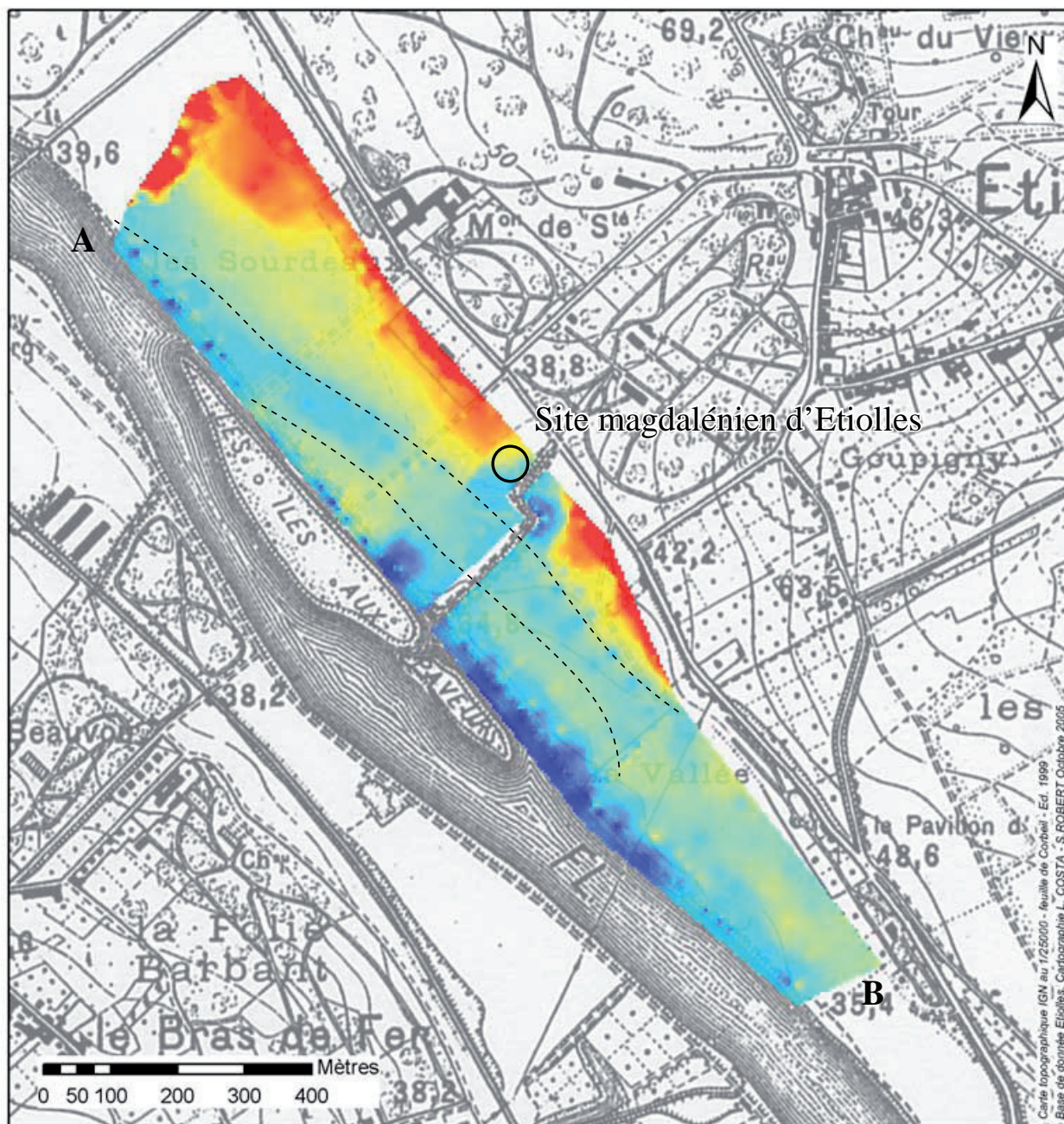


Fig. 121 - Topographie actuelle de la zone. MNT local traité d'après le plan de géomètre . La microtopographie laisse ressortir un paléochenal (pointillé sur l'image en plan et sur la restitution 3D). La présence de ce paléochenal est confirmée par certains indices sur les cartes anciennes.

résultante de phénomènes complexes, naturels et anthropiques. Sa lecture sur la longue durée permet de révéler et de comprendre des dynamiques anciennes.

Le croisement de l'ensemble de ces informations nécessite la mise en place d'un outil, sorte de réservoir d'informations, dont la finalité est d'aboutir à différents documents analytiques résultats mais aussi bases de la réflexion.

6.4.2 - L'APPORT DE LA BASE DE DONNÉES À L'ANALYSE ARCHÉOGÉOGRAPHIQUE

(d'après S. Robert, L. Costa)

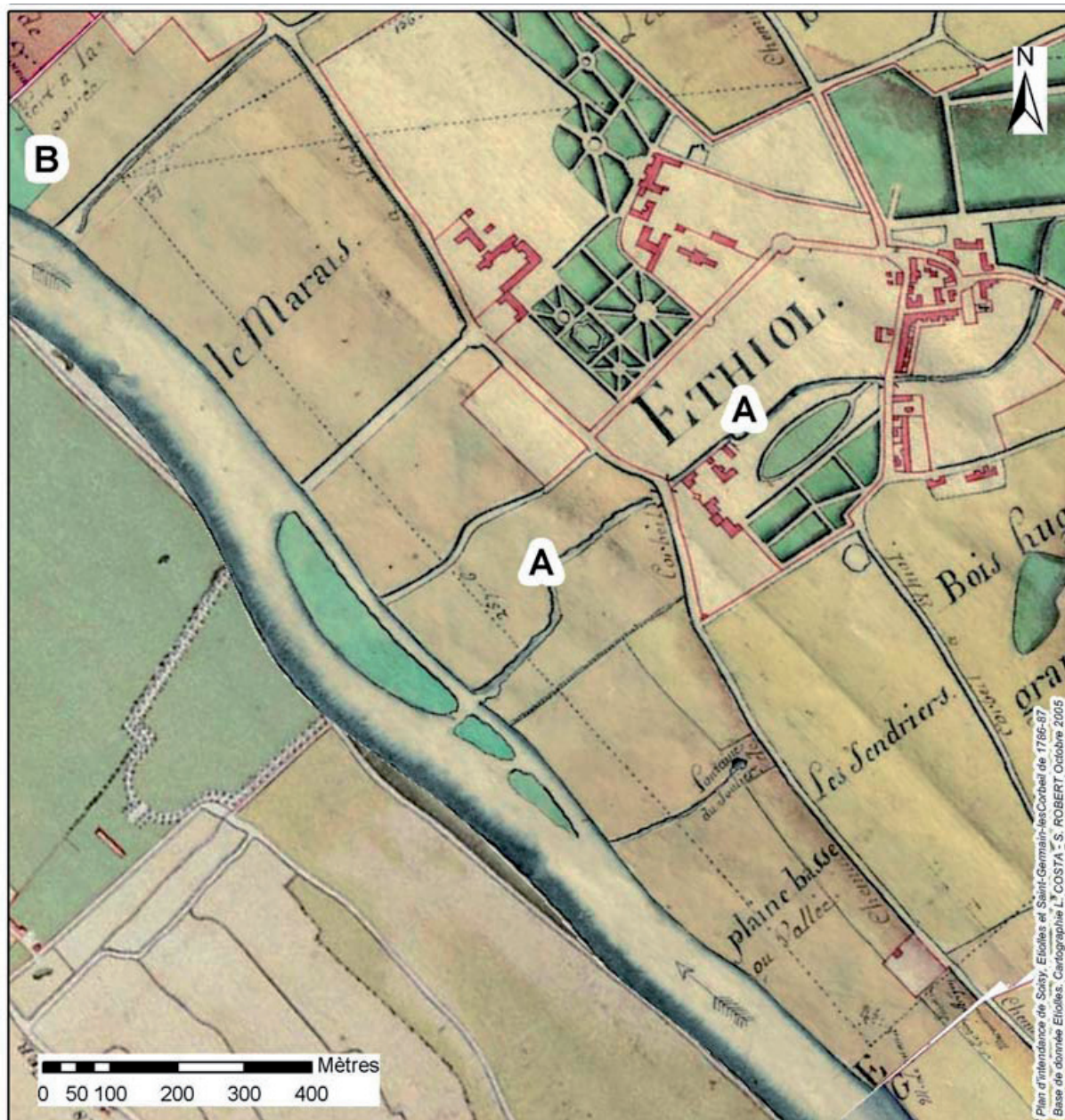
La constitution de la base de données géoréférencées (d'après L. Costa)

Les cartes, datées du XVIII^e siècle à aujourd'hui, et des photographies aériennes verticales ont été assemblées et géoréférencées à partir du référentiel géographique de la BD Carto IGN 2000®, constituant ainsi une série de couches de données cohérentes entre elles et superposables. La base constituée dépasse largement l'environnement immédiat du site pour proposer une perception plus large de la vallée de la Seine de Soisy-sur-Seine à Corbeil-Essonnes, et de la vallée du ru des *Hauldres*.

Les documents géoréférencés ont pu être appliquées (ou selon l'expression consacrée en géomatique « *mappés* ») sur un modèle numérique de terrain (MNT) afin de mieux comprendre l'implantation de certaines formes d'occupation et d'aménagement. À l'échelle globale, nous avons utilisé le modèle numérique de terrain de la Bd Alti de l'IGN (pixel de 30 m) dans sa version datant de 2000. À l'échelle plus restreinte de la plaine alluviale autour du site, le plan topographique de bornage, élaboré pour le Conservatoire des espaces naturels sensibles [VERDIER 2003], a été traité pour créer un MNT plus détaillé que celui de l'IGN en extrapolant les points topographiques relevés sur le terrain par le géomètre (pixel de cinq mètres) (Fig. 121, 122, 123, 124).

Des études précédentes ont montré que le parcellaire ancien, en s'adaptant à des micro-reliefs, peut révéler des organisations topographiques particulières en relation avec les variations géomorphologiques d'une rivière. On utilise alors le cadastre ancien qui n'a pas enregistré les variations très récentes que sont les carrières, remblais de voies, etc... comme support d'analyse [BOSTYN *et al.* 2000], [DUMONT, MAILLOT, ROBERT 2002], [KRIER 2004], [ROBERT 1999b].

Nous avons donc procédé au relevé systématique du cadastre napoléonien dans un espace de deux km environ de part et d'autre de la rivière sur les communes de Soisy, Etiolles et Evry (Fig. 126). Le dessin des parcelles foncières et leur nature (hydrologie ou bâti) ont été saisis. Des formes spécifiques indiquant la présence d'anciennes îles ou de paléochenaux ont été croisées avec les données des autres cartes et des MNT. L'analyse des différentes orientations qui influencent le parcellaire permet aussi de comprendre les éléments déterminants du paysage qui l'organisent dans la durée : éléments topographiques, voies, etc.... La recherche de ces orientations a pu être automatisée. Les parcelles, polygonales à l'origine, ont été réduites à une série de segments élémentaires dont l'orientation a été calculée. Ces calculs réalisés, les objets ont été regroupés à l'aveugle dans 20 classes représentant des fourchettes angulaires de 10 grades : par exemple, la classe 1 comprend les limites comprises entre 0 et 10 grades et 200 et 210 grades (Fig. 123). L'ensemble de la base des segments de parcelles représente 45282 objets qui peuvent être traités statistiquement. Les comptages ont porté sur la somme des longueurs de tracé plutôt que sur le comptage des objets lui-même car le parcellaire a été plus ou moins découpé en fonction des natures de culture (vignoble, parc etc.) et la données vectorisée sur laquelle nous travaillons présente un certain nombre de biais naturels liés à l'acquisition (la segmentation n'est pas homogène).



Mappage des cartes anciennes sur la topographie actuelle



Fig. 122 - Plans d'intendance des communes de Soisy, Étioles et Saint-Germain-les Corbeil de 1786-87 superposés à la carte topographique au 1/25000^e. Le plan d'intendance de 1786 indique que le ru des Hauldres (A) est déjà canalisé au XVIII^e siècle. Les zones de prés figurés en vert (B) indiquent la présence d'un paléochenal dans la plaine alluviale.

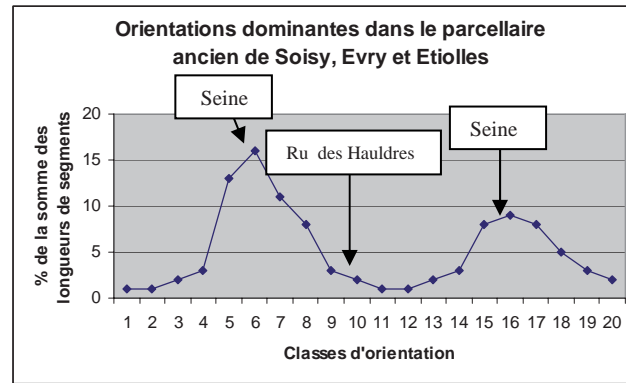


Fig. 123 - Orientations dominantes dans le parcellaire ancien de Soisy, Evry et Étioilles.

Les résultats de l'analyse archéo-géographique : la morphologie de la plaine alluviale (d'après S. Robert)

Les plans du XVIII^e et XIX^e siècles restituent un tracé du lit mineur de la Seine assez proche du tracé actuel. Au niveau de la confluence avec le ru des *Hauldres*, le cadastre napoléonien indique trois îles principales (*îles aux Pavieurs*) toujours présentes aujourd'hui mais aussi quatre îles de très petites tailles (de 12 à 50 m) qui ont disparu dans la deuxième moitié du XIX^e siècle (Fig. 122, 124).

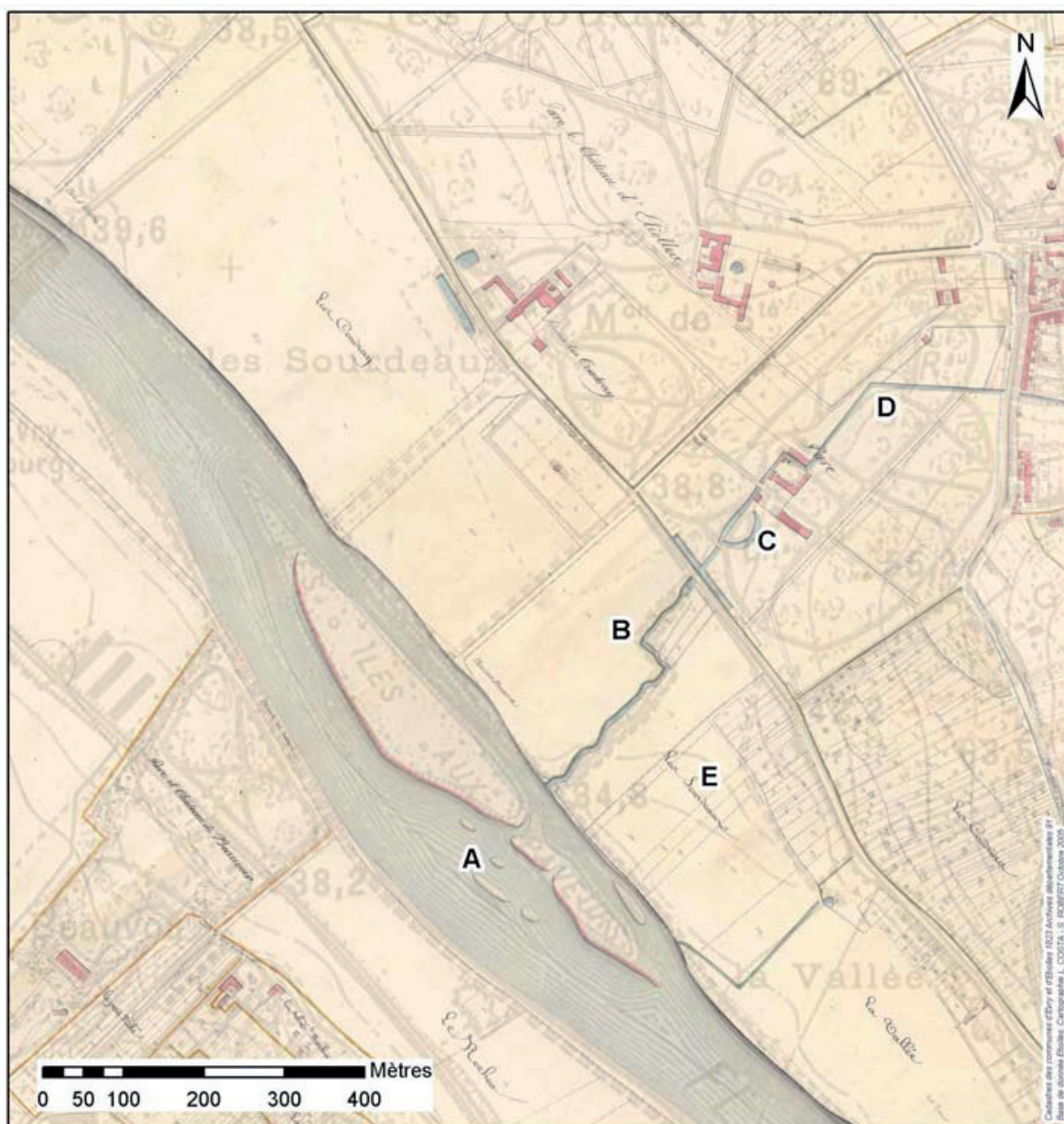
Dans la plaine alluviale de la Seine, en rive droite, l'assemblage des plans d'intendance du XVIII^e siècle suggère la présence d'un ancien chenal. La présence de ce paléochenal est confirmée, à Étioilles, par l'analyse du MNT. Une zone basse linéaire contraste avec un relief plus marqué quand on s'approche de la route de Corbeil et avec deux zones plus hautes à l'approche de la rivière, qui pourraient indiquer d'anciennes îles, de part et d'autre du ru des *Hauldres* (Fig. 125).

La limite orientale du paléochenal est marquée par une rupture de pente à l'approche de la route de Corbeil très lisible sur les plans d'intendance et le cadastre napoléonien car elle correspond à un changement dans les natures de culture : on entre dans le vignoble qui occupe encore une grande partie du coteau au XVIII^e siècle. Le ru des *Hauldres* apparaît canalisé dans une forme très proche de celle qui est la sienne aujourd'hui, dès le XVIII^e siècle (plan d'intendance d'Étioilles 1786 et carte des Chasses du Roi 1764-1774). Le cadastre indique un petit tracé hydraulique en demi-cercle, déconnecté du ru canalisé et qui indique peut-être un ancien méandre.

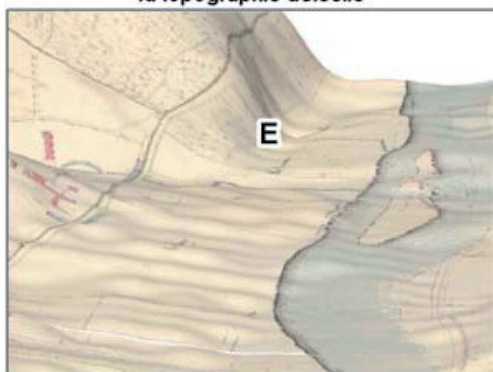
À l'échelle de l'assemblage cadastral sur les trois communes, l'analyse des orientations du parcellaire montre qu'il est contraint essentiellement par le tracé nord-ouest/ sud-est de la rivière de la Seine représenté par les classes 15, 16, 17, 18 et leurs perpendiculaires : 5, 6, 7, 8 (Fig. 126, 123).

Conclusion

L'analyse archéogéographique et le recours au SIG comme outil de compilation et de visualisation dynamique d'un espace en trois dimensions permet de restituer une morphologie de la plaine alluviale différente de celle que nous connaissons aujourd'hui. Elle fait apparaître un paléochenal en rive droite qu'ont enregistré les cartes anciennes et la microtopographie. Elle amène à se poser des questions sur la morphologie ancienne de la vallée du ru des *Hauldres* dont on ne connaît qu'une représentation très artificialisée. Ces données doivent être croisées avec celles de la géomorphologie dans une vision planimétrique ouvrant sur une reconstitution des paysages anciens. Le SIG constitue donc le meilleur support pour confronter des visions multiples du territoire

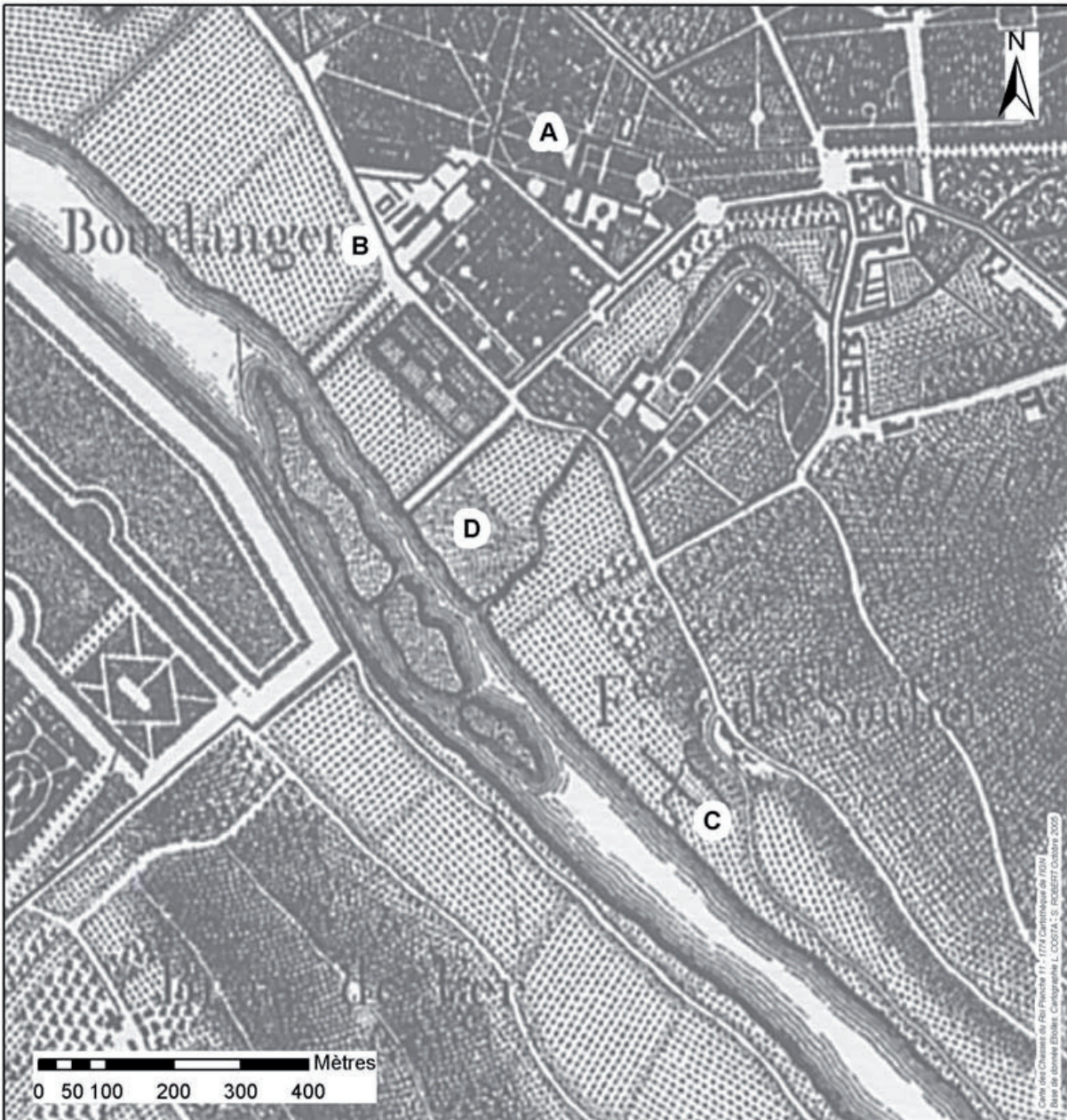


Mappage des cartes anciennes sur la topographie actuelle



Le cadastre montre les îles plus nombreuses de la Seine (A) et la canalisation du ru des Hauldres (B). Au Saulchoir, un tracé semi-circulaire (C) correspond peut-être à un ancien méandre avant canalisation du ru. Celui-ci, d'orientation est-ouest subit une forte inflexion à la hauteur du Saulchoir (D) pour aboutir perpendiculairement à la Seine. Aux Sourdeaux (E), le parcellaire plus découpé indique la rupture de pente qui marquait le début du vignoble au XVIII^e siècle.

Fig. 124 - Cadastres napoléoniens de 1823. Communes d'Étiolles et d'Évry (centré sur les 4 îles et le ru des Hauldres).



Mappage des cartes anciennes sur
la topographie actuelle



La Carte des Chasses détaille les parcs des châteaux d'Etiolles (A), montrant le prolongement de la visée de la « Grande Avenue », parallèle au ru des Hauldres dans sa partie orientale alors que le domaine des Coudray (B), construit sur un petit promontoire, est perpendiculaire à la vallée de la Seine. Aux Sourdeaux, un fossé semi-ovale (C) indique peut-être une tentative de drainage du paléochenal. Celui-ci est marqué aussi par une zone de prés au nord-ouest du ru des Hauldres (D).

Fig. 125 - Carte des chasses de 1764-1774.

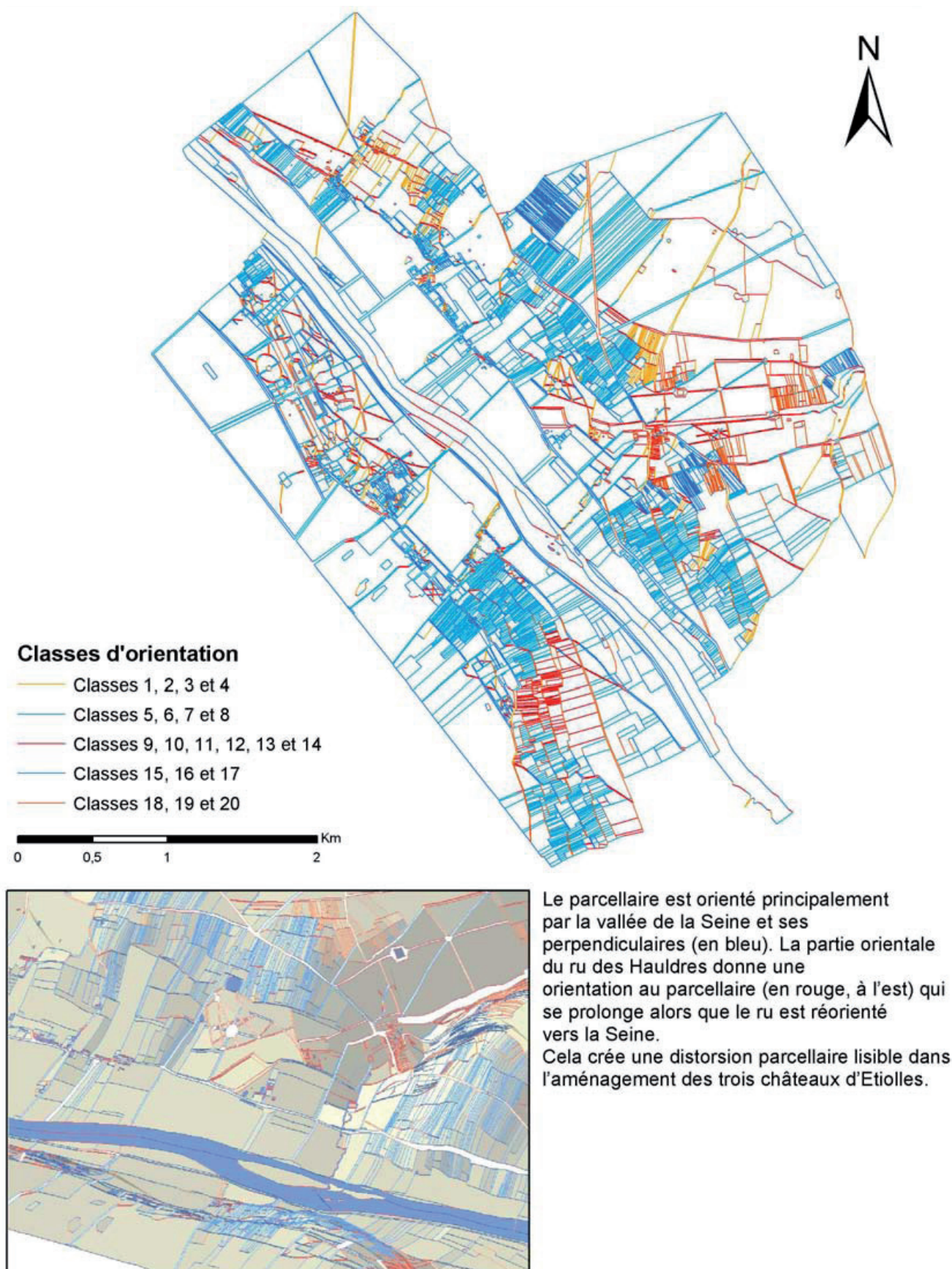
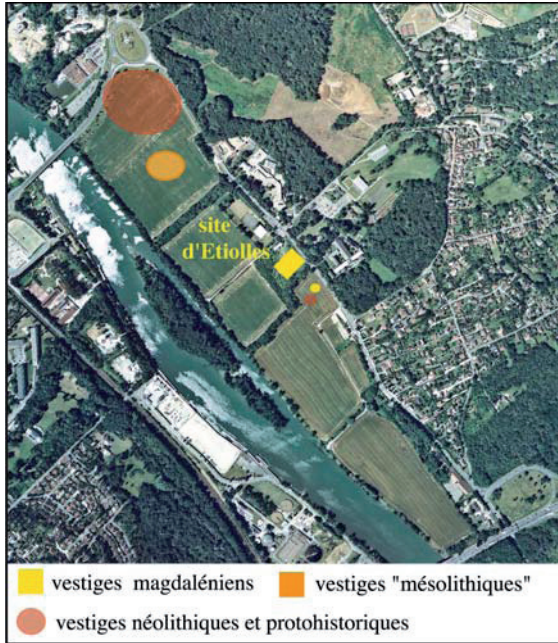


Fig. 126 - Tri des orientations du parcellaire du cadastre napoléonien sur les communes d'Étiolles, de Soisy, Evry et de Saint-Germain-les-Corbeil.

6.4.3 - LES DONNÉES CHRONOLOGIQUES (M. Olive)

Plusieurs interventions archéologiques, réalisées dans la portion de vallée prise en compte dans ce projet, fournissent des indications chronologiques, absolues ou relatives (**Fig. 127**). En premier lieu, les fouilles programmées d'*Etiolles*, avec ses nombreux niveaux magdaléniens dont plusieurs ont été datés par le ^{14}C . L'ensemble de ces dates ainsi que les données malacologiques situent les occupations entre la fin du *Dryas ancien* et le *Bölling*.



Sur la rive opposée du ru des *Hauldres*, un diagnostic a été effectué en 2004 mettant au jour une occupation attribuée au Magdalénien. Le contexte topographique de ce niveau est identique à celui des campements fouillés sur le site « classique » avec l'installation d'un foyer sur une ancienne berge correspondant à la rive opposée du ru des *Hauldres*.

Au nord de la parcelle sondée, deux sépultures et une incinération révèlent des occupations récentes, néolithique et protohistorique.

Plus près de la Seine, un niveau contenant de l'industrie lithique a été repéré. Par sa pauvreté et l'absence d'éléments diagnostics, cet assemblage ne peut recevoir une attribution chrono-culturelle précise et assurée.

Fig. 127 - Données chrono-culturelles.

6.4.4. LES DONNÉES STRATIGRAPHIQUES

(d'après P. Rodriguez, A. Roblins-Jouve, L. Costa)

L'ensemble des informations disponibles sur la nature géologique de ce secteur a été étudié en consultant la base de données du sous-sol du BRGM, des documents géotechniques, des rapports d'interventions archéologiques et des études spécifiques. Au total, 79 points ont été retenus (**Fig. 128**). En dehors de quelques sondages géotechniques profonds, les données ont donc été principalement fournies par des observations en sondages ou en tranchées au cours des différentes opérations archéologiques effectuées pour une large part par nos soins au cours de nombreuses années de travail sur le secteur.

La méthode employée (d'après P. Rodriguez, L. Costa)

Les coordonnées X et Y des 79 points ont été relevées en Lambert I Nord d'après les documents de référence ou la carte au 1/25 000 de l'IGN. Les données stratigraphiques correspondantes ont été classées en cinq ensembles définis sur la base de caractères d'ordre lithologique, morphologique, et chronologique, lorsque ces derniers étaient disponibles (industrie, ^{14}C , malacofaune).

De la base au sommet, ont été considérés les ensembles suivants :

- Substrat géologique ;
- Nappe alluviale grossière ;
- Sables et limons lités ;
- Limons beiges homogènes ;
- Sédiments organiques.

Les résultats des modèles numériques (d'après P. Rodriguez, L. Costa)

Cinq modèles numériques de terrain représentant la topographie du toit des différents ensembles stratigraphiques considérés ont été extrapolés à partir des échantillons, sur la base du modèle des plus proches voisins. Pour chacun des modèles un aperçu tridimensionnel a été proposé.

« *Le substrat géologique* » n'a été observé que dans trois secteurs de l'aire d'étude et une partie de l'altimétrie de son toit - entre 26 et 38 m NGF - est largement extrapolée (**Fig. 129**). Cependant, un replat rocheux ressort nettement au droit du tracé actuel du ru des *Hauldres*, jusqu'à huit mètres au dessus des zones basses situées en amont et en aval. Cette paléotopographie doit être mise en relation avec un ancien tracé du lit de la Seine, sinueux, qui s'écartait davantage du versant rive droite à la hauteur du ru des *Hauldres*. Le lit actuel du ruisseau n'apparaît pas sur cette carte.

« *La nappe alluviale grossière* » couvre la totalité du secteur (**Fig. 130**). Elle est constituée essentiellement de galets, graviers et sables abandonnés par la Seine. Cette carte reproduit les grandes lignes de la carte du substrat avec quelques évolutions. Son toit se situe entre 29 et 38 m NGF et dessine deux terrasses au pied du versant actuel. La première, au nord du terrain d'étude, est constituée d'alluvions anciennes, affectées de figures de gel ; elle témoigne de l'abandon d'un ancien coude de la Seine. La seconde est la terrasse des *Hauldres*, elle est plus complexe que le replat rocheux sous-jacent, en particulier sur son flanc nord où l'on discerne la section du ru des *Hauldres* qui semble se diriger vers l'aval.

« *Les sables, limons lités et limons beiges homogènes* » sont présents sur une grande partie du secteur (**Fig. 131, 132**). La topographie du toit, entre 32 et 40 m NGF, est peu accidentée, orientée en pente douce vers la Seine. La formation a nivelé la topographie des alluvions grossières en comblant les dépressions. Son développement est maximum en rive droite du ru, notamment sur le site principal d'*Etiolles*, où elle renferme la succession des sols d'occupations magdaléniens datés entre le *Dryas ancien* et le *Bölling* d'après les données du carbone 14 et malacologiques [ROBLIN-JOUVE *et al.* 2000], [RODRIGUEZ, ROBLIN-JOUVE 2004]. Les deux anciennes terrasses sont limitées au pied du versant, celle du ru des *Hauldres* est tranchée en deux par le talweg du ruisseau. Celui-ci est bien dessiné, assez rectiligne et relativement étroit. L'ancienne section du lit de la Seine en amont de la Fontaine au Soulier demeure un espace déprimé. La topographie de leur toit est comprise entre 34 et 39 m NGF et dessine un glacis assez semblable à celui des sables et limons lités. L'entaille du ru des *Hauldres* est élargie et décalée vers l'amont. Près du pont d'Evry, en aval, se dessine une nouvelle section du lit de la Seine. Cependant, les points d'information étant peu nombreux, la topographie reste hypothétique. Les rares éléments de datation (faunes malacologiques) rapportent cette couverture au Postglaciaire.

« *La couche organique* » correspond à la présence de sédiments de type argileux (**Fig. 133**). La composante organique peut être diffuse ou macroscopique comme c'est le cas de certains matériaux tourbeux. Cette couche est limitée au bord du ru des *Hauldres* et essentiellement sur la rive gauche actuelle sur la parcelle de la *Fontaine au Soulier*. Son toit varie de 34 à 35 m NGF. Elle correspond au comblement d'un ancien lit du ruisseau. Des datations ¹⁴C obtenues récemment montrent que ce lit était déjà en voie de colmatage à la fin du *Préboréal*, c'est-à-dire il y a 9000 ans. De part et d'autre du ru, les limons contenant l'industrie magdalénienne dessinent une dépression qui suggère le fonctionnement du lit au cours du Tardiglaciaire. Ce chenal correspond au débouché naturel du ru dans la vallée de la Seine.

L'interprétation géomorphologique : l'évolution de la vallée de la Seine (d'après P. Rodriguez, A. Roblins-Jouve)

Les données des modèles numériques du sous-sol ont été comparées à celles obtenues à partir de l'analyse archéogéographique. Cette confrontation permet de dégager un schéma d'évolution du fond de vallée, avec le déplacement du lit de la Seine et de la section aval du ru des *Hauldres* dans la zone

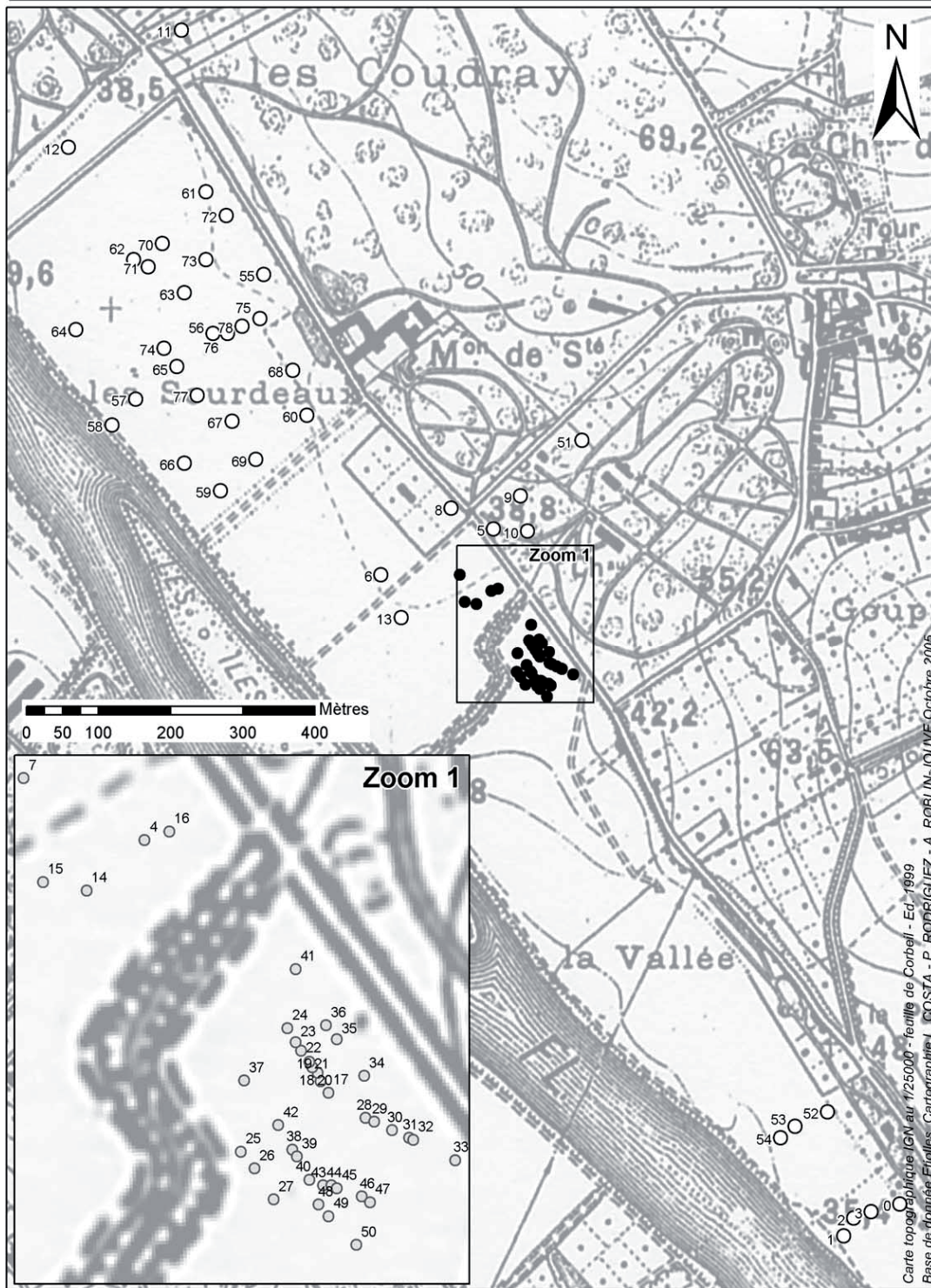


Fig. 128 - Carte de localisation des sondages pris en compte.

de confluence.

L'empreinte du paléotracé de la Seine dans le substrat rocheux est sinueuse, deux courbes se dessinent au pied du versant en rive droite, de part et d'autre du replat de la vallée des *Hauldres*. Le traitement des orientations parcellaires sur les cadastres napoléoniens met en évidence l'inscription durable de ces sinuosités dans la topographie sur les deux rives de la Seine.

Avant le Tardiglaciaire, le lit de la Seine s'est ensuite rapproché de la rive droite, au droit de la vallée des *Hauldres*, et la courbe aval a été abandonnée. Cet ancien lit est encore bien marqué dans la topographie, sous la forme d'une longue dépression visible sur le plan d'intendance (1786-87) et sur le plan topographique de bornage. Il est séparé du lit actuel par d'anciennes îles. Il était encore actif au Tardiglaciaire et au début du Postglaciaire. Le lit actuel de la Seine est très récent et a été canalisé pour la navigation.

La vallée du ru des *Hauldres* au débouché dans la vallée de la Seine est orientée vers l'Ouest. Les données du parcellaire confirment celles de la topographie. Le lit du ruisseau s'est ensuite déplacé vers l'amont et se trouvait au droit du gisement magdalénien d'Étioilles au cours du Tardiglaciaire. En témoigne la topographie des occupations magdaléniennes successives installées sur l'ancienne berge du ru des *Hauldres*. On peut d'ailleurs souligner qu'à l'époque magdalénienne cette paléoberge conservait une orientation générale vers l'ouest. La rive gauche opposée a été retrouvée lors du diagnostic de La Fontaine au Soulier. Au cours du Tardiglaciaire, le lit du ruisseau a continué à glisser vers l'amont. Cet ancien chenal a été comblé à l'Holocène ancien et est devenu résiduel.

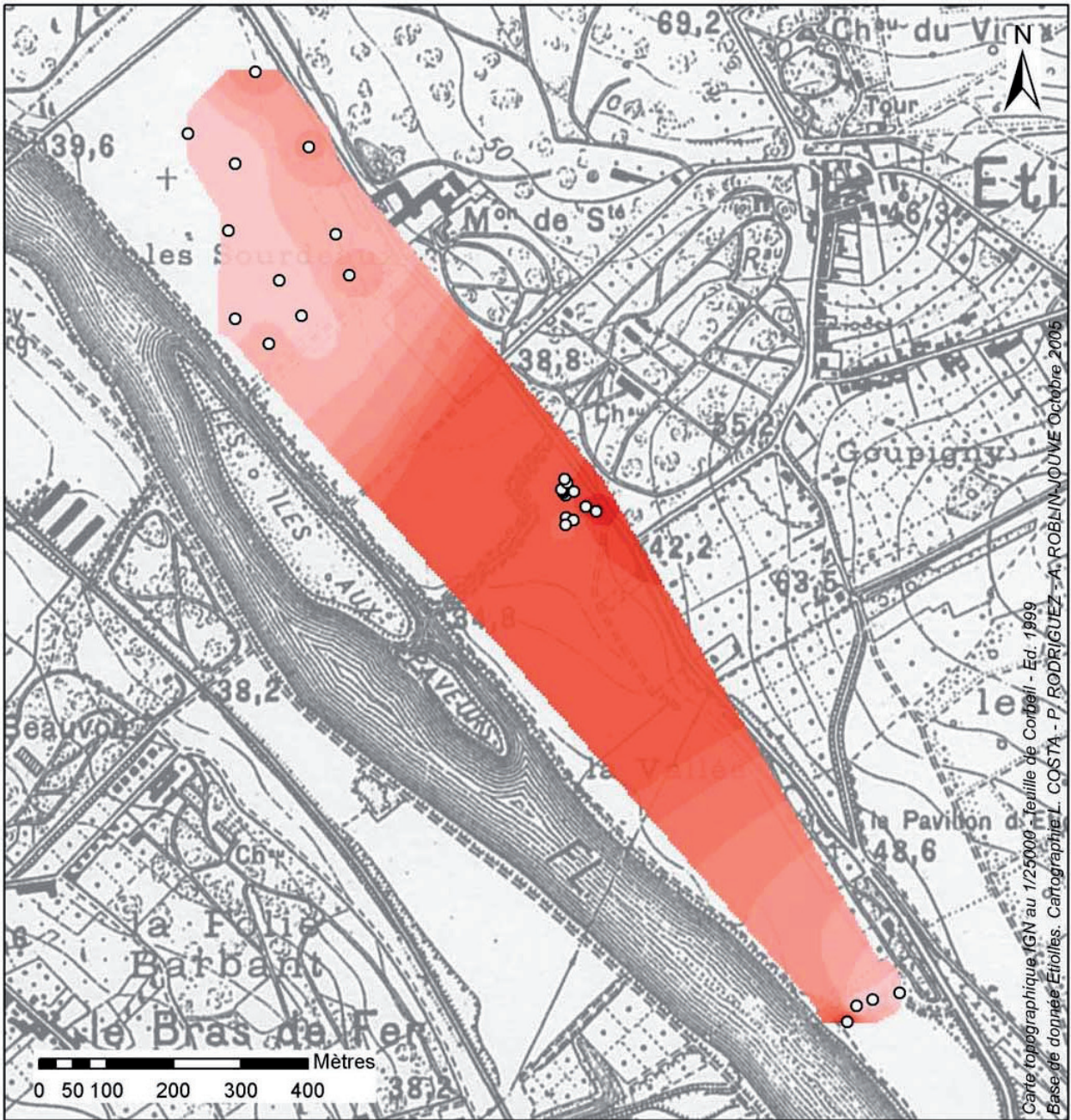
La section du lit du ru des *Hauldres* dans la vallée de la Seine a été rectifiée. Elle était encore naturelle jusqu'au XVIII^e siècle. À l'emplacement de la parcelle de la Fontaine au Soulier, plusieurs cartes, dont le plan de Bourgault et Matis de 1708, montrent que le ru des *Hauldres* comporte deux bras (**Fig. 135 - tabl. 1**). Sur le plan d'intendance de 1786-87, il n'existe plus qu'un seul bras avec un coude situé plus en aval que l'actuel et correspondant au passage d'une ride sableuse. Dans ce même espace, le Cadastre Napoléon de 1823 montre des fossés de drainage, entre l'ancien lit et l'actuel.

L'évolution morphologique de cette section de la vallée de la Seine est conforme à celle des autres vallées dans les basses terres de l'Europe du Nord-Ouest [ANTOINE *et al.* 2000], [PASTRE *et al.*, 2000]. Le lit de la Seine s'est encaissé dans ses alluvions au cours du Tardiglaciaire. Le mouvement est attesté précocément à Étioilles, dès le *Dryas ancien*, et s'est poursuivi jusqu'au début de l'Holocène. Des concentrations de sites à partir de la fin du Paléolithique supérieur, dans les fonds de vallée et sur leurs versants, ont déjà été mises en évidence en particulier dans les vallées du bassin de la Somme [COUDRET, FAGNART, 2000] et de la Seine moyenne [TABORIN 1994], [GAUCHER 1996], [JULIEN, RIEU 1999].

La restitution des paléotopographies des différentes formations distinguées fournit des réponses sur la taphonomie des occupations tardiglaciaires. Ce traitement des données qu'a permis le SIG informe tant sur le degré de conservation des industries rencontrées que sur les potentialités de découvertes dans les parcelles non perturbées et non documentées.

Les niveaux les plus anciens ont été rencontrés en stratigraphie, dans les sables et limons lités pour le Magdalénien tandis que les plus récents (néolithiques, protohistoriques) sont apparus dans des contextes d'érosion et de discordance et le plus souvent dans le sol actuel.

Les sables et limons lités et le limon supérieur offrent le plus fort potentiel de découverte, notamment pour les industries tardiglaciaires dans le premier ensemble. Ces deux paléoformations sont caractéristiques d'un processus génétique précis - le système fluviatile - et elles sont associées à des paléoformes, également précises, constituées de dépôts d'alluvions fines accumulées dans les lits des cours d'eau et sur les rives inondables. L'analyse des modèles numériques montre que ces deux



Aperçu en trois dimensions de la couche géologique
 Vue depuis le Sud-Est

Altimétrie extrapolée du toit en NGF

- 26,19 - 27,67
- 27,68 - 28,65
- 28,66 - 29,67
- 29,68 - 30,83
- 30,84 - 31,99
- 32,00 - 33,06
- 33,07 - 34,31
- 34,32 - 35,42
- 35,43 - 36,31
- 36,32 - 38,07
- Sondages

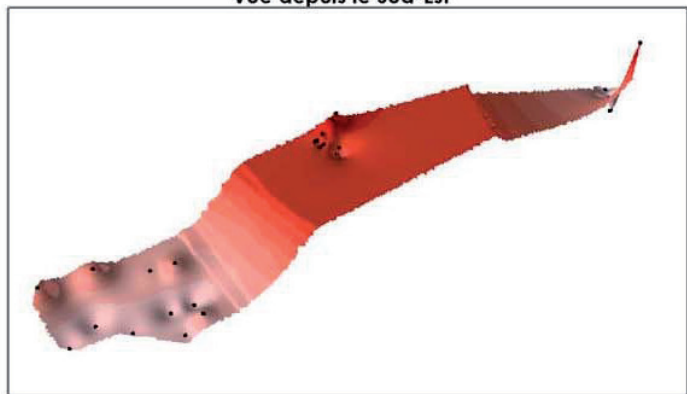
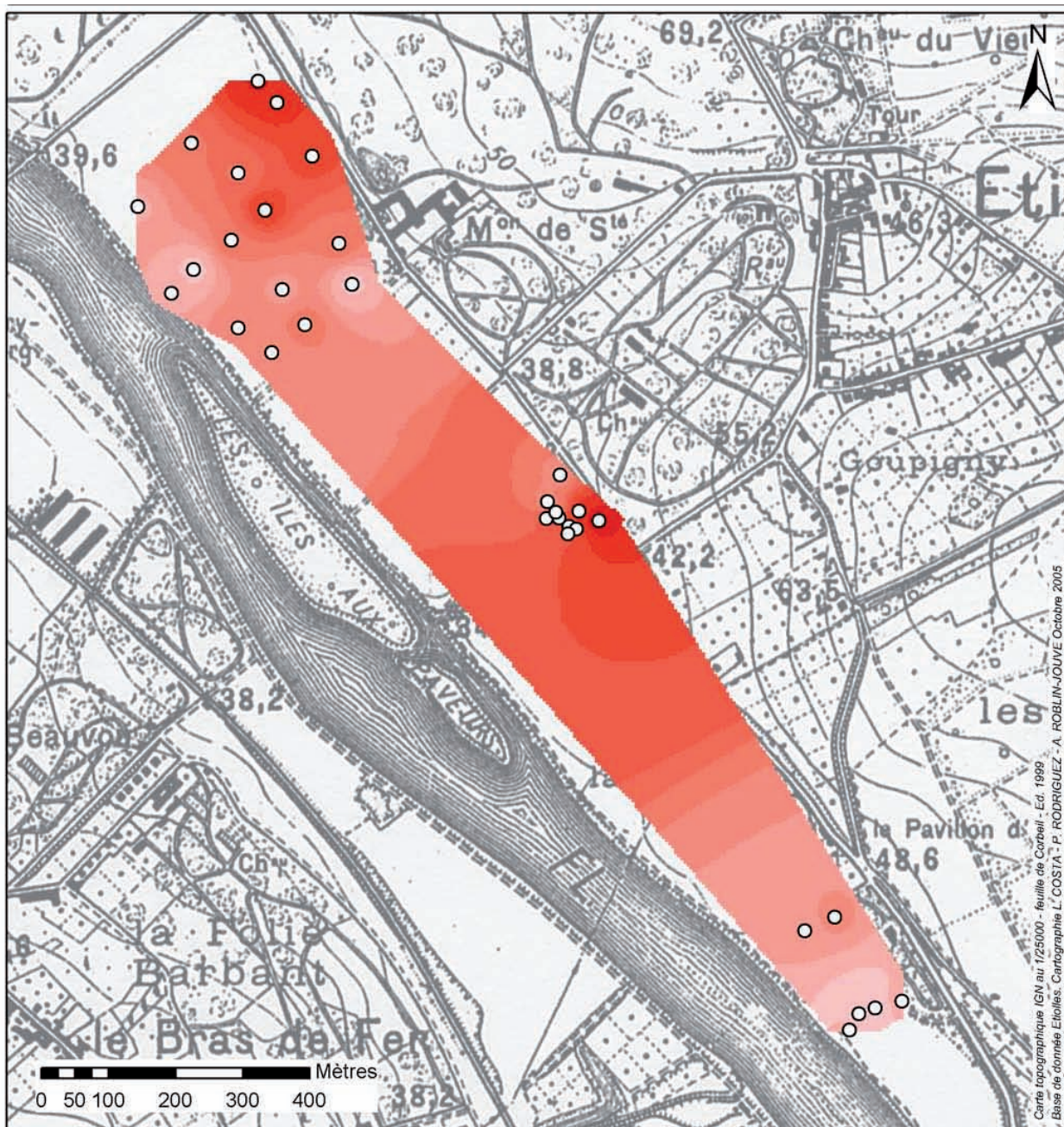


Fig. 129 - Topographie du substrat géologique.



Aperçu en trois dimensions de la nappe grossière
 Vue depuis le Sud-Est

Altimétrie extrapolée du toit en NGF

- 28,98 - 30,39
- 30,40 - 31,23
- 31,24 - 31,85
- 31,86 - 32,47
- 32,48 - 33,09
- 33,10 - 33,63
- 33,64 - 34,11
- 34,12 - 34,73
- 34,74 - 35,82
- 35,83 - 38,29
- Sondages

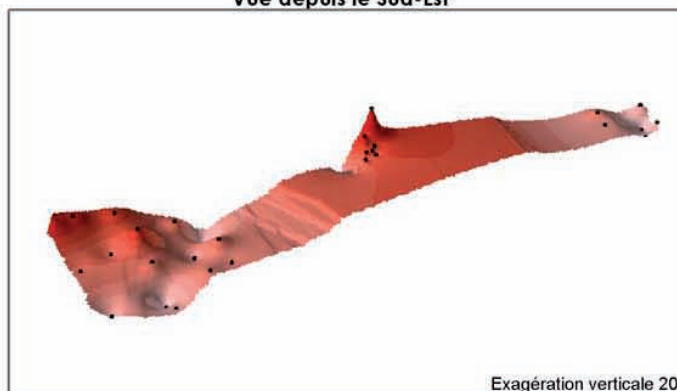
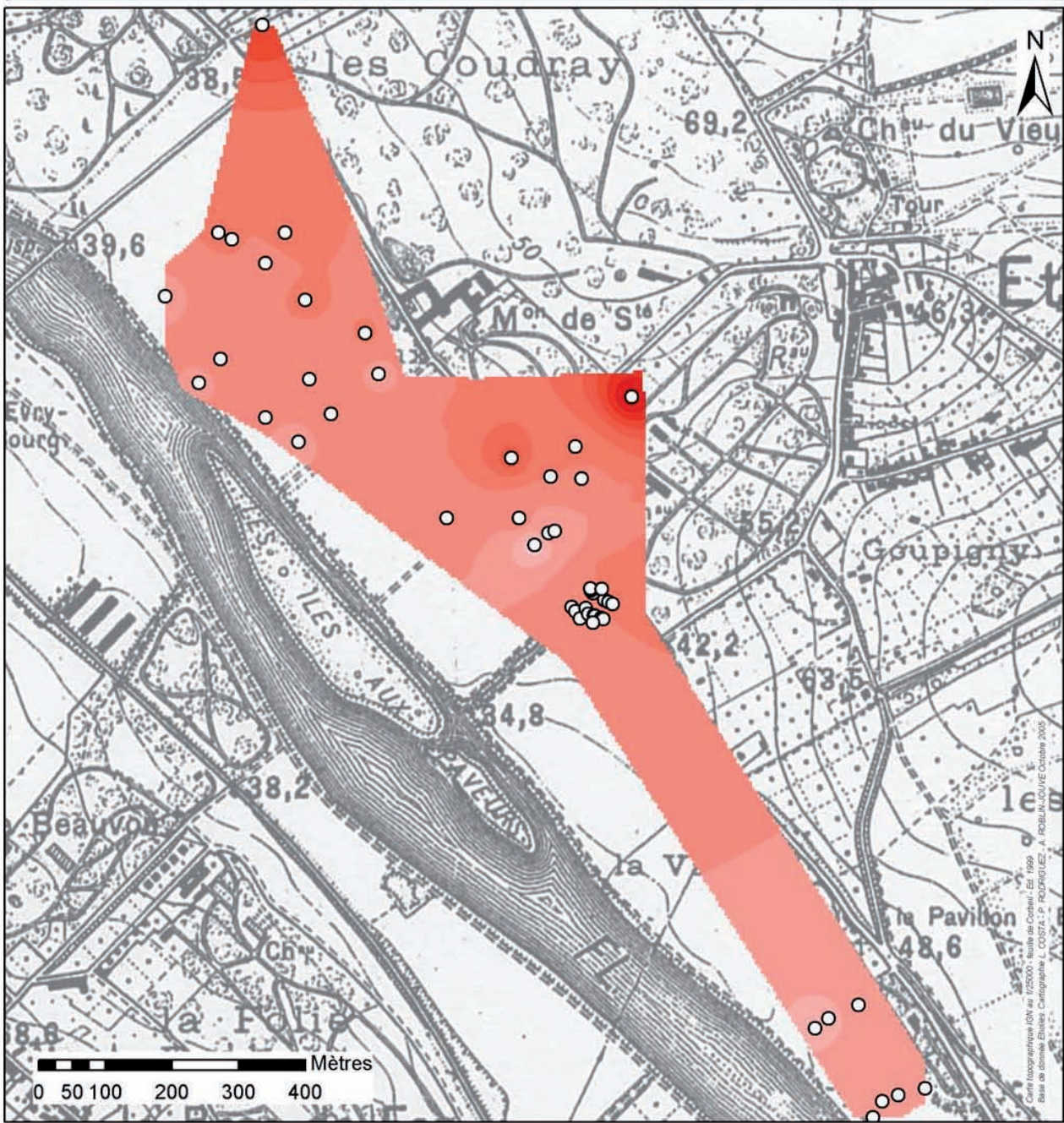


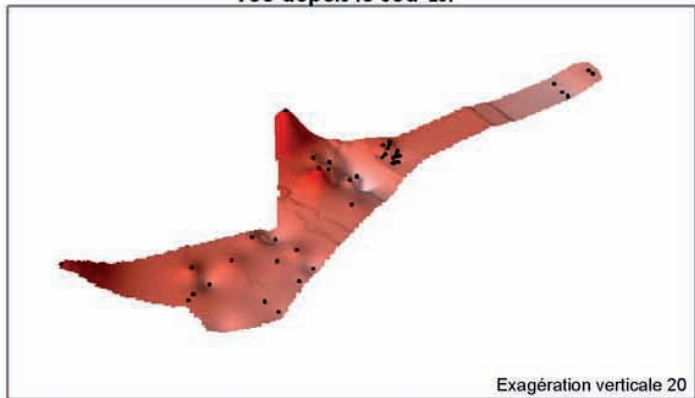
Fig. 130 - Topographie de la nappe grossière.



Aperçu en trois dimensions de la couche de limons Jaunes
 Vue depuis le Sud-Est

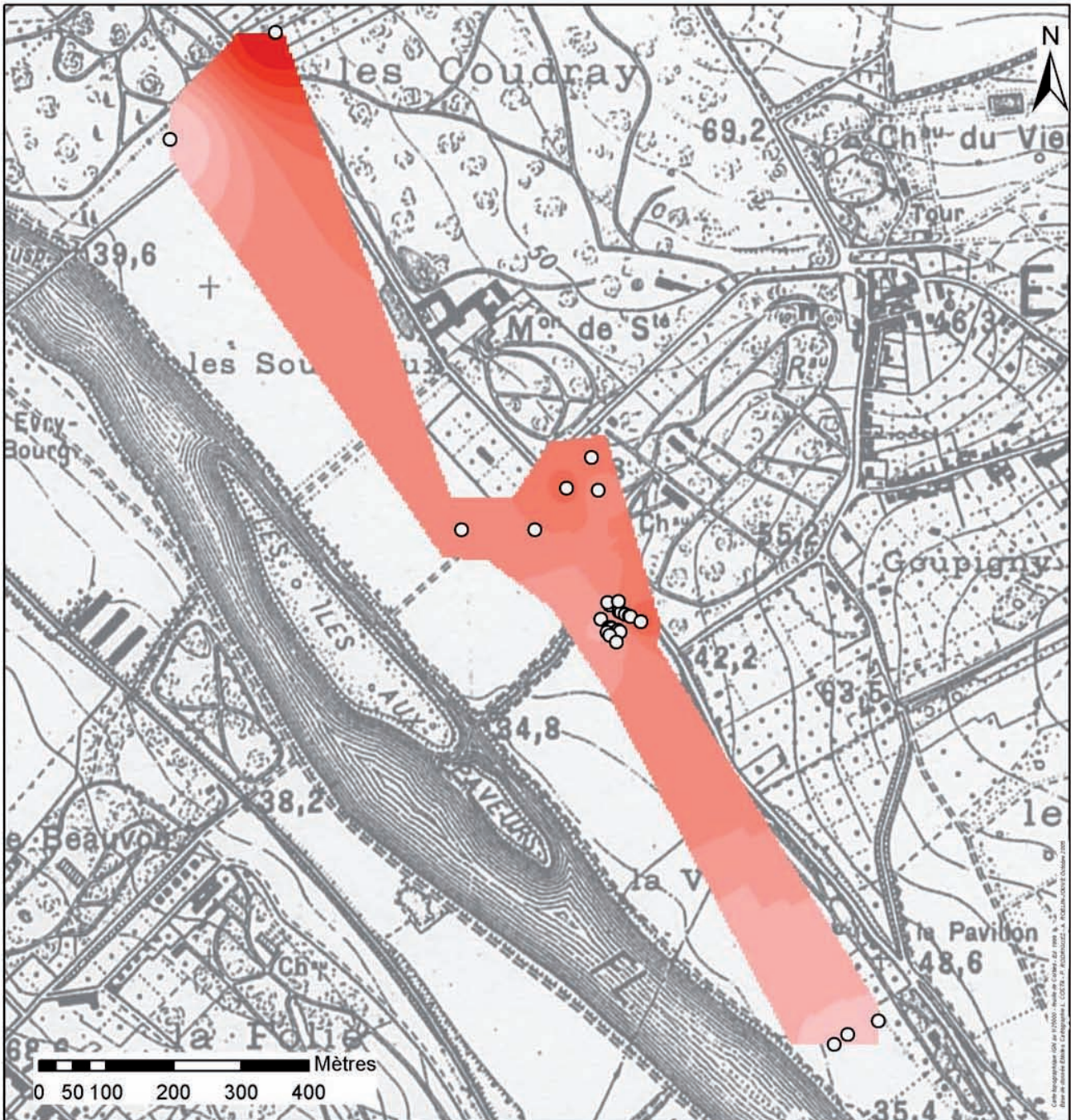
Altimétrie extrapolée du toit en NGF

- 32,05 - 32,94
- 32,95 - 33,82
- 33,83 - 34,70
- 34,71 - 35,59
- 35,60 - 36,47
- 36,48 - 37,35
- 37,36 - 38,24
- 38,25 - 39,12
- 39,13 - 40,00
- 40,01 - 40,89
- Sondages



Exagération verticale 20

Fig. 131 - Topographie des sables et limons lités.



Aperçu en trois dimensions de la couche de limons sableux
 Vue depuis le Sud-Est

Altimétrie extrapolée en m NGF du toit

- 34,28 - 34,78
- 34,79 - 35,28
- 35,29 - 35,79
- 35,80 - 36,29
- 36,30 - 36,79
- 36,80 - 37,29
- 37,30 - 37,79
- 37,80 - 38,30
- 38,31 - 38,80
- 38,81 - 39,30
- Sondages

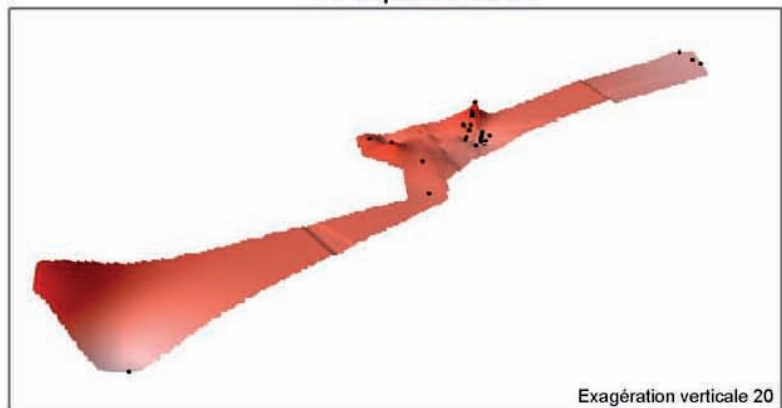


Fig. 132 - Topographie des limons beiges homogènes.

formations limoneuses constituent un long bandeau au pied du versant qui correspond à la couverture d'alluvions récentes (Fz) sur la carte géologique (Carte géologique de la France, feuille de Corbeil-Essonnes, BRGM). Elle indique que cette couverture a été limitée par les lits modernes de la Seine et du ruisseau qui s'y sont inscrits et l'ont érodée.

Le potentiel archéologique est lié au jeu de l'érosion qui se manifeste d'une part, par les formes d'aplanissement, liées aux ruissellements de surface, dans le cadre de l'encaissement des cours d'eau au Postglaciaire, et de l'autre, par un processus linéaire et brutal de ravinement et de modification des lits des cours d'eau. Des niveaux magdaléniens ont donc pu être érodés, et les sols d'occupation reconnus sur le site d'Étiolles écrêtés dans leur partie haute, si on considère ces phénomènes d'érosion et l'élargissement postglaciaire du lit du ru des Hauldres qui apparaît dans la topographie du toit des limons beiges homogènes.

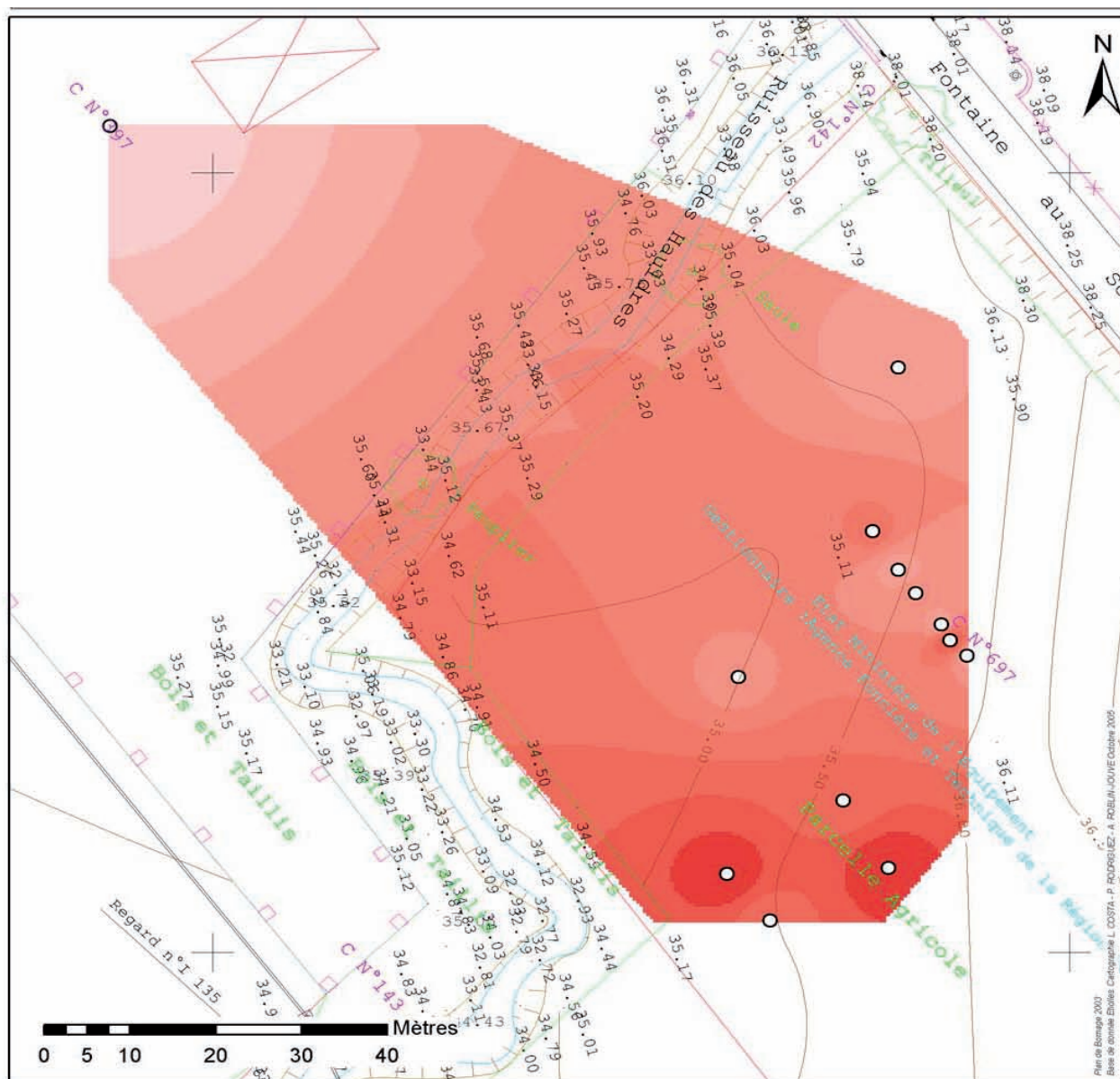
D'après l'analyse des modèles numériques, le potentiel encore existant pour les industries tardiglaciaires se situerait principalement en aval, entre le gisement principal d'Étiolles et la parcelle des Coudray (LCA) où les sables et limons lités sont les plus développés, en bordure du tracé de l'ancien lit de la Seine. Ce secteur n'a pas fait l'objet d'investigations archéologiques. Le pied du versant en amont du ru des Hauldres présente aussi un potentiel archéologique mais plus incertain.

6.4.5 - CONCLUSION : VERS UNE ARCHÉOLOGIE PRÉDICTIVE

Ainsi, l'étude croisée de toutes les sources documentaires disponibles autour du gisement d'Étiolles, par le biais d'un SIG, a permis de dégager les grandes lignes de l'évolution morphologique de cette partie de la vallée de la Seine. Elle apporte aussi des informations sur la taphonomie des niveaux tardiglaciaires dans l'espace étudié (Fig. 134). Dans la zone où des niveaux magdaléniens ont été reconnus, cette analyse révèle que l'évolution des cours d'eau a pu éroder la partie supérieure des sols d'occupations, tandis que pour les terrains non bouleversés et non sondés, elle suggère la présence d'un potentiel archéologique principalement à l'ouest du site classique d'Étiolles.

Toutefois, malgré la petite échelle de l'aire d'étude, quelques kilomètres de rive entre les deux ponts, cette analyse ne peut fournir une interprétation précise en raison de la carence des informations dans certains secteurs et du caractère réducteur du nombre d'ensembles stratigraphiques retenus (cinq). La connaissance de l'étendue réelle du potentiel tardiglaciaire de cette portion de vallée nécessiterait des observations directes, lors d'une campagne de sondages légers à la tarière par exemple. La démarche suivie s'est donc avérée apte à répondre, partiellement au moins, à la problématique taphonomique mais elle n'affranchit pas d'une étude de terrain ou d'analyses spécifiques qui manquent encore dans l'aire considérée. La résolution précise de la question posée sur l'habitat magdalénien passe clairement par l'intégration de tous les moyens d'investigation possible et le SIG s'affirme ici encore comme le meilleur moyen de fédérer les acteurs et de leur offrir la plate forme d'échange nécessaire à la pratique de l'interdisciplinarité.

De la base de données et de l'étude réalisées, il peut être tirée une stratégie de recherches archéologiques concernant les gisements du Paléolithique supérieur et final dans les vallées de la Seine et de ses grands affluents au centre du Bassin parisien. En effet, de nombreux sites ont été trouvés dans des limons alluviaux. L'analyse des espaces et de leur sous-sol, à l'aide d'un système d'information géographique, permet de délimiter les espaces potentiels que sont les fonds de vallées et dans lesquels sont conservées des sections d'anciens lits mis en relief par l'encaissement des lits actuels. Ce modèle pourrait être validé par des recherches de terrain supplémentaires dans la zone étudiée ou par l'application de cette démarche à une autre petite section déjà bien connue pour devenir l'un des instruments de l'archéologie prédictive en préhistoire.



Aperçu en trois dimensions de la couche organique
 Vue depuis le Sud-Est

- Altimétrie extrapolée en mètres NGF du toit**
- 33,70 - 33,92
 - 33,93 - 34,13
 - 34,14 - 34,32
 - 34,33 - 34,46
 - 34,47 - 34,56
 - 34,57 - 34,67
 - 34,68 - 34,80
 - 34,81 - 34,98
 - 34,99 - 35,21
 - 35,22 - 35,51
 - Sondage

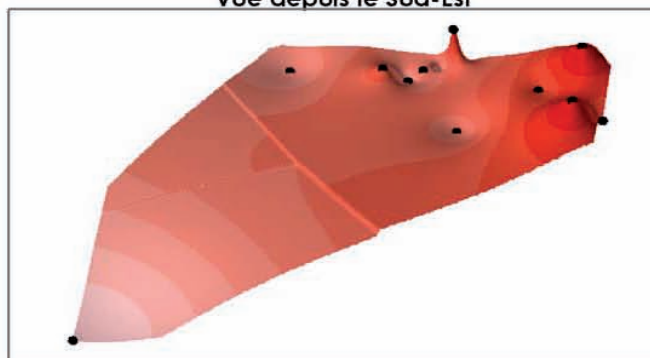


Fig. 13 : Topographie de la couche organique.

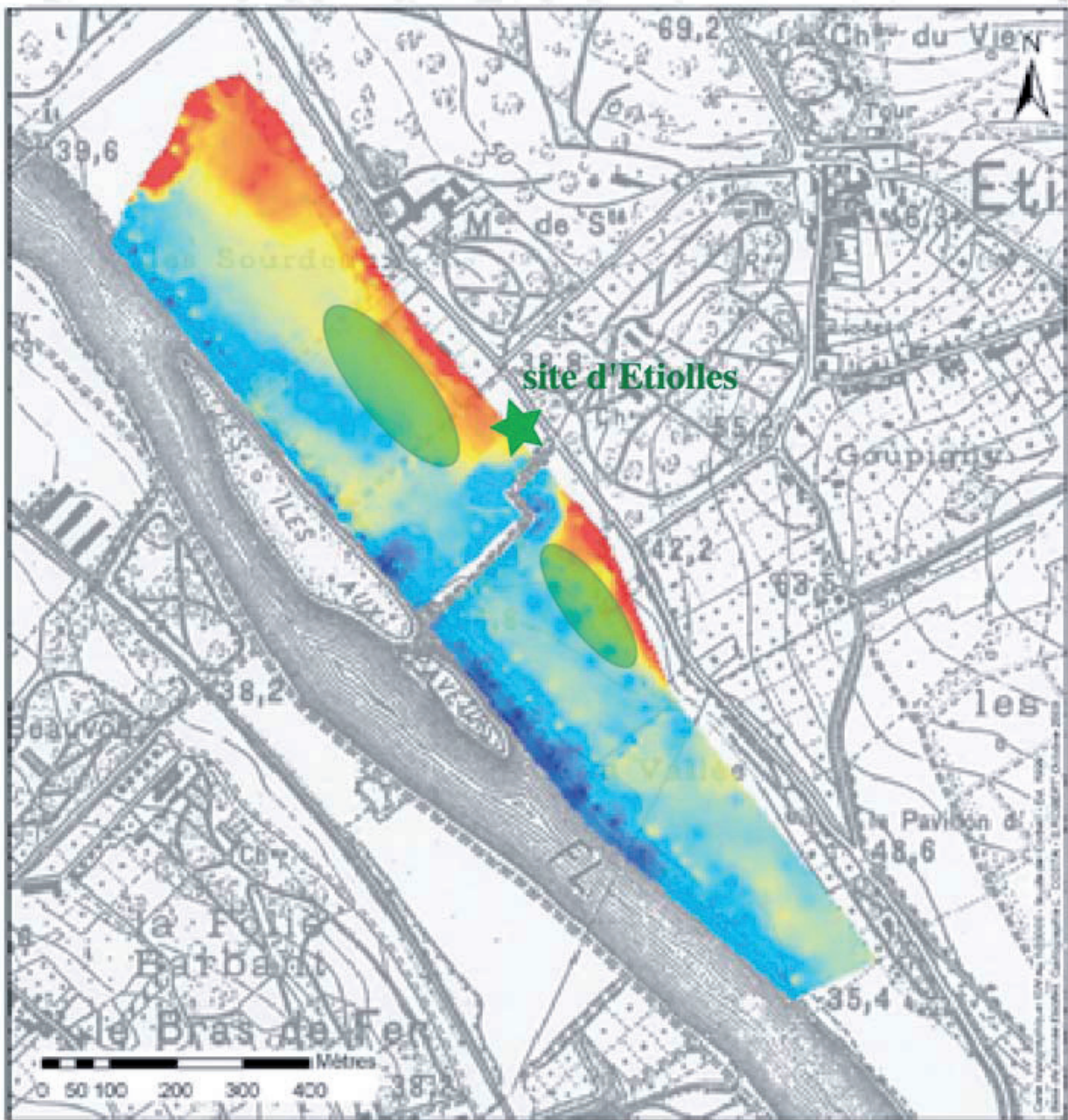
Fig. 133 - Topographie de la couche organique.

6.4.6 - L'AVENIR DE CE PROJET

À l'échelle du site d'Étiolles, la poursuite des recherches précisera davantage encore le contexte environnemental de l'habitat magdalénien et les conditions d'installation et de conservation des campements à proximité des ru des *Hauldres*. La jonction des deux locus de fouilles, ouverts dans le cadre des fouilles programmées entamées depuis plus de 30 années, entre dans cette problématique. Dans cette même perspective, il serait également intéressant de mieux connaître l'organisation et l'extension de l'habitat repéré sur la rive opposée du ru des *Hauldres* lors d'un diagnostic INRAP.

À l'échelle de la vallée, nous l'avons souligné, une étude de terrain s'avère nécessaire pour préciser et conforter les conclusions de l'analyse archéogéographique et stratigraphique. L'étape suivante consistera donc dans une simple campagne de sondages à la tarière qui pourra combler les lacunes, notamment dans les secteurs où aucune information stratigraphique n'est actuellement disponible. Ces sondages compléteront les résultats des modèles numériques. L'évolution morphologique de la vallée de la Seine dans l'aire étudiée et les conditions de conservation des habitats tardiglaciaires seront ainsi mieux connues.

Enfin, un autre intérêt de ce SIG est qu'il est susceptible de fédérer des thématiques variées (notamment sur le plan des échelles) au sein d'une structure unique. Mis en place dans la perspective de ce projet par la volonté de quelques uns, il pourra servir au travail de tous les membres du programme de la fouille programmée d'Étiolles.




 secteurs potentiellement intéressants pour le Tardiglaciaire

Fig. 134 - Les secteurs potentiellement favorables à la découverte de sites tardiglaciaires.

Fig. 135 - Tabl. 1 : Liste des documents cartographiques consultés

FONDS CONTEMPORAINS

Nom du document	Auteur	Année	Source	Observation
Base de données cartographiques	IGN	2000	IGN	Vecteur (prêt SRAIF)
Modèle numérique de terrain	IGN	2000	IGN	Raster (Prêt SRAIF)
Plan topographique, plan de bornage	Dressé par JP VERDIER Géomètre expert	2003	Conservatoire des espaces naturels sensibles	Vecteur DXF
Carte topographique au 1/25000 ^e , Feuille de Corbeil	IGN	1999	IGN	Papier
Carte de France au 1/20000 ^e Mise à jour 1935 (feuille X-15)	IGN	1935	IGN	Papier
Carte de au 1/20000 ^e (2215 SO)	IGN	1964	IGN	Papier
Plan d'ensemble de la région Ile-de-France (PERDIF) (2215 SO)	IGN	1967	IGN	Papier
Carte de la Région Parisienne au 1/20000 ^e (2215 SO)	IGN	1968	IGN	Papier

FONDS ANCIENS (XVIII^E ET XIX^E S.)

Nom du document	Auteur	Année	Source	Observation
Plan d'Intendance de la Commune d'Étiolles	Généralité de Paris	1786	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster)
Plan d'Intendance de la Commune d'Evry, Ris, Grigny, Fleury et Plessis-le-Comte	Généralité de Paris	1778	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster)
Plan d'intendance de la commune de Corbeil	Généralité de Paris	1787	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster)
Plan d'intendance de la commune de Saint-Germain	Généralité de Paris	1787	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster)
Plan d'intendance de la commune Soisy	Généralité de Paris	1786	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster)
Cadastré napoléonien d'Étiolles	Services du cadastre	1823	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) 1 plan d'assemblage et 4 feuilles de section
Cadastré napoléonien d'Evry	Services du cadastre	1823	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) 1 plan d'assemblage et 4 feuilles de section
Cadastré napoléonien de Soisy-sur-Seine	Services du cadastre	1824	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) 1 plan d'assemblage et 3 feuilles de section
Cadastré napoléonien de Saint-Germain les Corbeil	Services du cadastre	1823	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) 1 plan d'assemblage et 4 feuilles de section
Cadastré napoléonien de Corbeil-Essonnes	Services du cadastre	1823	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) 1 plan d'assemblage et 16 feuilles de section
Carte des Chasses du Roi (Feuille 8)	Ingénieurs du Roi	1764-1774	Cartothèque de l'IGN	Document numérique (raster)
Carte de la Forêt de Sénart et de ses environs	Bourgault et Matis, arpenteurs ordinaires du Roi	1708	Archives nationales	Tirage photo Cote Archives nationales : NI Seine et Oise, n° 24

Carte des routes royales, départementales et de grande vicinalité de Seine-et-Oise (Partie Sud-Est), dressée par ordre du Conseil Général	Astier de la Vigerie	1835	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) Cote Archives départementales : 1 Fi 172
Carte des routes royales, départementales et de grande vicinalité de Seine-et-Oise (Partie Sud-Est), dressée par ordre du Conseil Général	Astier de la Vigerie	1835	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) Cote Archives départementales : 1 Fi 071/2
Carte des environs de Paris avec son département	Delamarche	1780	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) Cote Archives départementales : 1 Fi 037
Carte particulière du terroir des environs de Paris	Visser	1700	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) Cote Archives départementales : 1 Fi 061
Carte des environs de Paris divisée en départements, préfectures, sous-préfectures et justices de paix ou cantons, Paris, 1810	/	1810	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) Cote Archives départementales : 1 Fi 111
Carte des environs de Paris 1756	/	1756	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) Cote Archives départementales : 1 Fi 112
Carte des environs de Paris divisés en départements, préfectures, sous-préfectures, Paris	/	1808	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) Cote Archives départementales : 1 Fi 96
Carte agronomique de Melun (Corbeil), carte topographique de l'Etat Major et carte géologique des Mines, dressée en 4 feuilles par Gustave Lefèvre, ingénieur agronome au 1/50000 ^e	Gustave Lefèvre	1898-1899	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) Cote Archives départementales : 1 Fi 97
Carte des environs de Paris comprenant les gouvernements généraux de l'Isle-de-France, de Normandie, d'Orléanois et de Champagne, par M. Brion de la Tour, ingénieur géographe du Roi.	M. Brion de la Tour	1783	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) Cote Archives départementales : 1 Fi 101
Carte de l'échevêché de Paris divisé en trois archidiaconés et en ses deux archiprêtres et en 7 doyennés ruraux dressés et mis à jour par ordre de son éminence monseigneur l'archevêque, par Dasnos, géographe et ingénieur, Paris 1782	Dasnos	1782	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) Cote Archives départementales : 1 Fi 102
Nouvelle carte routière des environs de Paris, dressée par Achin indiquant dans une étendue de 44 lieues sur 68, les chefs lieux de cantons, communes, relais de poste aux lettres compris dans les départements qui avoisinent la capitale, Paris, 1839	Achin	1839	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) Cote Archives départementales : 1 Fi 103
Carte des environs de Paris : Fontainebleau, Paris (XIX ^e siècle)	/	(XIX ^e siècle)	Archives départementales de l'Essonne	Document numérique (raster) Cote Archives départementales : 1 Fi 107

6.5 - UMM HADDAR, WADI KUFREIN (JORDANIE)

Résumé : le développement d'une base de données géographiques sur le site de Umm Haddar prend son origine dans un questionnement plus général sur l'organisation du domaine hellénistique du site d'Irak El Amir. La fouille de ce petit site fortifié situé à l'entrée du Wadi Kufrein permet d'introduire des questionnements sur les réseaux de circulations et sur les modalités d'organisation de ce territoire. Cet outil en cours de constitution pose aussi des questions méthodologiques sur les évolutions potentielles de ce projet.

FICHE SIGNALÉTIQUE :

- **Lieux :** Umm Haddar, Wadi Kufrein (Jordanie)
- **Echelle(s) :** Fouille archéologique (établissement fortifié de la période hellénistique) à son environnement immédiat
- **Institutions :** UMR 7041 ArScAn Equipe Monde Grec, monde grec Archaïque, Institut Français du Proche Orient
- **Responsable(s) de projet :** J.-F. SALLES (Responsable de fouille, IFPO), R. ETIENNE (Professeur Université Paris 1, Panthéon Sorbonne, ArScAn), L. COSTA (Développement des bases de données géographiques, topographie)
- **Opérateurs principaux de la base de données géographiques :** L. COSTA (Traitement des données, cartographies)
- **Dates de début de projet et état de développement :** 2006, en phase de développement

PIÈCES ANNEXES

- Cahiers de stations et des relevés

6.5.1 - UNE BASE DE DONNÉES POUR LE SITE DE UMM HADDAR

La création d'une base de données géographiques sur le site de *Umm Haddar* a été entreprise pour répondre à une série de questions sur l'histoire de la vallée du *Wadi Seer / Wadi Kufrein* dans la vallée du Jourdain.

Une des premières questions était : existe-t-il une relation chronologique et historique entre *Irak El Amir* et ce petit établissement fortifié de *Umm Haddar* ? Il est généralement admis que le *Wadi Seer* et le *Wadi Kufrein* constituaient des axes privilégiés reliant *Birta (= Zeno)/ Philadelphia/Amman* à *Jerusalem* par *Abella/Abila (= Zeno* étant très probablement *Tell Kufrein*) et par la vallée du Jourdain. Sur cet axe vallonné la forteresse de Sour a été probablement fondée durant la fin de la période hellénistique, comme le démontre la céramique retrouvée sur le site [VILLENUEVE 1988]. Le site de *Umm Haddar* positionné sur la rive Est du *Kufrein* à l'entrée du *Wadi Kufrein* sur une petite colline était très certainement destiné à protéger ou à contrôler les circulations venant du *Wadi Seer*. Cet établissement à la frontière Est du domaine des Tobiades possédait donc très certainement une importance particulière [SALLES 2007].

Autre point, l'établissement fortifié de *Umm Haddar* peut aussi être perçu comme un petit avant poste intégré dans un réseau plus large d'établissements disposés dans les environs. En effet, d'autres établissements similaires sont connus dans la vallée du Jourdain et dans les *Wadi Seer* et



Fig. 136 - Carte de situation du site d'Umm Haddar.

développement d'une base de données géographiques nous permettra d'associer les différentes échelles d'approches. Par ailleurs, le développement d'une base de données géographiques constitue aussi un outil de gestion quotidien au niveau de la fouille.

6.5.2 - UMM HADDAR, DE L'APPROCHE TOPOGRAPHIQUE À LA BASE DE DONNÉES

Présentation du site de Umm Haddar

Situé à proximité de la basse vallée du Jourdain dans le *Wadi Kufrein*, le site de *Umm Haddar* se trouve posté sur une colline barrant l'entrée d'une vallée qui remonte depuis la dépression du Jourdain jusqu'au *Wadi Seer / Iraq el-Amir*. Ce petit fortin placé de manière stratégique est associé à un second établissement de petite taille qui pourrait être un sanctuaire de type hellénistique ou nabatéen [SALLES 2007] (Fig. 142). Il se présente actuellement comme un quadrilatère d'environ 40 sur 30 m. flanqué de tours quadrangulaires de six à sept mètres de côtés (Fig. 141). Ces bâtiments ouvrent sur une cour possédant en son milieu une citerne monumentale. L'entrée du bâtiment se faisait à l'Est comme en témoigne la présence d'un seuil dégagé en 2007.

Les interventions archéologiques associées à ce site sont dues à la prévision de travaux publics importants en marge du barrage du *Wadi Kufrein* mettant le site en danger (Fig. 137). Il importait donc d'effectuer en priorité des relevés topographiques précis des vestiges en place et exposés au pillage. A ce titre une première campagne exploratoire s'est déroulée du 6 au 20 juin 2006 durant laquelle les bases topographiques ont été posées (Fig. 138, 139, 141, 142). Par la suite, la partie Nord du fortin a été entièrement dégagée durant la campagne 2007 et les parties Ouest et Est ont fait l'objet des travaux de la campagne 2008. Les résidus des faces Est et Ouest

Wadi Kufrein. Quelques uns d'entre eux sont datés de l'âge du bronze ancien. La fonction du site de *Umm Haddar* semble avoir été le contrôle des populations traversant le *Wadi Kufrein*.

La compréhension de l'organisation générale de cette zone géographique nous a donc guidé dans le développement de nos investigations. Une approche topographique à d'abord été menée en juin 2006 destinée à évaluer l'état de conservation des vestiges. Janvier 2007 et janvier 2008 ont été l'occasion de développer un programme de fouille qui sera poursuivi en 2009.

Après être resté à l'échelle du site, les prochaines années seront consacrées au développement d'une approche régionale. Dans cette perspective le

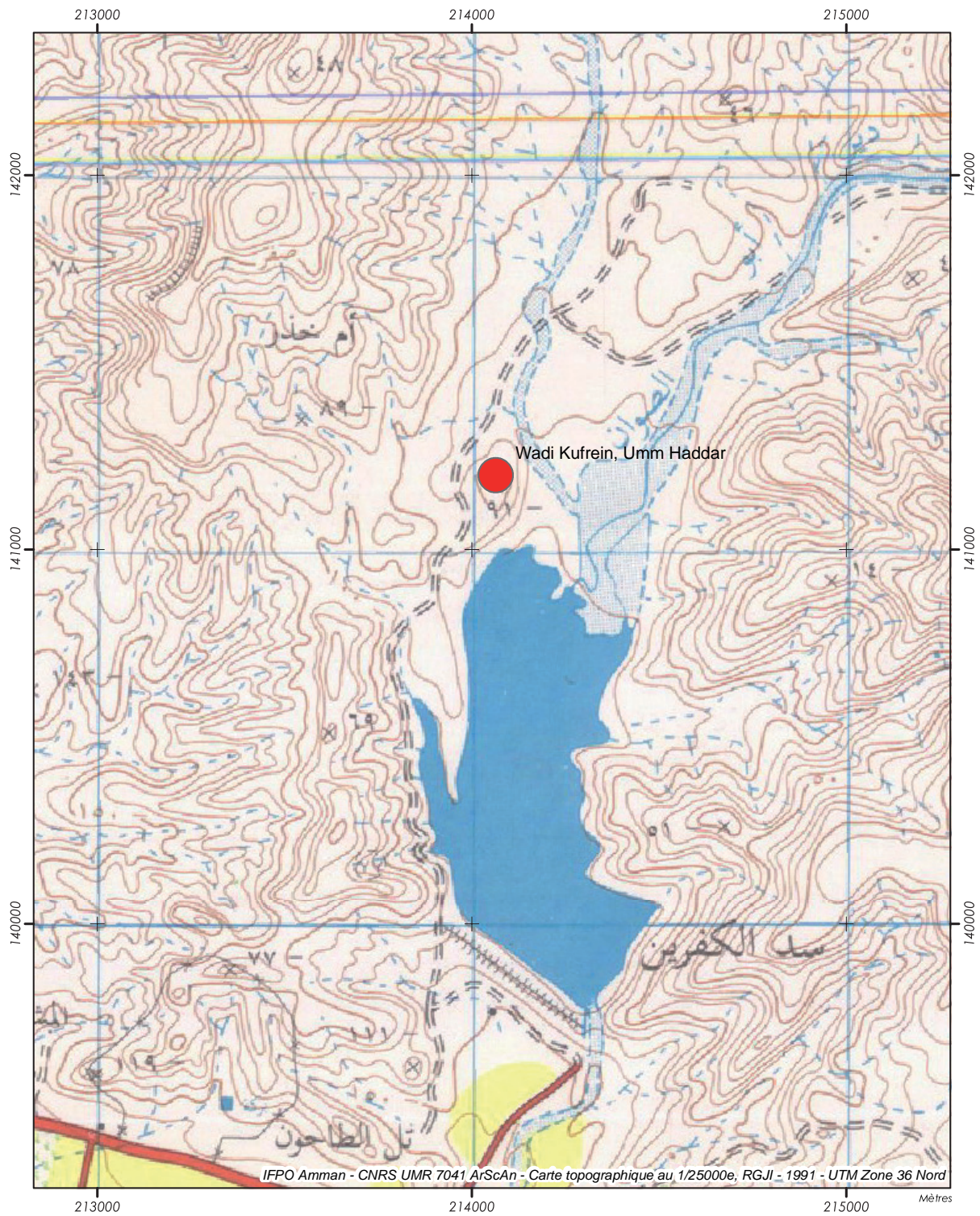


Fig. 137 - Localisation du site d'Umm Haddar dans le Wadi Kufrein. En bleu le lac de retenue du barrage.



Fig. 138 - Vue générale depuis l'Ouest de la colline de Umm Haddar (photo LC 2007). En arrière plan, le Wadi Kufrein. Au premier plan la route actuelle qui mène à Amman par Irak el Amir.

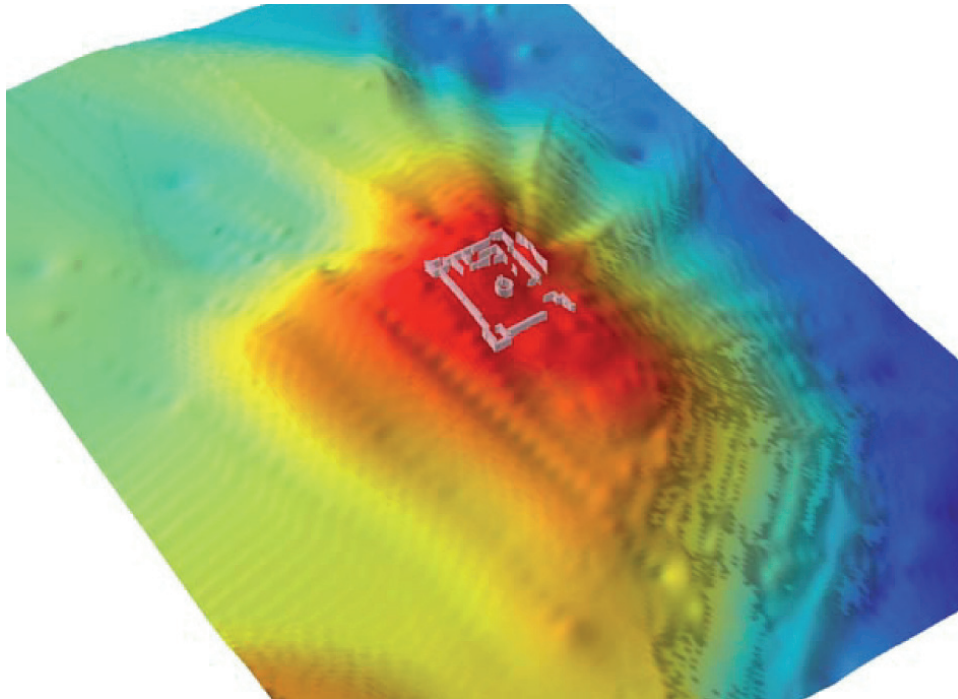


Fig. 139 - Restitution tridimensionnelle du site.



Fig. 140 - Vue par photo aérienne prise au cerf volant de l'ensemble des vestiges dans leur état de dégagement de 2007. On voit très clairement le plan du fortin se dessiner (photo J.F. SALLES 2007).

ainsi que la partie Sud seront dégagés durant la prochaine campagne 2009 dont l'objectif est le dégagement total des constructions à l'intérieur de l'enceinte.

Dans le cadre de ce projet, c'est d'abord la gestion des nombreuses informations issues des campagnes de fouilles qui a motivé la création d'une base de données géographiques et a déterminé son organisation générale. Il est cependant très vite apparu, qu'au delà de la fouille de cette petite forteresse hasmonéenne, de nouvelles perspectives s'ouvraient pour travailler sur une histoire mal connue de la région avant l'épisode d'Hyrcau au IV^e-III^e siècle av. J.-C.. Dans cette optique, la mise en place d'une base de données géographiques plus ample, à un niveau régional, pouvait nous apporter des éléments pour la construction d'une synthèse historique et archéologique qui fait encore défaut à la région.

La base de données géographiques

Des choix opérés dans le mode de formalisation et dans l'organisation de la donnée dépendent les possibilités d'analyses offertes par la suite. Le Modèle Conceptuel des Données (MCD) est un schéma d'organisation et de relation des différents objets qui vont composer la base de données. Il s'applique en l'occurrence aux données archéologiques et permet de définir la manière dont vont être réparties dans la base de données les différentes informations enregistrées sur le terrain.

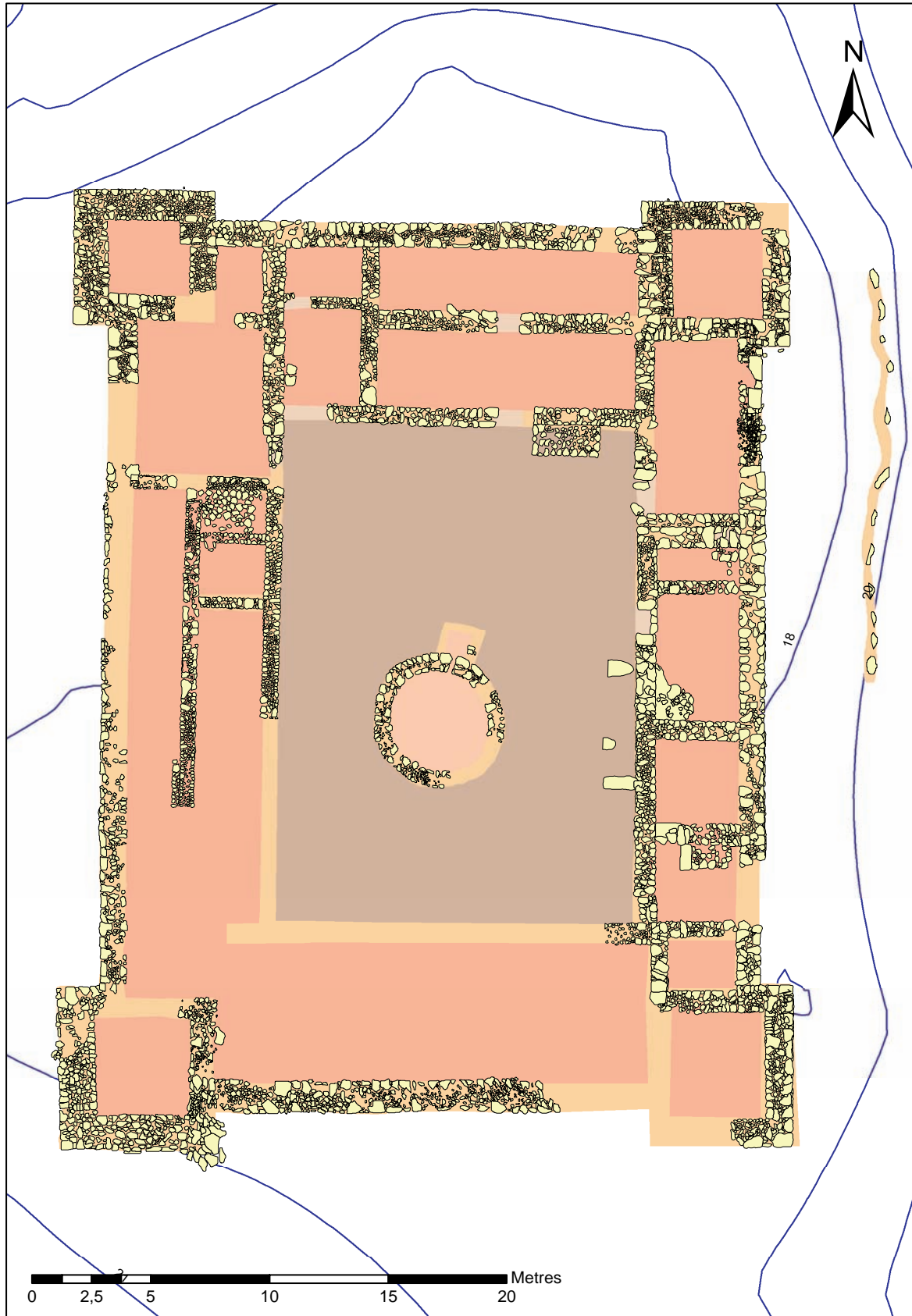


Fig. 141 - Plan général du site après la campagne de 2008.

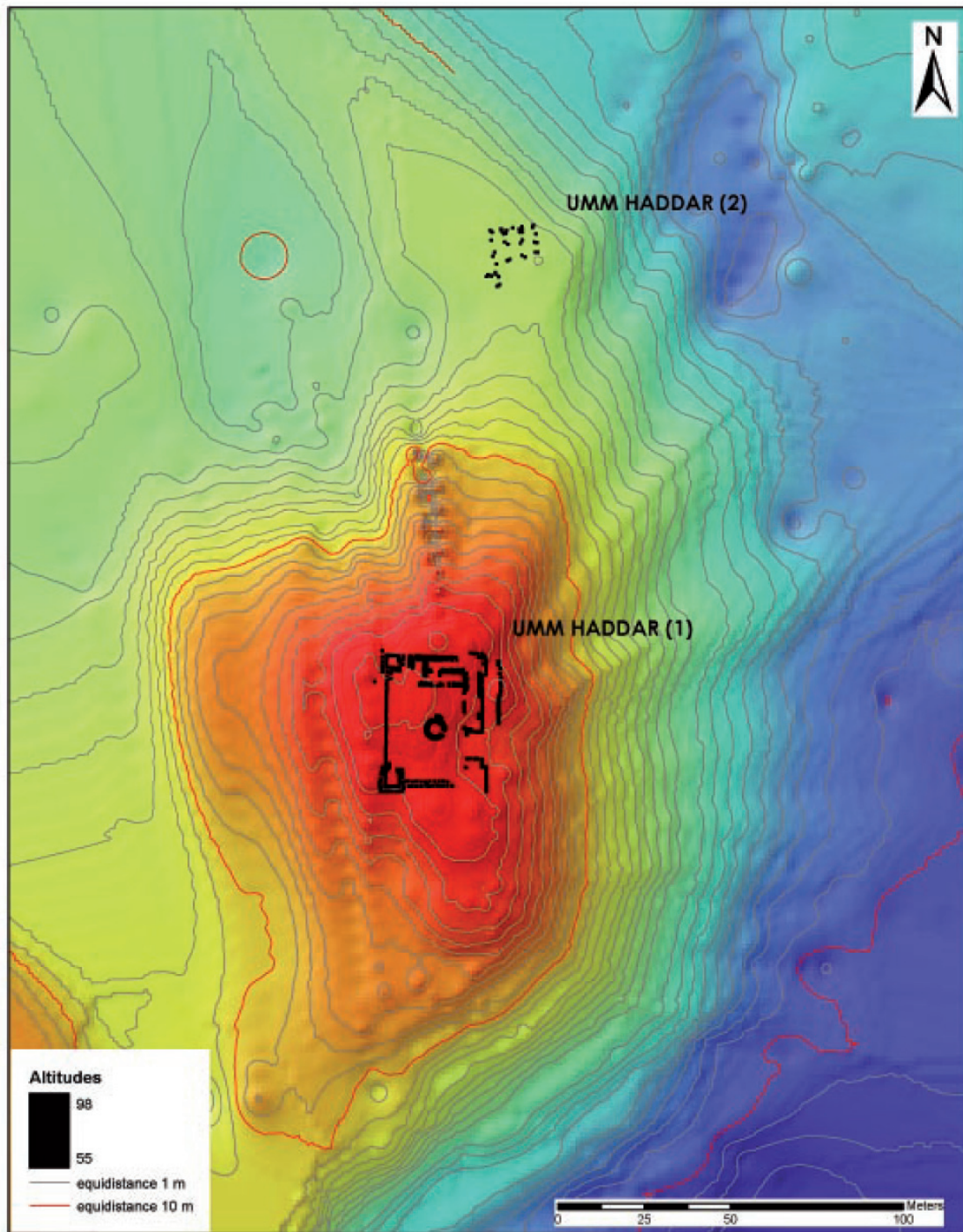


Fig. 142 - Topographie générale du site.

Pour ce projet, nous souhaitons organiser en même temps les informations issues des échelles très détaillées de la fouille et une information plus globale, liée aux approches régionales qui suivront.

Sur cette question, on trouve classiquement chez les archéologues deux modalités d'expression de la donnée archéologique :

- on a l'expression symbolique où le site, le locus, le gisement quel que soit le nom qu'on voudra bien lui donner est formalisé sous la forme d'un couple de coordonnées correspondant à un point. Ce point est associé à une série d'informations généralement typo-chronologiques et compose avec d'autres ce que l'on nomme classiquement une carte archéologique.
- ce même endroit peut être symbolisé de manière plus complexe. Le site devient alors un élément regroupant des entités multiples où chacune peut être composée de plusieurs couples de coordonnées matérialisant des formes (lignes, points, polygones). La structuration de l'information est alors beaucoup plus délicate et il n'existe à ce jour pas de modèle idéal d'organisation de l'information.

Parmi les réflexions les plus abouties sur les modèles de données appliqués à l'archéologie, on a retenu deux grands modèles originaux d'organisation et de structuration de l'information : le modèle PATRIARCHE [**CHAILLOU, THOMAS 2007**] du ministère de la culture et le modèle développé plus spécifiquement par le Centre National d'Archéologie Urbaine (CNAU) pour l'informatisation des Documents d'Evaluation du Patrimoine Archéologique des Villes de France (DEPAVF). Rappelons rapidement pour mémoire de quoi se composent ces deux modèles :

- Le modèle PARTIARCHE : il a été développé dans le cadre de la carte archéologique nationale française. Sa visée est donc la gestion. Il s'appuie sur deux notions clés qui sont la notion d'entité archéologique (EA) et la notion d'opération archéologique (OA). L'entité archéologique (EA) correspond à une occupation associée à un lieu durant une période de temps. Ces vestiges peuvent avoir été découverts lors d'une ou plusieurs opérations archéologiques (OA). Une EA peut prendre la forme d'un point, d'une ligne ou d'un polygone. Les opérations archéologiques (OA) sont généralement des opérations de terrain soumises à autorisation en application du code du patrimoine. Une OA peut prendre la forme d'un point d'une ligne ou d'un polygone (voir chapitre 5.3, volume 2).
- Le modèle du CNAU [**GALINIE, RODIER, SALIGNY 2004**] propose un mode de gestion essentiellement tourné vers les données urbaines. Il s'appuie sur deux notions clés qui sont les notions d'entité spatiale et d'entité fonctionnelle. Une entité spatiale (ES) correspond à un ou plusieurs vestiges associés à un lieu. Une entité fonctionnelle (EF) est un ensemble d'entités spatiales cohérentes du point de vue fonctionnel et spatial. Les EF peuvent se décliner et s'emboîter sur plusieurs niveaux. Une ES simple définit une EF simple qui peut elle-même faire partie d'une entité de second ordre : entité fonctionnelle composite (EFC). La modélisation HBDS repose à la fois sur la théorie des graphes et des hypergraphes ainsi que sur celle des ensembles (voir chapitre 5.3, volume 2).

Dans les deux cas seul l'objet simple possède une géométrie. L'objet complexe (EAC ou EFC) étant un assemblage d'unités élémentaires. Ces deux modèles permettent une série d'emboîtement et la constitution d'objets complexes et souples modifiables à mesure de l'évolution de la réflexion historique.

Vers un modèle conceptuel de données simplifié :

En nous inspirant des principales notions de ces deux grands modèles de données, nous avons dégagé plusieurs ensembles d'objets correspondant aux éléments de notre base de données (Fig. 143) :

- le site : la notion de site correspond pour nous à une notion de synthèse. Elle prend la forme graphique d'un point associant une information spatiale (locus), chronologique (datation) et typologique (caractérisation fonctionnelle). Elle correspond à l'entité fonctionnelle composite du modèle CNAU.
- Le gisement (EA de PATRIARCHE, ou entités spatiales du CNAU) qui va permettre de traduire le site dans son développement spatial complexe : un gisement correspond à un lieu possédant des limites d'intervention (limites de sondage, limites d'échantillonnage...) composé de vestiges.
- Le vestige, plus petite unité d'enregistrement de l'information, correspond aux éléments dont on a constaté la présence sur le terrain (ES du CNAU). Ils peuvent être mobiliers ou immobiliers. Ils sont de différentes natures et leur délimitation est laissée à l'appréciation de l'archéologue. L'association de ces vestiges (Mur, pierre, argile...) est réalisée par le biais d'une notion de recrutement qui va permettre de composer des entités de différents niveaux qui vont pouvoir s'emboîter successivement afin de constituer des entités complexes que nous nommerons des objets historiques et archéologiques [OHA] (cf. SIGUR). Les vestiges sont caractérisés par un nom, une datation plancher et une datation plafond. Les entités simples et les entités complexes vont alors hériter des propriétés des objets les composant.

6.5.3 - LA BASE DE DONNÉES UMM HADDAR (BDD UH), ÉTAT DES DÉVELOPPEMENTS

Réalisée à partir de levés topographiques et de relevés manuels, la BDD UH est composée de différentes couches de données thématiques cohérentes (cf. schéma d'organisation). L'ensemble est stocké à la fois sous une forme raster et sous une forme vectorielle dans des formats non propriétaires et standardisés (*shape et geotiff*).

On trouve principalement trois grandes catégories d'informations correspondant aux trois échelles que nous avons choisies de développer :

- Pour l'échelle du site, on trouvera une série de thèmes permettant de restituer la planimétrie du fortin (couches artefacts, couches éléments topographiques, schéma murs...) et d'analyser chacun de ses composants (murs, pièces, ensembles architecturaux...etc.).

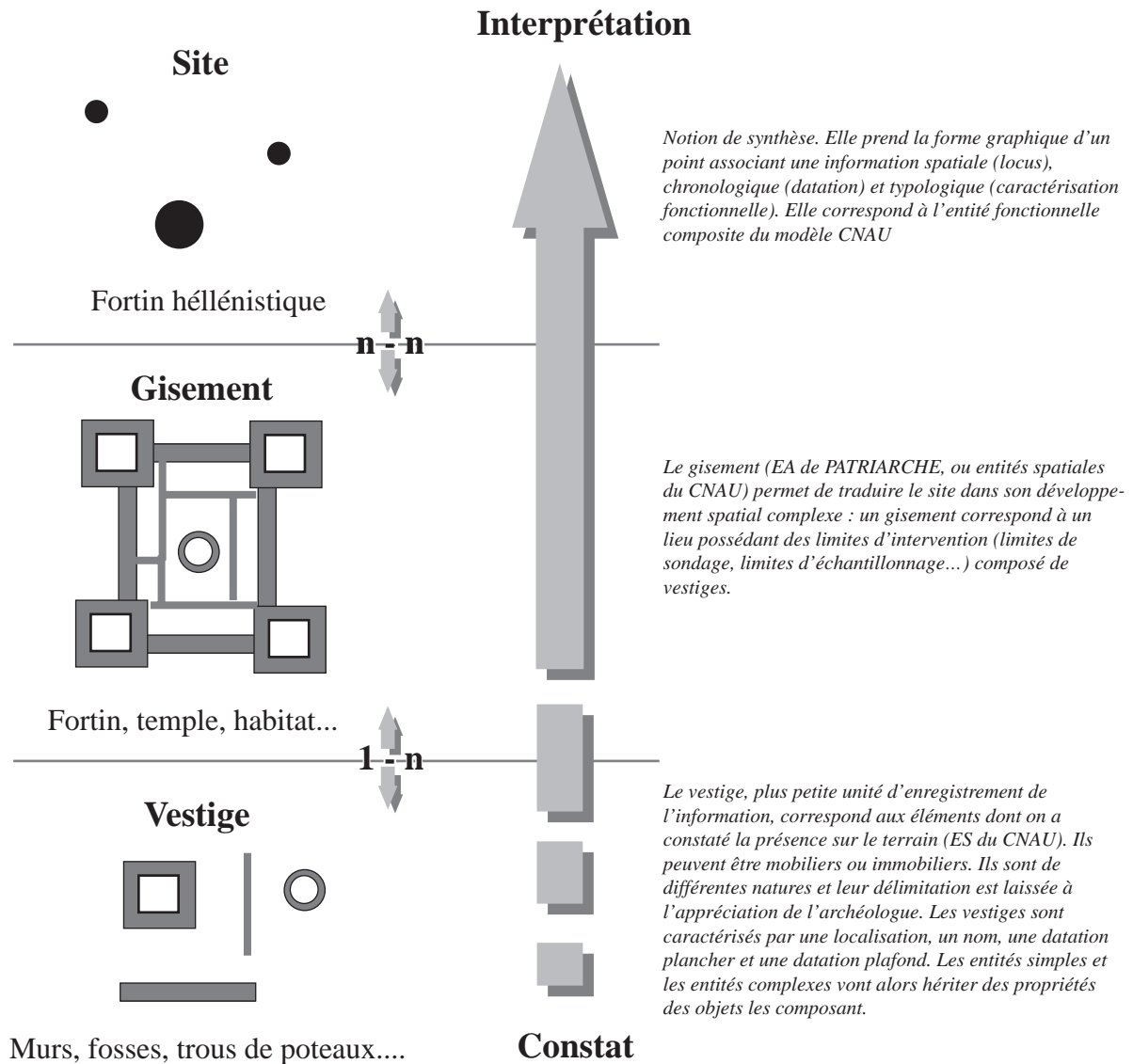


Fig. 143 - le modèle de donnée de la base Umm Haddar.

- Pour l'échelle de l'environnement immédiat du site on trouvera un modèle numérique de terrain réalisé sur la base d'un lever topographique permettant de visualiser l'environnement du site dans un rayon de 200 m environ. On peut ainsi travailler sur la logique d'implantation précise de l'établissement (pentes, ensoleillement, ... etc.).
- Pour l'échelle régionale on trouvera essentiellement des données sur l'altimétrie et l'environnement (cartes topographiques, photographies aériennes, images satellites, modèles numériques de terrain...etc.) permettant de développer une approche plus globale sur l'intégration de ce site notamment dans les grands courants de circulation ou l'environnement archéologique régional.

Ces trois niveaux permettent d'aboutir à la constitution d'une infrastructure de données souple, adaptée aux différentes échelles de travail de l'archéologue, au sein de laquelle peuvent être intégrées au fur et à mesure de leur élaboration les différentes données scientifiques. L'ensemble

est actuellement stocké sur un poste utilisateur et administré par une seule personne. Il paraît souhaitable dans une perspective d'extension de l'équipe de ce projet dans les années à venir nous orienter vers la mise en ligne de ces données par le biais d'une solution de *webmapping*.

Vers la mise en place d'un site collaboratif :

L'objectif principal de ce site sera de fournir à la communauté scientifique, durant le déroulement des opérations de terrain, un état des lieux de la documentation récoltée, permettant de construire au fur et à mesure la synthèse générale historique et le détail des différentes études. Il faudra donc réfléchir à une interface administrée d'interrogation de cet ensemble documentaire permettant d'accéder à l'ensemble de la documentation et de l'enrichir lorsque nécessaire. Des expériences ont par ailleurs déjà été tentées dans d'autres régions du globe montrant les possibilités de ce type d'organisation [COSTA *et al.* 2008b]. L'interface d'interrogation permettra d'explorer, mieux que ne le permettraient les meilleurs index, un corpus de données en permanente évolution reflétant l'avancement du travail de publication et en particulier les progrès de l'étude du matériel.

En outre, ce même site aura pour vocation de servir d'interface entre des archéologues dispersés dans le monde en donnant accès à une partie privée accessible aux seuls membres de la mission, leur permettant de visualiser, modifier ou d'ajouter les informations en ligne.

6.5.4 - DES QUESTIONS HISTORIQUES AUX QUESTIONS DE CONDUITE DE PROJET

Un des enjeux du futur de ce projet est l'élargissement de l'échelle d'approche et de la composition de l'équipe. Ce nécessaire accroissement pose la question de la manière dont les acteurs individuels (chercheurs) ou institutionnels (communautés scientifiques) peuvent s'organiser pour favoriser l'apprentissage mutuel et mettre en place des dispositifs basés sur la collaboration et le partage des connaissances [PORNON 2007a]. Ces dispositifs partenariaux possèdent des dimensions qui ne se réduisent ni à la mise en oeuvre d'un logiciel, ni au développement d'un modèle conceptuel de données abouti, ni à l'existence d'une infrastructure de données spatiales performante [COSTA 2000].

Ce sont ces aspects plus informels, que nous avons déjà souligné dans les chapitres précédents, dont le traitement est généralement absent dans les projets scientifiques, qui apparaissent comme primordiaux pour la réussite d'un projet d'informatisation : il doit exister dans certains de ces partenariats des dispositifs d'animation dont le but est plutôt de rapprocher les acteurs, de favoriser la mise en commun de bonnes pratiques et le partage d'expérience, voire de faire collaborer certains acteurs à la réalisation d'un dispositif (nomenclature unifiée, cahier des charges commun, coproduction de données, mise en place d'une chronologie unifiée, développement d'un thésaurus descriptif...). Ces dispositifs sont ce que les sociologues nomment des communautés de pratiques [PORNON 2007b].

6.6 - VILLAJOYOSA, LA MALLADETA (ESPAGNE)

Résumé : Depuis 2005, le travail a porté sur la fouille du site de la Malladeta (Ajuntament de Villajoyosa, Deputacion de Alicante, Espagne), où différents ensembles architecturaux ont été dégagés. Un ensemble de couches de données géographiques dédiées ont été réalisées. Elles permettent de produire à la demande les documents planimétriques nécessaires à l'étude.

Les années 2007 et 2008 ont été l'occasion d'engager une enquête plus vaste sur la structuration générale du paysage avec comme ambition de se placer en rupture par rapport à une tendance récente qui conduit à une dissociation entre la pratique de la fouille, de plus en plus réservée à des opérations de sauvetage, et la prospection de surface, qui est présentée comme l'instrument suffisant des études de territoire, avec l'appui des ressources de la géomatique.

639

FICHE SIGNALÉTIQUE :

- **Lieux :** Villajoyosa (Espagne)
- **Echelle(s) :** Fouille archéologique (sanctuaire de la Malladeta) à l'échelle de la commune (approche archéogéographique)
- **Institutions :** Ministère des Affaires Etrangères, Casa de Vélasquez, UMR 7041 ArScAn, Maison René Ginouvès, Musée de Villajoyosa, Université d'Alicante, Musée de La Alcudia (Elche)
- **Equipe projet :** P. ROUILLARD (CNRS, UMR ArScAn, Maison René Ginouvès), A. ESPINOSA (Directeur du Musée de VillaJoyosa), J. MORATALLA (Université d'Alicante), L. COSTA (IE, CNRS, UMR ArScAn, Maison René Ginouvès), S. ROBERT (Attachée de conservation, CG95, Maître de conférence associé à l'université de la Paris 1, chercheur associé à l'UMR ArScAn), F. HORN (Céramologue, ancien membre de la Casa de Vélasquez)
- **Opérateurs principaux de la base de donnée géographique :** L. COSTA (Topographie, traitement des données, cartographies)
- **Dates de début de projet et état de développement :** 2005, en phase de développement.

6.6.1 - LE PROJET : VERS UNE BASE DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES POUR L'ANALYSE DU TERRITOIRE D'UN SANCTUAIRE IBÉRIQUE

Le site de Villajoyosa (**Fig. 144, 145**) offre pour l'archéologue de multiples terrains d'expérience. Rappelons que le village préromain se situe au centre de la ville actuelle sur la rive gauche de l'embouchure du *río Amadorio* et qu'il a été entièrement rasé, probablement au moment de la Reconquête (vers 1300). Deux nécropoles ont été mises au jour, au long des voies vers le Sud et vers l'Ouest. Le noyau de la ville romaine se situe auprès de la première agglomération.

L'intérêt du site de la *Malladeta* et plus globalement du territoire de cette commune réside dans la longue durée de son occupation. La présence de fragments de statuettes (*Pebeteros*) tant dans les remblais de construction que dans les niveaux superficiels du site nous suggère que le sanctuaire de la *Malladeta* a fonctionné dans une phase plus ancienne que la phase d'occupation récente (II^e/I^{er} s. av. J.-C.) et l'érosion de la partie sommitale ne nous permet plus de lire clairement.

En effet, la présence très abondante d'amphores, de vases ibériques caliciformes peints, l'absence

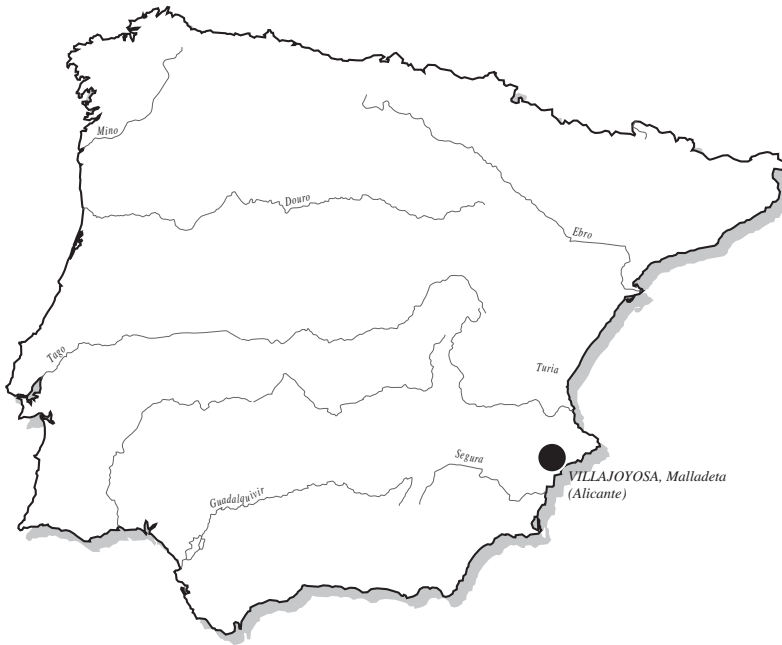


Fig. 144 - Situation du site de la Malladeta sur la commune de Villajoyosa

de restes de faune (qui peut tenir à une très grande acidité du sol) ou encore la rareté de la vaisselle de cuisine contribuent à écarter l'idée d'un habitat au sens strict du terme. L'ensemble de la Malladeta a probablement eu, d'abord, une fonction cultuelle, qui se serait maintenue aux II^e et I^{er} siècles avant notre ère.

La compréhension du rôle de ce sanctuaire et plus globalement de l'organisation de ce territoire nécessite une approche à différentes échelles et l'articulation de différentes démarches qu'autorise le développement d'un système d'information géographique.

Depuis 2005, le travail a porté sur la fouille du site de la Malladeta, où différents ensembles architecturaux ont été dégagés contenant des terres cuites, du type des brûles parfums (*pebeteros*) typiques de sites culturels ibériques. Un ensemble de couches de données dédiées ont été réalisées. Elles permettent de produire à la demande les documents planimétriques nécessaires à l'étude (Fig. 148, 149).

Les années 2007, 2008 et 2009 ont été l'occasion, en plus de la poursuite de la fouille, d'engager une enquête plus vaste sur la structuration générale du paysage dans la longue durée pour chercher les axes et les limites du territoire de l'agglomération antique (Fig. 153, 154). Un atout de cette approche, est la possibilité d'étudier un territoire homogène, dans toutes ses composantes, et pas seulement un site ou une collection de sites voisins. Ainsi, le rôle structurant des sanctuaires et des nécropoles pourra être examiné sur le territoire de Villajoyosa. Sortir de l'habitat *stricto sensu* permettra sans aucun doute d'enrichir la réflexion sur les sanctuaires de frontière.

L'idée poursuivie dans ce projet est de se placer en rupture par rapport à une tendance récente qui conduit à une dissociation entre la pratique de la fouille, de plus en plus réservée à des opérations de sauvetage et la prospection de surface, qui est présentée comme l'instrument suffisant des études de territoire, avec l'appui des ressources de la géomatique. Nous pensons au contraire, que la prospection, la fouille et le développement de la base de données doivent être menés de front et se compléter mutuellement. La constitution du système d'information reste ici un élément stratégique pour le développement cohérent et complémentaire de ces approches.



Fig. 145 - Vue aérienne du site de la Malladeta (Google Earth® 2008)

6.6.2 - DU SITE AU TERRITOIRE : DÉVELOPPEMENT D'UNE BASE DE DONNÉE GÉOGRAPHIQUE

Un point rapide sur le site de la Malladeta

La première campagne de fouille en 2005 avait permis de mettre au jour sur les pentes Ouest et Est du Cap de la *Malladeta* deux ensembles de pièces aménagées en terrasse, les murs épousant à peu près les courbes de niveau ou leur étant perpendiculaires.

Zone 1 :

La zone 1 correspond à un espace d'environ 120 m², situé sur le versant occidental du gisement à proximité de l'éperon rocheux. Un ensemble de trois pièces a été mis au jour. Elles sont limitées à l'ouest par un espace de circulation large de 1,65 m, au delà duquel, vers l'Ouest, ont été aménagées deux pièces en terrasses. La phase de construction a pu être déterminée à la charnière des II^{ème}-I^{er} siècles av. J.-C., mais les niveaux d'occupation correspondants ont disparu. Du mobilier ancien, compris entre les IV^{ème} et III^{ème} siècles apparaît de manière résiduelle tant dans les remblais de construction que dans les niveaux d'abandon. Aucune structure (sur la partie sommitale du cap) ne peut encore être mise en relation avec ce matériel ancien.

Les fragments de statuette se retrouvent dans cette zone (mais aussi dans la zone 2) indistinctement parmi le mobilier des remblais de construction et dans les niveaux superficiels, ce qui autorise à suggérer que les statuettes votives appartiendraient à la phase antérieure à l'aménagement



Fig. 146 - Vue depuis l'est du site de la Malladeta sur son promontoire rocheux (photo LC).

des pièces.

Zones 2 et 4 (Fig. 146, 147, 148, 149) :

Les campagnes de 2006 et 2007 avaient deux objectifs :

- Étude du sommet du cap, dans l'espace de la tour construite à la fin du XIX^{ème} siècle, le seul espace pouvant présenter des structures en place et une stratigraphie, le reste du sommet du cap étant très érodé.
- Poursuite de l'étude des pièces de la face orientale.

L'étude des niveaux conservés à l'intérieur de la tour de la fin du XIX^{ème} siècle (Zone 4), s'est révélée décevante. La fouille a été conduite jusqu'à la roche en place qui offre une configuration très tourmentée. Le sondage ouvert, représentant un quart de la surface de la tour (22 m²), a mis au jour des constructions du XIX^{ème} siècle. Un seul mur (MR 4013), orienté Est/Ouest, daté du I^{er} siècle av. J.-C., témoigne d'une construction sur la partie sommitale du cap. Toutefois, un décapage de surface très fin a permis de reconnaître au Sud-Est de la tour des restes des implantations de murs, les seuls restes des constructions sommitales dont l'importance nous est toujours rappelée par l'abondance du matériel, adobe et céramiques, trouvé sur les pentes.

La fouille de la pente orientale (Zone 2) a été beaucoup plus riche d'enseignements. En effet ont été dégagées au Nord de la pièce mise au jour en 2005 deux nouvelles pièces, orientées,



Fig. 147 - Zone 2 : vue des pièces accolées à la colline (photo LC)

comme celle de 2005, Est/Ouest ; toutes ont une surface entre 10 et 13 m². Ces pièces sont fermées à l'Est par un mur (2101) de plus faible puissance (42-44 cm) que celui de la première pièce (56-58 cm). Les murs Est/Ouest bien ancrés dans le mur 2101 s'interrompent sans clore - au moins jusqu'au niveau fouillé- l'espace intérieur. La fouille ne s'est pas prolongée au Nord du mur 2104.

À l'Ouest, c'est à dire vers le sommet du cap, a été mise au jour la construction la plus ambitieuse, une plateforme (MR 2100), dont la largeur aujourd'hui visible est de un mètre ; cette plateforme, dégagée sur 3,90 m, bien dallée, est limitée vers l'Ouest par un alignement de gros blocs dont l'histoire et la fonction devront être éclaircies. La plateforme est soutenue par un mur, présentant un léger fruit, dont la hauteur totale est de 1,50 mètre ; au pied, sous un amoncellement d'adobe qui témoigne de l'existence d'une construction sur le sommet du cap un sol sommairement aménagé a été mis au jour .

La pente ouest aménagée en terrasse semble donc avoir été dominée par une construction - pour partie au moins- en adobe. L'essentiel du matériel mis au jour date des II^{ème}/I^{er}, mais des fragments attiques, du IV^{ème} siècle av. J.-C., ont été reconnus, seulement sur la partie sommitale du site.

Le niveau supérieur (US 2000) a offert un matériel abondant constitué d'amphores ibériques, puniques (d'Ibiza et d'Andalousie), romaines (Dressel 1b), de céramique campanienne A et B (formes Lamboglia 5, 6, 8b, 36 surtout) dont la datation finale se situe au I^{er} siècle av. J.-C. Les autres US (2050, 2051, 2052, 2053) n'offrent pas un panorama vraiment différent.

Remblais et niveaux superficiels ont livré une vingtaine de brûles parfums fragmentaires. On notera la très grande variété des types attestés, tous étant régionaux : trois types sont

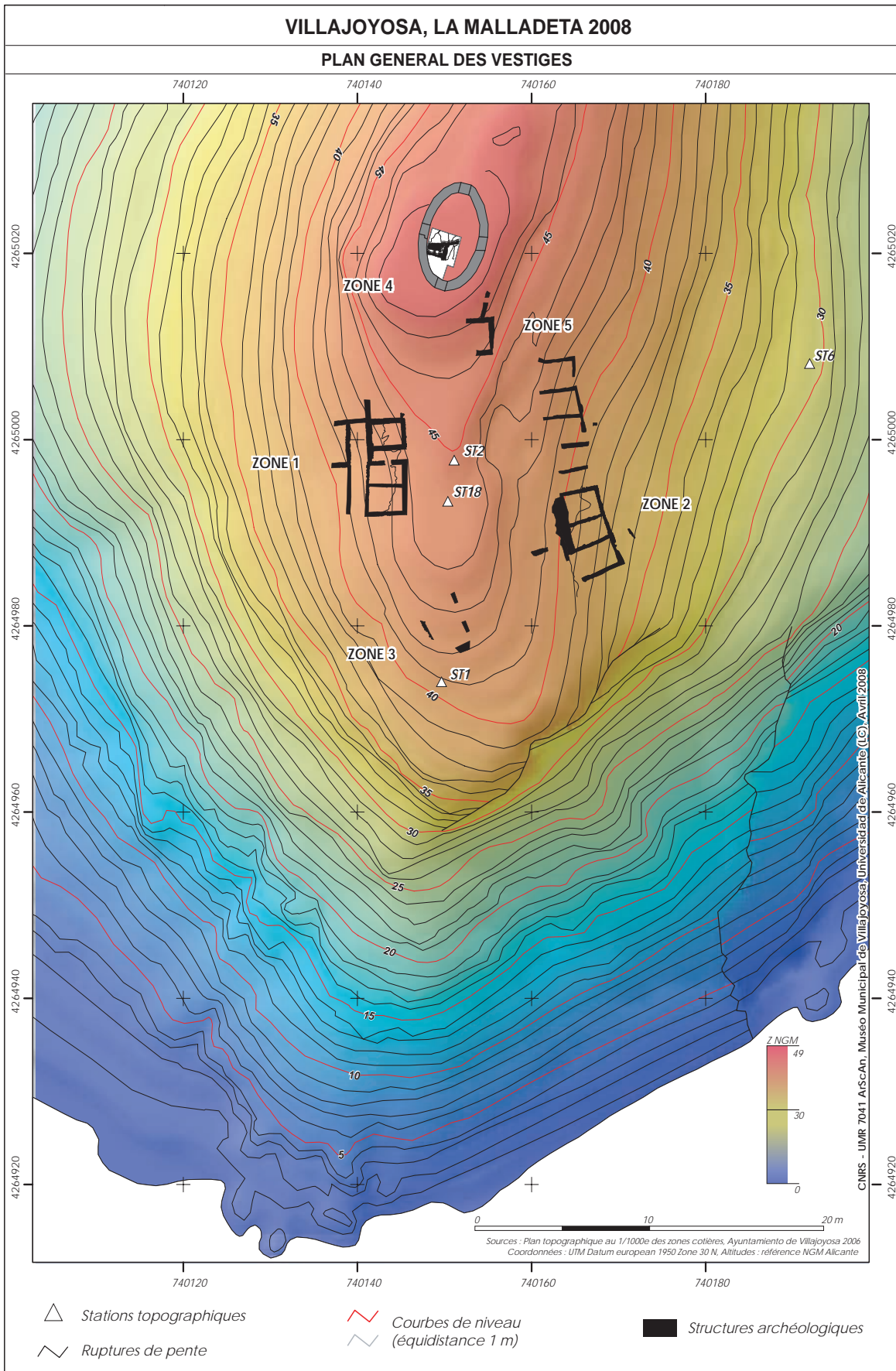


Fig. 148 - Vue générale de la répartition des structures sur la butte.

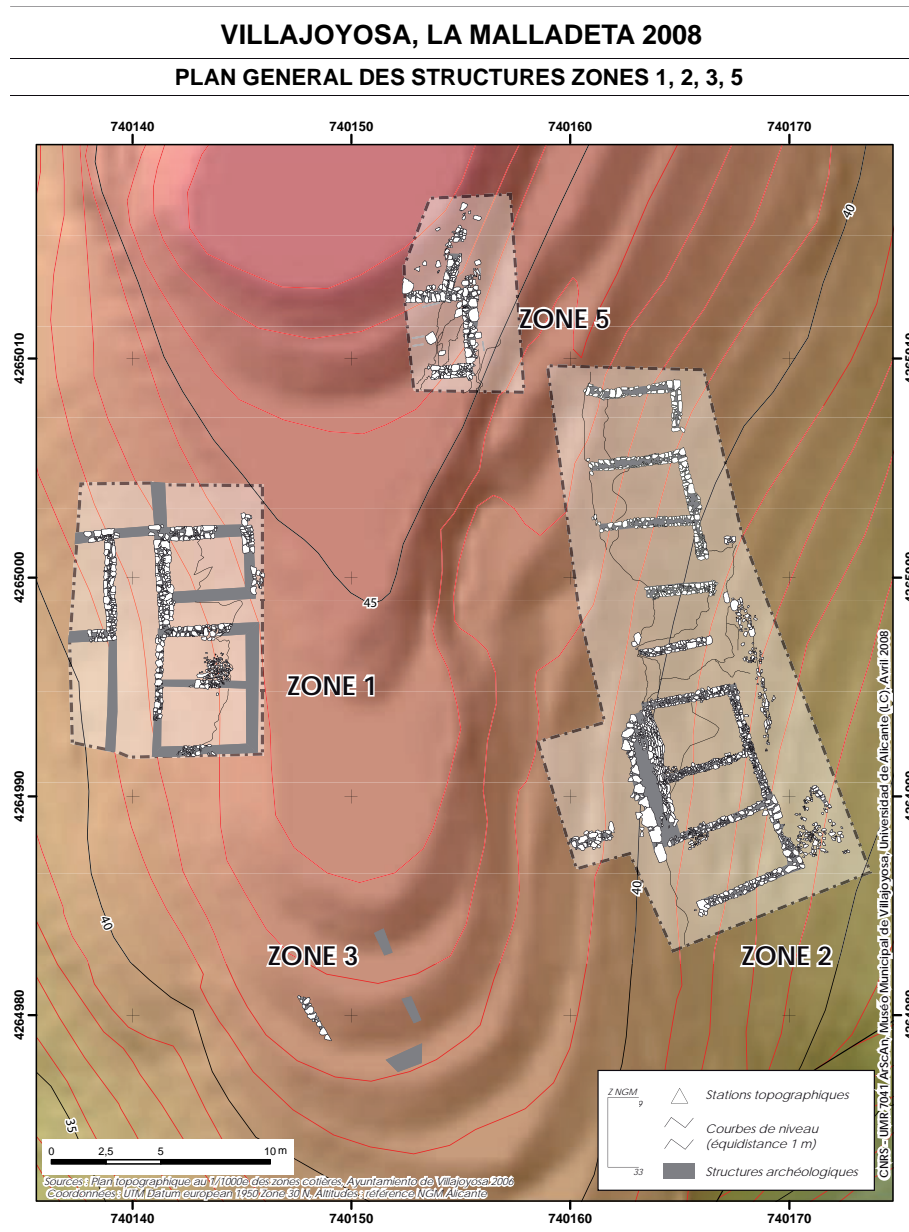


Fig. 149 - Les zones d'intervention 1, 2, 3 et 5.

particulièrement présents, ceux caractéristiques des ateliers de *La Albuferreta* (Alicante), *Guardamar del Segura* (Alicante) et *El Tossal de la Cala* (Benidorm-Alicante), tous distants de cinquante km au maximum.

6.6.3 - LA BASE DE DONNÉES DE LA MALLADETA

Destinée à la gestion en planimétrie des données archéologiques la base de données de la *Malladeta* est constituée de couches de données raster et vecteur qui permettent d'intégrer au fur et à mesure du déroulement des campagnes les données issues des travaux de terrain et de restituer différents supports de travail. Actuellement la base est composée de deux ensembles

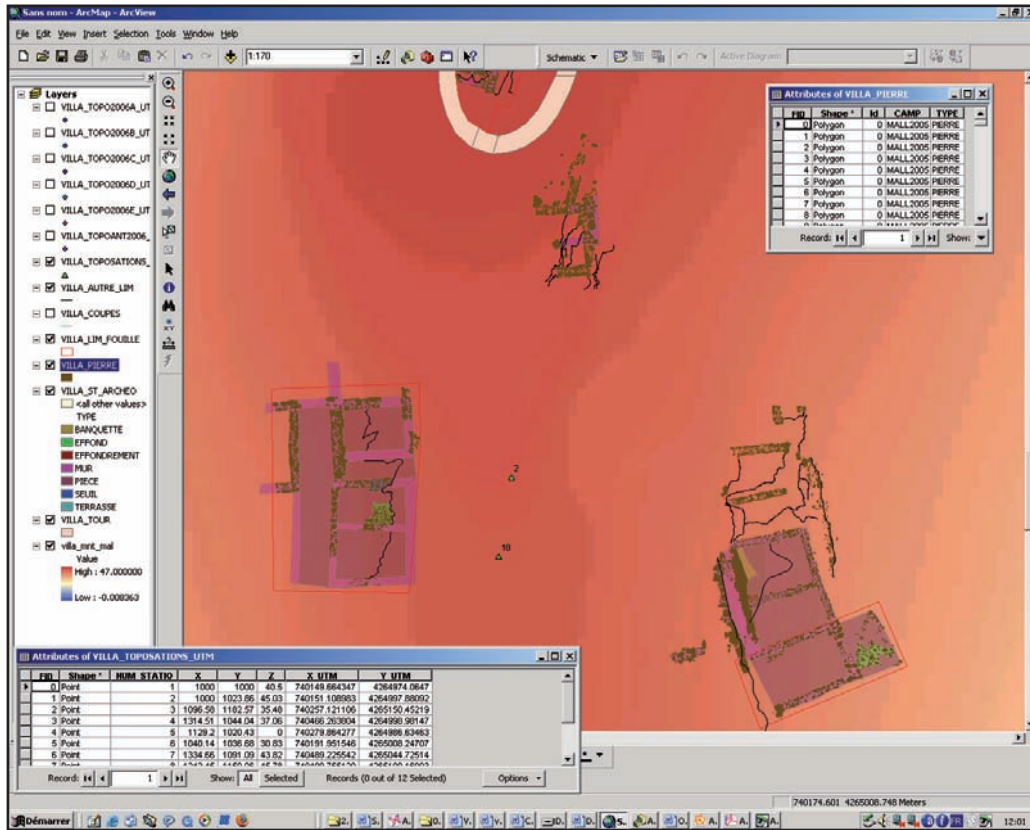


Fig. 150 - Photo d'écran de la base de données de fouille.

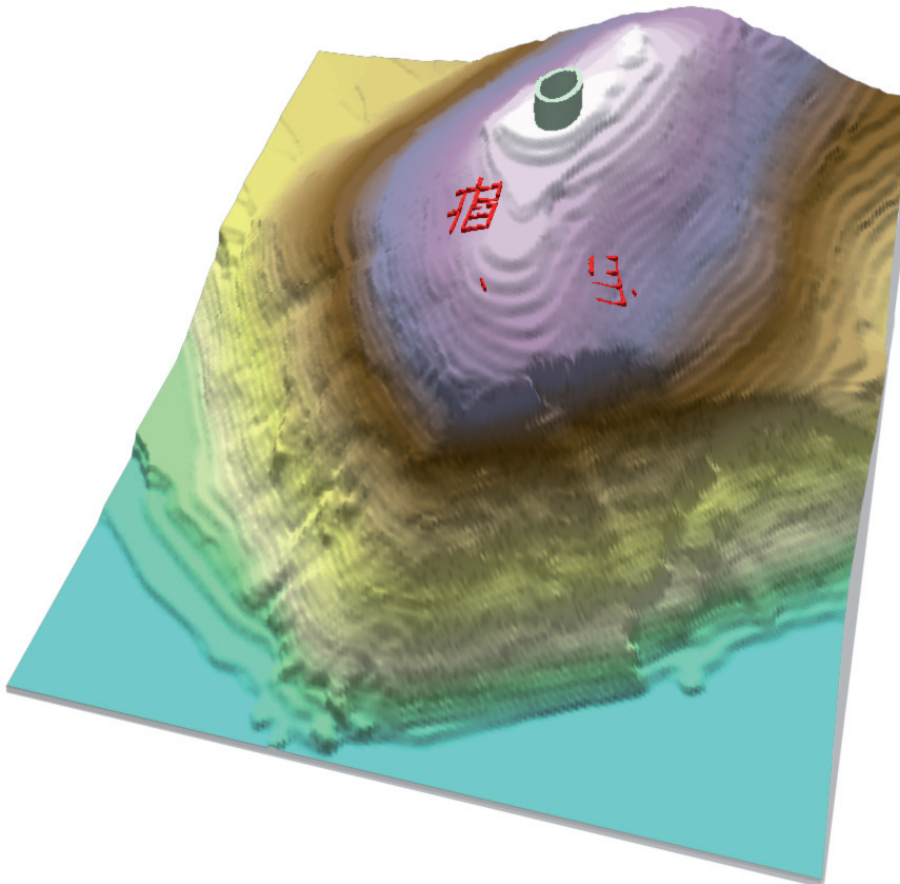


Fig. 151 - L'utilisation des fonctionnalités de visualisation 3D permet de mieux percevoir l'organisation des vestiges (état 2007).

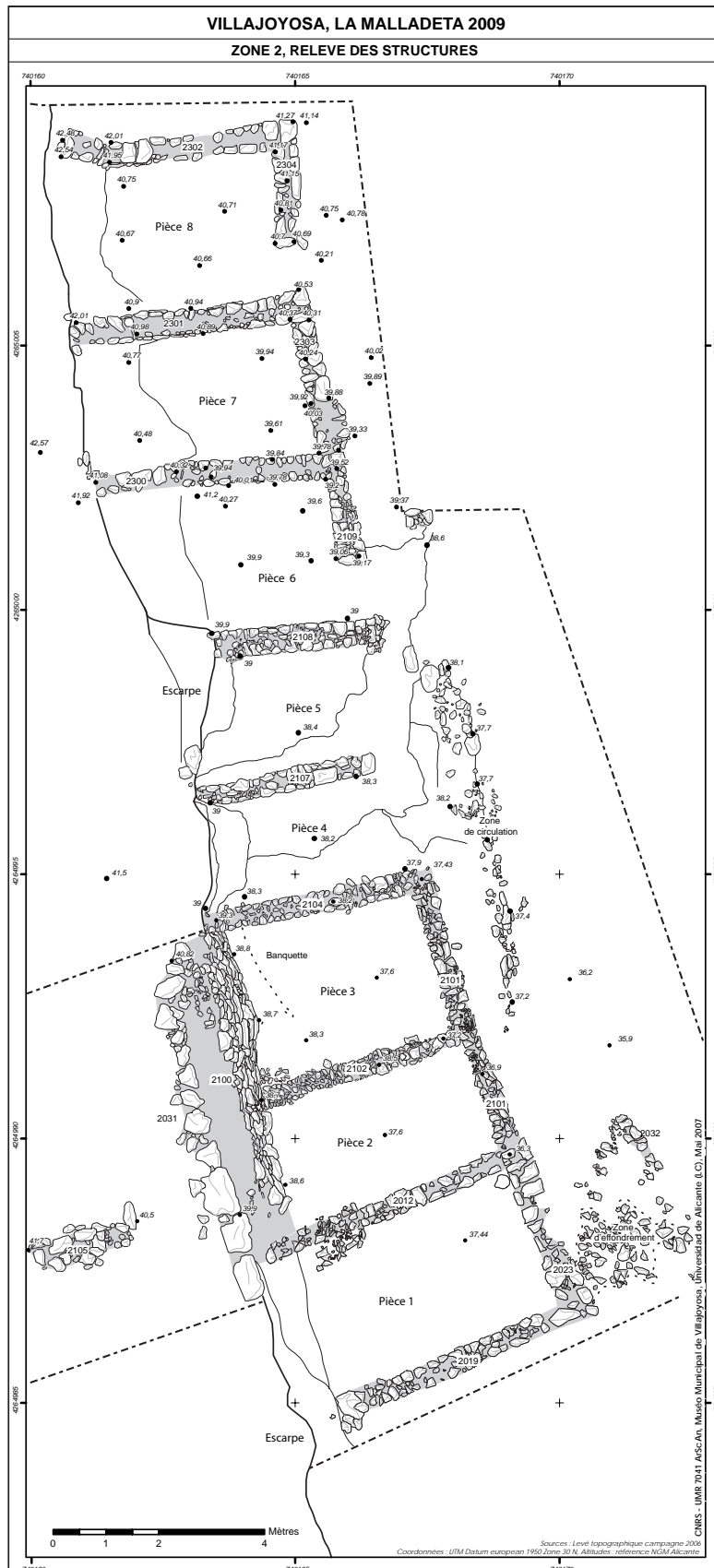


Fig. 152 - Planimétrie générale des structures de la zone 2.

de données :

- Le premier composé de couches sur l'environnement topographique au 1/100 des zones de fouilles. Des données, telles que l'orographie précise, les stations topographiques et les différents éléments (bâtiments, réseau hydrologique...) permettant de restituer le contexte général des travaux y sont intégrés (**Fig. 148, 149**).
- Le second composé des couches archéologiques. On y trouve différents niveaux : les données topographiques servant de base au géoréférencement des différents relevés (coupes et plans) et à la vectorisation des artefacts (structures élémentaires, par exemples le pierre à pierre) qui composent les entités archéologiques (structures composées : murs, pièces...) et les limites techniques liées aux interventions (limites de fouilles, limites de sondage...etc.) (**Fig. 150, 152**)

Actuellement la base de données n'a pas fait l'objet d'une structuration avancée mais s'est construite de manière pragmatique au fur et à mesure de l'avancée des travaux de collecte. L'ensemble est donc structuré en couches de données (*shape*) indépendantes les unes des autres qui possèdent comme lien la même référence géographique (système de projection UTM Nord zone 40). Ces couches sont structurées sur la base des points topographiques levés durant les différentes campagnes de terrain. L'intégralité des données calibrées selon ces informations est donc un ensemble qui, du point de vue de la structure, est extrêmement simple mais dont la topologie est l'élément de cohérence. Cette organisation permet ensuite une gestion plus souple du *corpus* de données et une adaptabilité importante face aux aléas du terrain. Parallèlement à cette base de données liée à l'échelle du site nous avons développé un second ensemble de données à une échelle plus large (**Fig. 153**).

6.6.4 - LA BASE DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES ET L'APPROCHE ARCHÉOGÉOGRAPHIQUE (*d'après S. Robert, L. Costa*)

Le développement de la base de données (*L. Costa*)

L'analyse du parcellaire et le relevé des trames ont été réalisés à partir des plans numériques de l'*Ayuntamiento* de Villajoyosa au 1/1 000 pour la zone urbanisée et du 1/5 000 pour la zone non urbanisée.

Les documents originaux fournis sous la forme de fichiers dessin (*dwg* Autocad®) ont fait l'objet de traitements qui ont permis de dégager des couches d'information (routes, parcelles, constructions, courbes isolignes...) qui ont été informées pour constituer le noyau du système d'information de Villajoyosa :

- les données de référence géographique proviennent généralement de partenaires ou d'institutions locales (ajuntament, ministères...) et sont considérées, une fois acquises et intégrées, comme stables. Ici ce sont essentiellement les documents fournis par l'*Ayuntamiento* de Villajoyosa au 1/1 000 et au 1/5 000 qui ont fait l'objet d'une intégration dans le système d'information, complétés de photographies aériennes. Dans cet ensemble, dont l'objet principal est de servir de socle de référence pour toute opération

de géolocalisation, nous avons porté notre attention plus spécifiquement sur certains thèmes pour y effectuer des traitements plus avancés : l'orographie et le parcellaire foncier. L'orographie, une fois dégagée et restructurée, a pu être modélisée pour obtenir un modèle numérique de terrain permettant de restituer en pseudo 3D les formes du relief. Le parcellaire foncier a quant à lui fait l'objet d'un traitement afin de dégager les orientations dominantes et d'éventuels systèmes parcellaires cohérents (**Fig. 153**) ;

- Les données de référence historique sont des données plus spécialisées. Elles sont le produit des travaux des archéologues et des historiens et composent le corps véritable d'informations historiques du projet. Sur ce point deux grands sous-ensembles ont été dégagés : les données cartographiques et les données archéologiques. Le premier sous-ensemble (les données cartographiques) est composé de toutes les cartes anciennes que nous avons pu identifier (essentiellement des cartes du XIX^e siècle). Il nous permet de disposer d'une série de couches de données en raster et en vecteur nous offrant des images du paysage de Villajoyosa avant son urbanisation actuelle. Par ailleurs, on a développé une couche de données sur les réseaux de voies reprenant les tracés anciens dans leurs formes et leurs toponymies tels que suggérés par la cartographie anciennes.

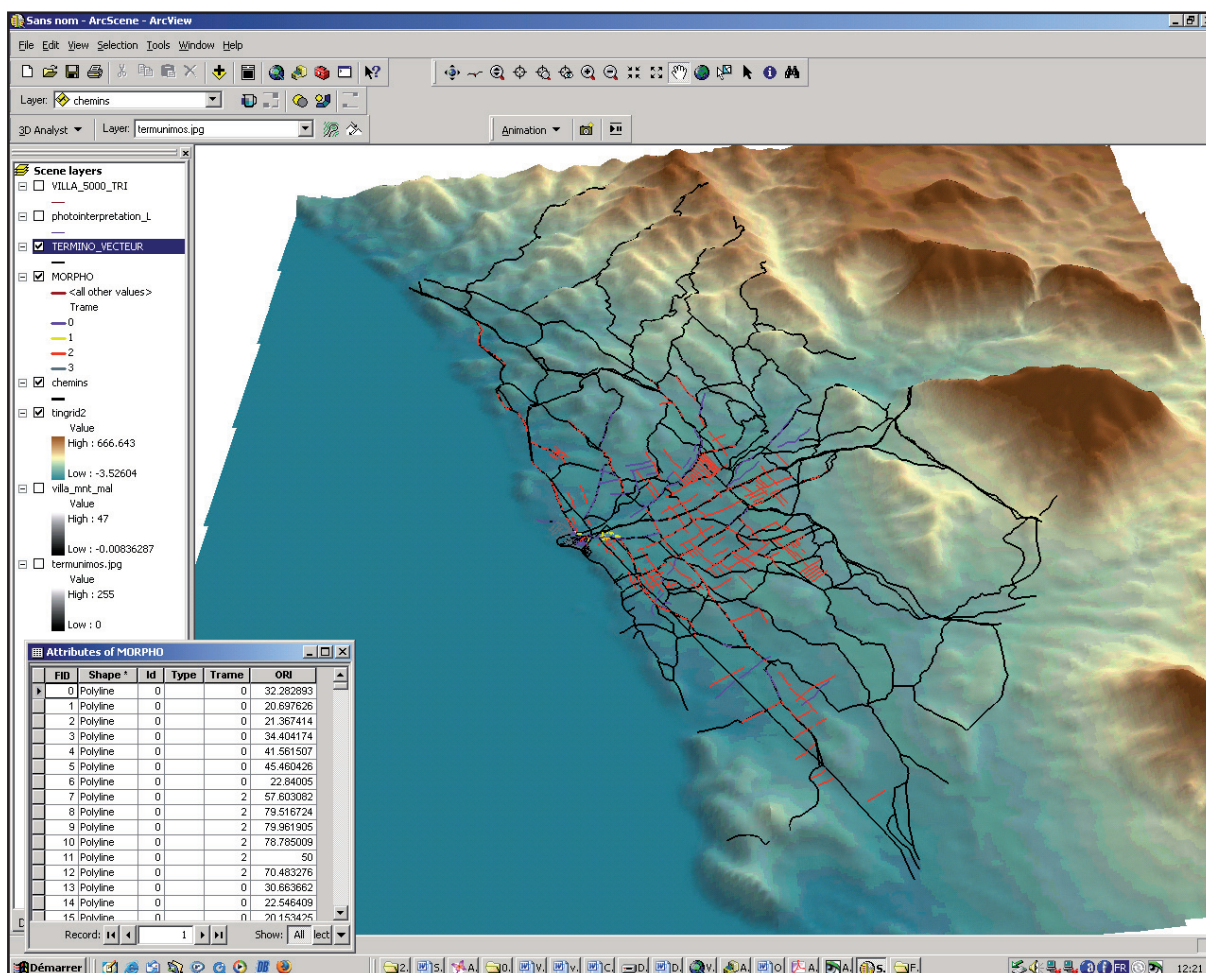


Fig. 153 - Photo d'écran de la base à l'échelle territoriale. La possibilité de compiler l'information et de multiplier les points de vue permet de développer des approches inédites. Sur le fond du modèle numérique de terrain apparaissent en noir les chemins anciens et les différentes trames parcellaires dégagées par l'analyse automatisée sur les parcelles.

Enfin, l'intégralité des plans des chantiers de fouilles archéologiques préventives menées par le service archéologique municipal depuis ces dix dernières années a été intégré, soit au total 19 chantiers allant des périodes ibériques aux périodes modernes (**Fig. 157**).

L'analyse et la compilation de ces différentes informations permettent d'ores et déjà de dégager plusieurs trames relativement cohérentes sur ce territoire.

L'analyse archéogéographique (d'après S. Robert)

Une trame relativement cohérente (trame nord-ouest/sud-est 70 gr N UTM, rouge sur la fig. 105, trame 2) est apparue sous l'urbanisation contemporaine et se prolonge dans le parcellaire rural sur une grande partie du territoire de la commune. Elle occupe la plaine jusqu'au pied de la *Sierra Orxeta* mais elle est particulièrement dense sur le plateau délimité par le *Rio Amadorio* et le *Rio Torres* où elle se lit à la fois dans la partie urbanisée et le parcellaire rural. Elle a été relevée, pour l'instant, sur une longueur de huit kilomètres environ et une largeur de trois kilomètres. Elle est rythmée par des axes nord-ouest et sud-est qui se croisent de manière plus ou moins orthogonale (**Fig. 154, 155**).

Une autre trame beaucoup plus limitée que la précédente et orientée sud-est/nord-ouest à 60 gr N UTM (vert, trame 03 dans la figure 107), est présente sur 700 m par 300 m environ, sur la rive droite du *Rio Amadorio* au *Poble Nou* et sur la rive gauche au sud de la ville médiévale (**Fig. 154, 156**).

A un autre niveau, les chemins anciens ont été restitués par comparaison entre les plans au 1/5000, 1/1000 de la commune et le plan du *Termino de Villajoyosa* de la fin du XIX^e siècle qui les représentent. L'analyse du parcellaire a permis de dégager également certains tronçons disparus aujourd'hui mais fossilisés dans les limites de parcelles.

L'analyse de ces chemins laisse ressortir plusieurs points de passage anciens sur les rivières (**Fig. 154, 155**) :

- le *Puente Viejo* sur le *Rio Torres*, il est représenté le plan du *Termino de Villajoyosa* de la fin du XIX^e siècle,
- un passage à gué aurait préexisté au pont actuel de la ville (Information Antonio Espinosa Ruiz). Il était situé en aval de celui-ci à l'emplacement de l'actuel petit pont en ciment aménagé dans le lit de la rivière. Son emplacement est corroboré par la convergence des voies anciennes mises en évidence.
- un passage existait vraisemblablement sur le *Rio Amadorio* à la hauteur de la *Ermita*, au passage du *Camino Viejo de Alicante*,
- un autre passage sur le *Rio Amadorio* a pu exister à la hauteur de l'axe du *Traversia del Secanet*, le plan du *Termino de Villajoyosa* de la fin du XIX^e siècle indique d'ailleurs à cet emplacement que le *Camino de la Fuente de Uria* qui traverse la rivière.

Par ailleurs, le plan du *Termino de Villajoyosa* de la fin du XIX^e siècle indique plusieurs chemins qui traversent les rios *Amaderos* et *Torres* laissant supposer la présence de nombreux points de passage sur ces rivières.

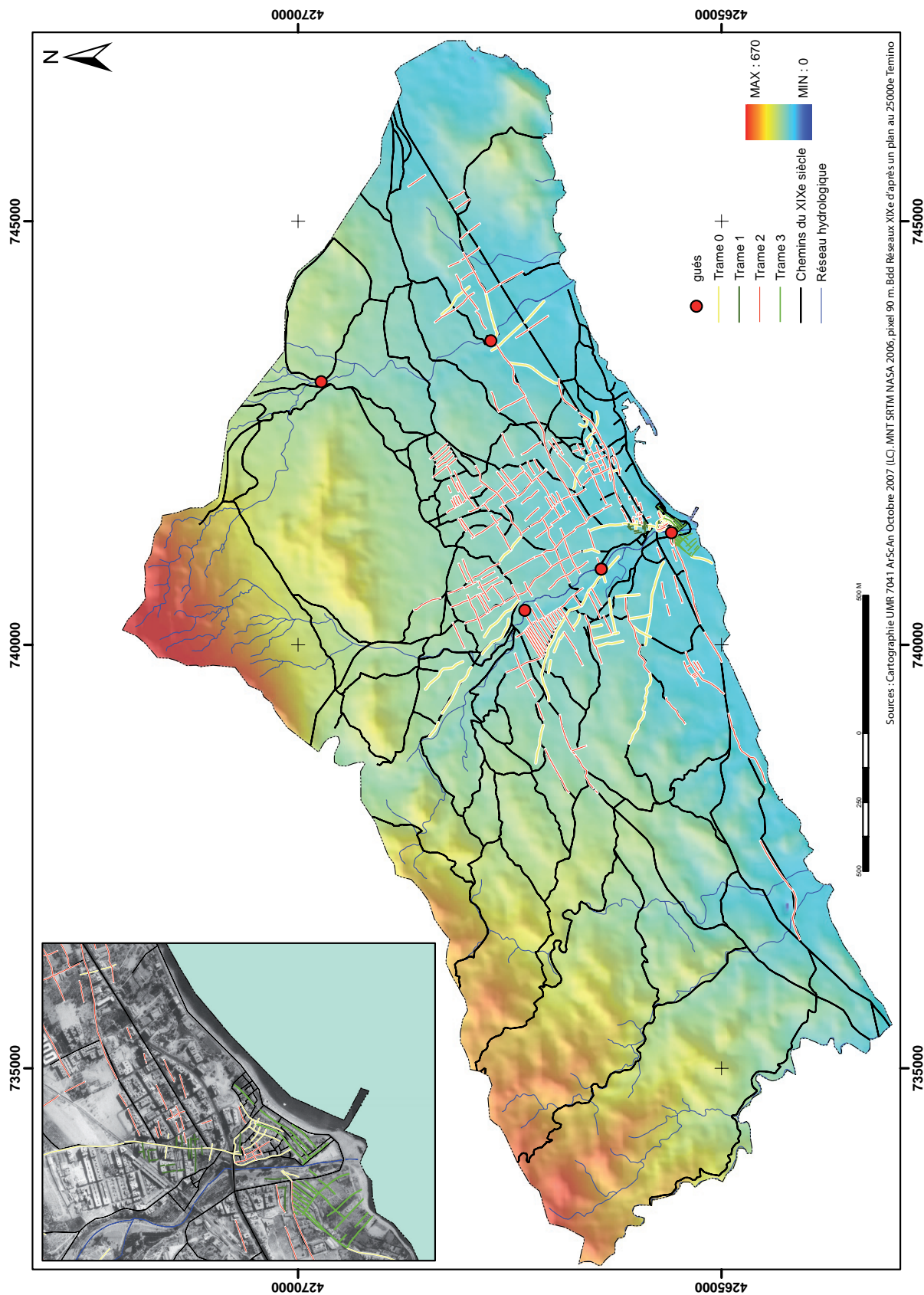


Fig. 154 - Les différentes trames relevées dans le foncier

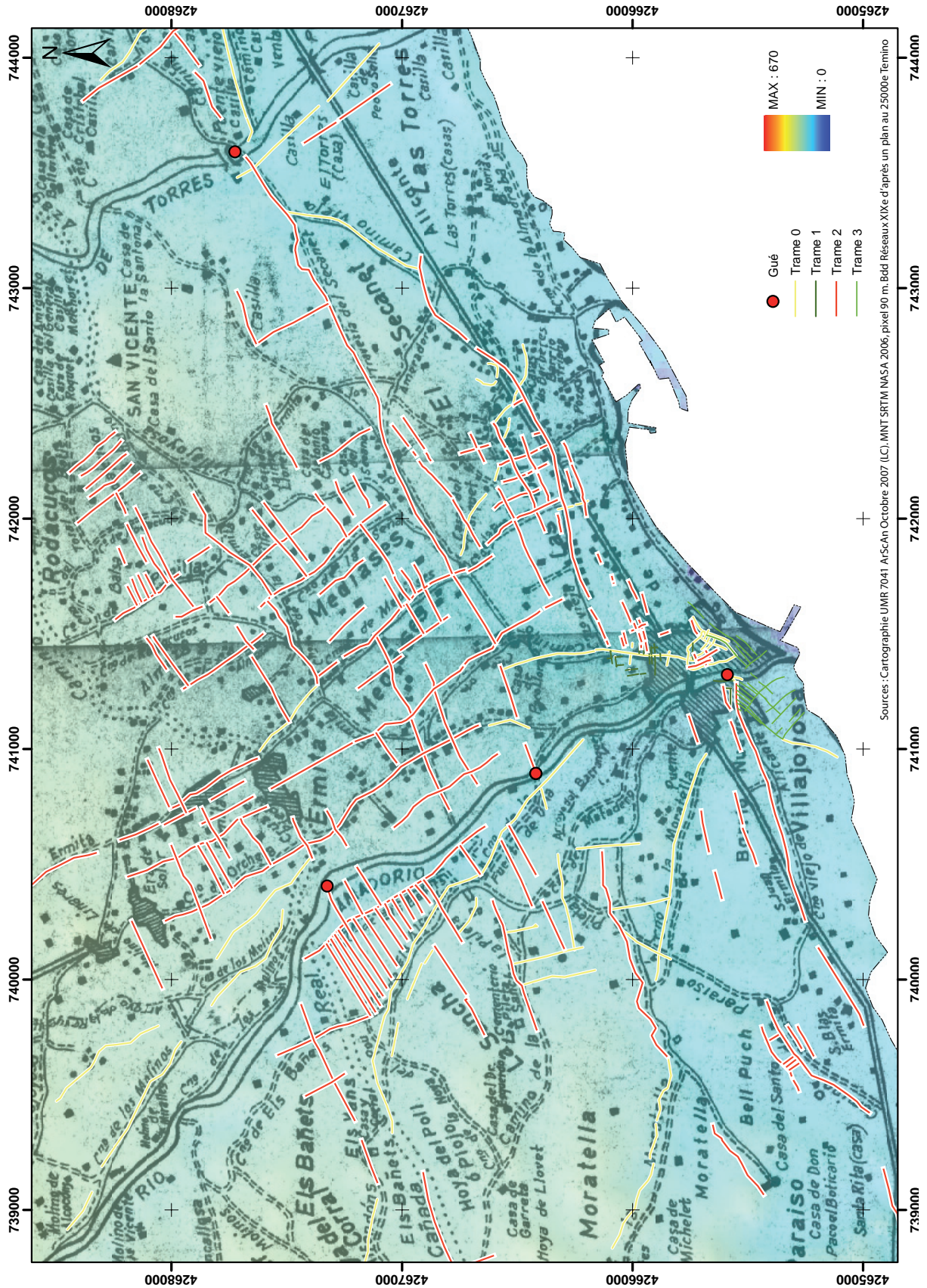


Fig. 155 - Le réseau rouge superposé au plan du Termino de Villajoyosa de la fin du XIX^e siècle.

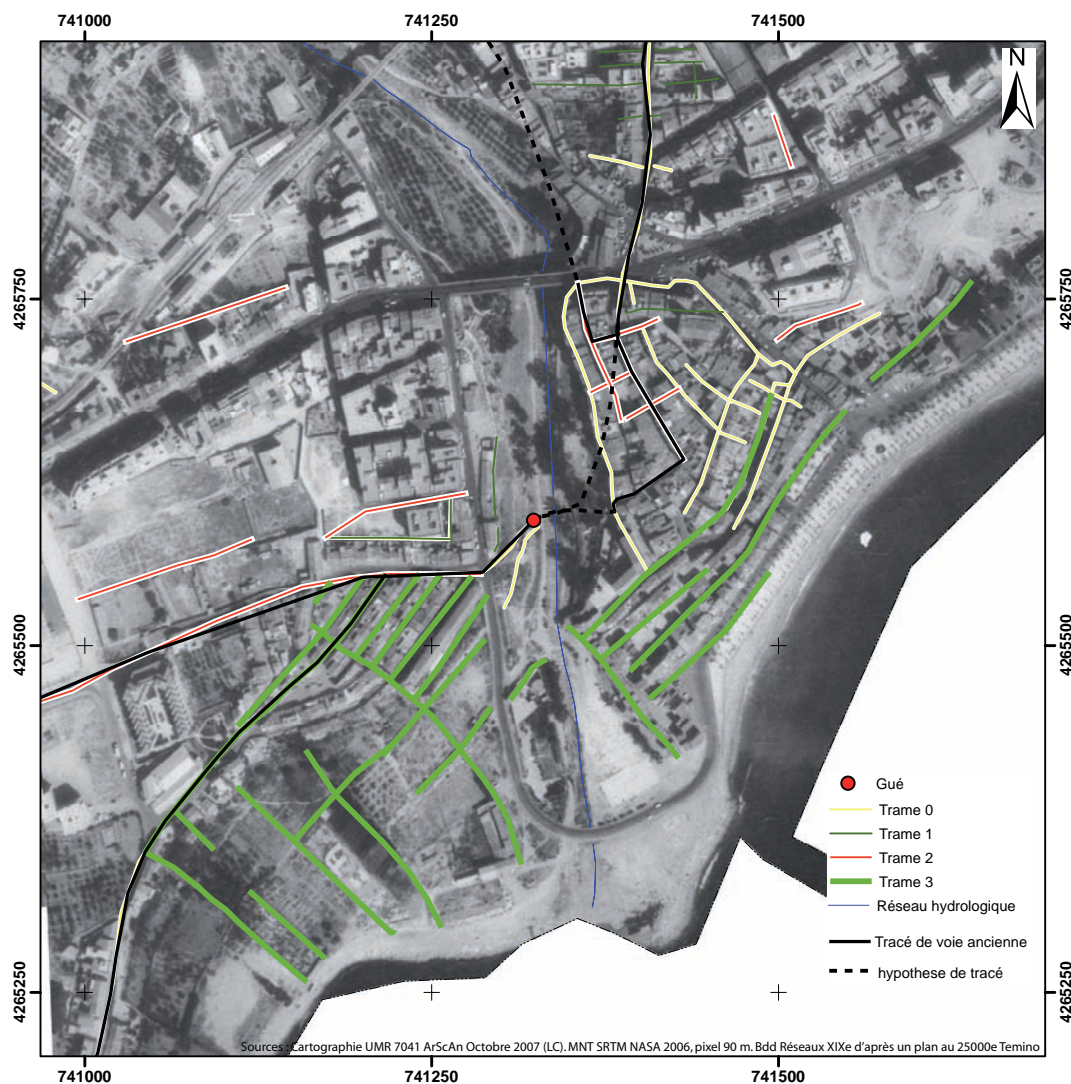


Fig. 156 - Zoom sur trame verte .

6.6.5 - LES PERSPECTIVES DE TRAVAIL

Cette étape du travail a permis de collecter un *corpus* abondant de documents qui ouvrent une série de pistes d'analyses qui n'ont été qu'effleurées à ce jour à la fois sur le site de la *Malladeta* et sur le territoire de Villajoyosa.

L'enrichissement des couches de données qui existent est une priorité pour les campagnes à venir. La campagne 2009 a été l'occasion d'achever la phase de terrain sur le site de la *Malladeta* et de compléter la planimétrie existante. Une fois les études complémentaires terminées, notamment céramique, l'information pourra être intégrée aux différentes couches de données pour ouvrir sur une phase d'exploitation approfondie.

Au niveau de la base de données géographiques, l'intégration de datations plus précises dans les couches de données des structures archéologiques, la poursuite de l'analyse du parcellaire par des tri systématiques et la poursuite de l'analyse de la documentation (notamment les photographies aériennes) permettront sans aucun doute d'approfondir les premières pistes de réflexion et de dégager de grands éléments de cohérence qui compilées aux travaux du site de la *Malladeta* permettront de mieux cerner la dynamique de ce territoire sur la longue durée. Cette

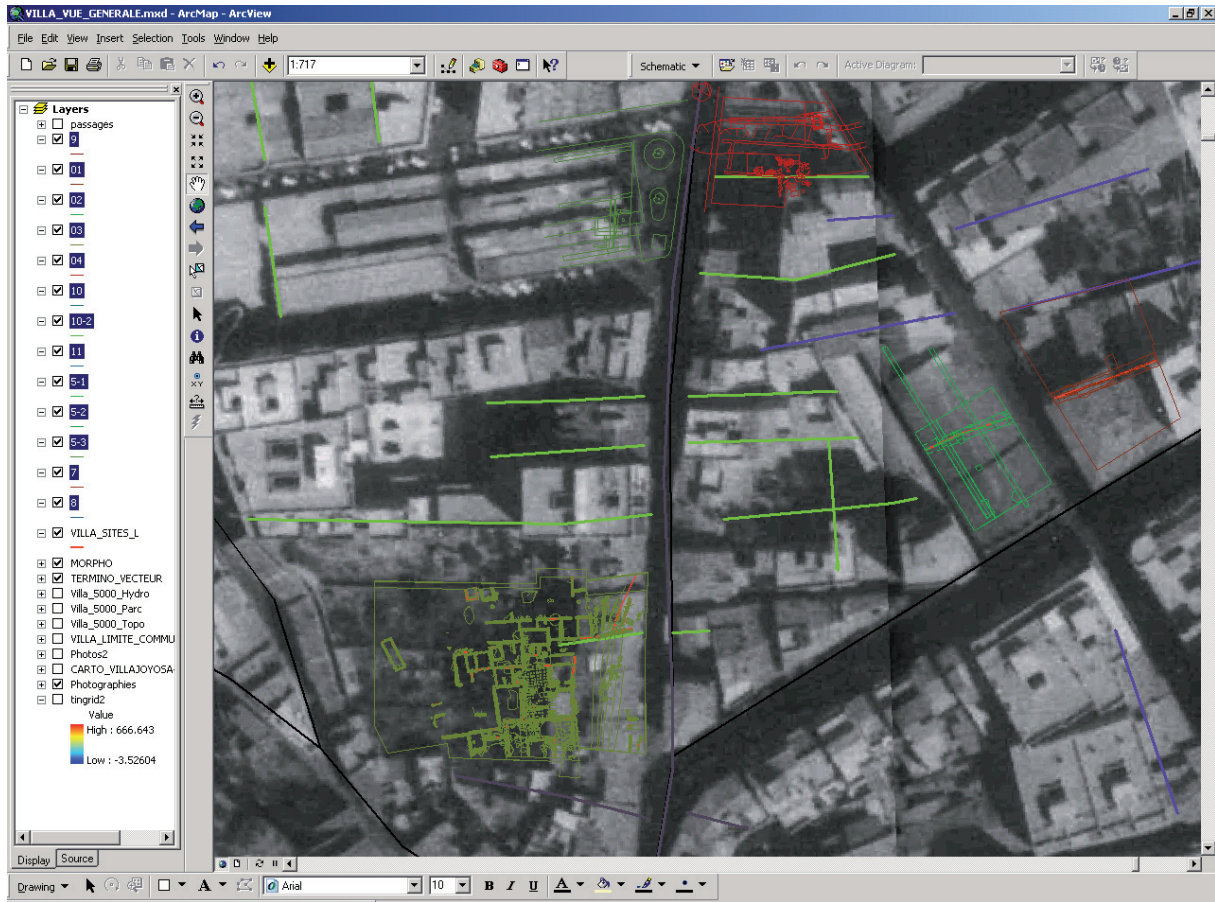


Fig. 157 - Photo d'écran de la base de données géographiques. Ici on peut apercevoir sur un fond photographique (photographie IGN 1952) les trames parcellaires ainsi que les plans de fouille actuellement en cours d'intégration.

information sera utilement complétée par l'intégration de tous les plans de fouille phasés du service municipal d'archéologie de Villajoyosa (**Fig. 157**).

D'ores et déjà, des éléments de datation des organisations parcellaires sont recherchés à partir de deux approches :

- Une analyse sur les éventuelles périodicités rythmant le découpage parcellaire qui pourrait indiquer la présence d'une planification et associer les modules utilisés à une période particulière. Cette phase nécessite le développement de traitements spécifiques qui n'existent pas encore dans les logiciels SIG classiques ou encore l'utilisation d'applications spécialisées tel que APER-ADIR, développé par le Laboratoire d'Optique de l'Université de Besançon [CHARRAUT, FAVORY 1994]. Ce type d'analyse pourrait permettre de mettre en évidence des mesures romaines ou ibériques comme celles étudiés près de Valencia par R. GONZALEZ VILLAESCUSA [GONZALEZ VILLAESCUSA 2002].
- Un approfondissement de l'analyse de l'articulation des sites archéologiques avec les réseaux qui pourrait indiquer des évidences de connexion ou des parentés d'orientation entre les structures archéologiques, voire proposer des éléments de datation directe pour certains axes relevés.

Par ailleurs et au delà des résultats scientifiques que l'on peut légitimement en attendre, le

développement de ce système et les collaborations suscitées posent aussi la question de sa pérennité dans le temps au delà du fonctionnement du projet. L'existence d'un service archéologique communal permet déjà d'envisager un transfert de l'intégralité des bases. La logique de ce transfert n'est alors pas seulement technique, car il ne s'agit pas uniquement de transférer une série de couches de données, mais bien d'effectuer un exercice de passation de compétences afin que les données, mais aussi leur structuration, puissent être intégrées dans l'organisme d'accueil.

Dans la collaboration qui a été engagée avec les acteurs locaux de la recherche et à leur demande, le projet SIGVillajoyosa est une occasion concrète de tester différentes manières de portage d'un système d'information. S'il est toujours possible de fournir des données ou des productions (rapports, cartographies...), la transmission d'éléments moins matériels tels que les connaissances et les expertises que peuvent effectuer les équipes de recherche auprès des acteurs civils et aux acteurs locaux est ouverte.

Ici, le projet développé pour et par des archéologues a vocation, une fois la phase de la publication franchie, à être livré aux autorités locales qui seules possèdent le potentiel humain pour maintenir, s'ils le souhaitent, une information constituée dans le cadre d'un projet de recherche qui par essence est limité dans le temps. Au delà de l'intérêt que pourra lui porter le service archéologique municipal, pour véritablement pérenniser le travail réalisé, c'est l'*Ajuntament* de Villajoyosa qui aura à prendre en charge ce système d'information pour l'intégrer à sa politique d'aménagement du territoire, si elle l'estime utile.

6.7 - ITANOS

Résumé : La mission de prospection archéologique menée à Itanos est un projet scientifique interdisciplinaire, dont l'objectif principal est de retracer l'occupation humaine dans la péninsule extrême-orientale de la Crète autour des ruines antiques d'Erimoupoli (commune de Palaikastro).

Fruit d'une collaboration internationale, la prospection d'Itanos vise à développer entre les différentes institutions associées un partenariat qui favorise les transferts de savoir et la formation des jeunes chercheurs dans le domaine de l'histoire, de la géophysique et de l'informatique appliquée à l'archéologie. Une attention toute particulière a été portée sur le développement d'un ensemble d'outils destinés à favoriser le travail commun d'une équipe dispersée aux quatre coins de l'Europe. Cette approche permet de reposer la question du travail collaboratif en archéologie et celle des interfaces et de leur adoption par une équipe de chercheur.

657

FICHE SIGNALÉTIQUE :

- **Lieux :** Itanos, Crète (Grèce),
- **Echelle(s) :** Analyse territoriale de peuplement, de l'échelle du site à celle de la micro-région,
- **Institutions :** UMR 7041 ArScAn - Monde Grec - monde grec Archaique, Ecole Française de d'Athènes, Université de Rethymno,
- **Responsable(s) de projet :** A. SCHNAPP (Responsable de projet), A. DUPLOUY (Co-responsable de projet), F. EYRAUD (Développement de la base de données SQL), L. COSTA (Développement des bases de données géographiques), A. SARRIS (Mise en ligne des bases de données géographiques),
- **Opérateurs principaux de la base de données géographiques :** L. COSTA (Traitement des données, cartographies),
- **Dates de début de projet et état de développement :** 1994, achevé pour les phases de terrain, encours pour les aspects d'analyse.

PIÈCES ANNEXES

- Atlas de la prospection

6.7.1 - LE PROGRAMME ITANOS¹

La prospection d'Itanos fait partie du programme de recherches archéologiques mené à Itanos depuis 1994 sous l'égide scientifique de l'École française d'Athènes et de l'Institut d'Études Méditerranéennes de Rethymno, en collaboration avec la XXIV^e Éphorie des antiquités préhistoriques et classiques (Agios Nikolaos)².

Nous ne nous attarderons pas ici sur l'ensemble de la chaîne opératoire ayant présidé à l'inventaire des vestiges archéologiques de la péninsule d'Itanos. Chaque prospection archéologique est différente tant par les conditions naturelles du terrain, que par les objectifs poursuivis. En l'occurrence, l'objectif principal de la prospection d'Itanos était de retracer l'occupation humaine d'Itanos à travers les âges. Il s'agissait tout d'abord d'inscrire l'histoire de la cité grecque du I^{er} millénaire avant J.-C. dans son cadre territorial. Les recherches menées dans la *chôra* d'Itanos ont également mis en évidence une occupation humaine depuis le Néolithique

1 - Les présentes pages reprennent les éléments des rapports de mission et articles réalisés depuis 2000, notamment de l'article publié dans le colloque « *Webmapping dans les sciences historiques et archéologiques* » [COSTA et al. 2008].

2 - Pour une description complète du programme, voir A. DUPLOUY, A. SCHNAPP, A. SCHNAPP-GOURBEILLON, Chr. TSIGONAKI et D. VIVIERS, « *Recherches archéologiques à Itanos (Crète orientale)* », RA (2008), sous presse.

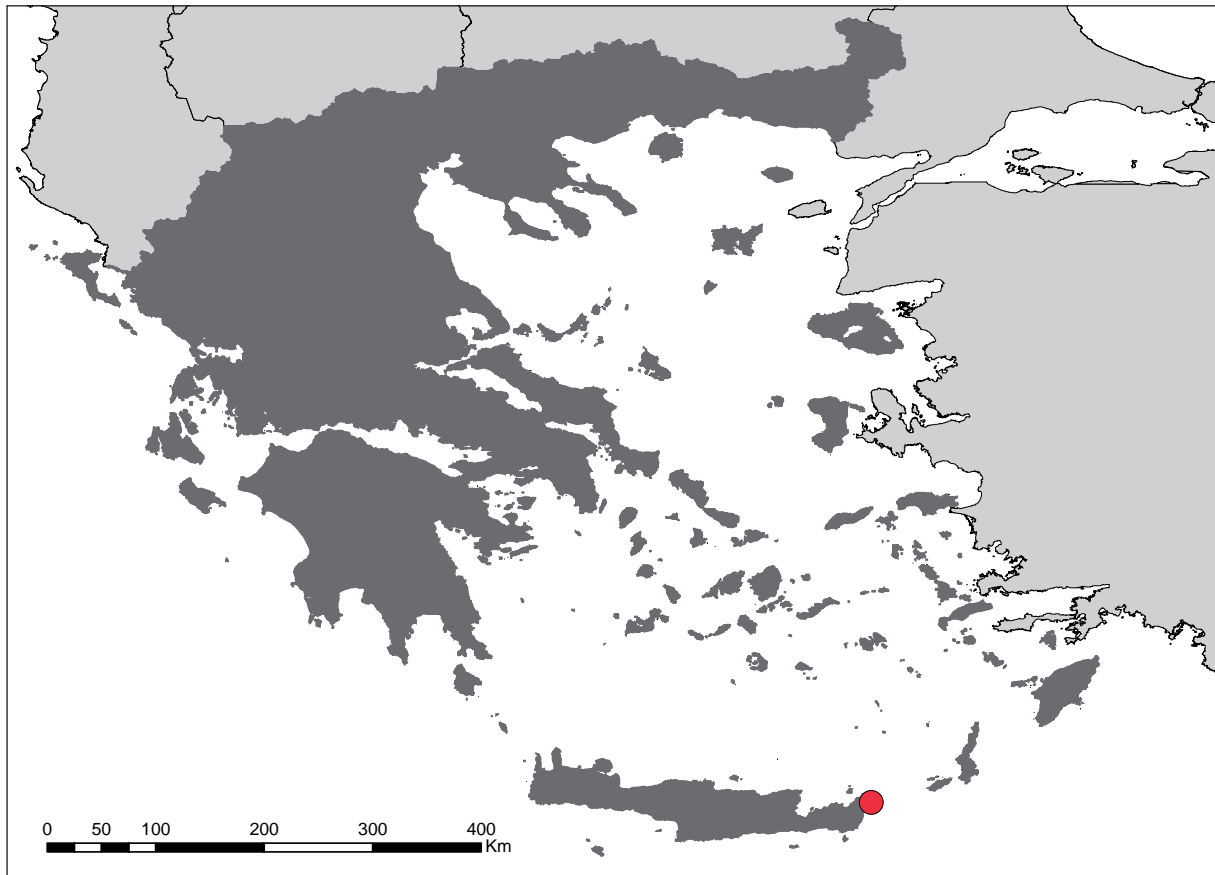


Fig. 158 - Carte de situation.

final, avec une phase d'intense activité au cours de l'époque minoenne néopalatiale (xvi^e-xv^e siècles). Le territoire prospecté permettait donc d'appréhender les modalités d'occupation et d'exploitation des sols à travers les siècles au sein de systèmes politiques et administratifs très différents (minoën, gréco-romain, byzantin).

L'aire de prospection couvre environ 20 km², divisée, pour la commodité de l'enquête, en 11 zones correspondant aux toponymes modernes. L'abandon complet de ce territoire au cours du vii^e siècle après J.-C., l'absence de perturbation médiévale ou moderne et l'état exceptionnel de conservation des vestiges au sol donnent au paysage prospecté l'apparence d'une carte fossile des établissements antiques.

Nous avons donc adopté une méthode de prospection dite extensive, où la définition du site repose essentiellement sur la présence de structures bâties – en bref, des « ruines » –, et non sur un seuil de concentration de tessons repérable sur des cartes de densité de distribution céramique.

L'un des objectifs de la publication des résultats de la prospection est d'offrir aux chercheurs un instrument de travail et de diffusion de l'information à la fois commode et complet, par la mise en ligne sur internet de l'ensemble des données de la prospection d'Itanos : description, photographies, dessins, cartes.

6.7.2 - CRÉATION D'UNE CARTE ARCHÉOLOGIQUE EN LIGNE (d'après A. Duploux, F. Eyraud)

L'ensemble des informations récoltées sur le terrain a d'abord été organisé sous la forme d'une base de données conçue sous FileMaker pro®. Plus de 100 sites ont été intégrés dans ce recensement. La fiche de site a été construite sur une base assez classique :

- un ensemble de descripteurs a permis de caractériser le site qui a été défini spatialement par un couple de coordonnées X et Y prises au GPS (5m de précision),
- d'autres champs ont permis de préciser la typologie et la chronologie de l'établissement,
- des références à la céramique et à la documentation associée ont permis de disposer d'une image globale de l'établissement.

Parallèlement, à la mise en place de la carte archéologique, le projet ayant bénéficié d'une collaboration avec l'Institut d'étude méditerranéenne de Rethymno, une première carte numérique a été constituée sur la base de la numérisation des cartes au 1/5000 de l'armée grecque par l'équipe du professeur A. SARRIS, spécialisé dans la cartographie informatique. Ce riche fonds documentaire a permis de composer un premier fonds topographique comportant essentiellement les courbes de niveaux.

Ce document constitué à l'origine sur un logiciel de dessin vectoriel (Vector Work®) a en soi été une avancée significative puisque la grande majorité des *surveys* pratiqués dans la région depuis ces dernières décennies s'étaient généralement contentés de produire des cartes manuelles généralement à de très petites échelles et donc difficilement exploitables.

Cependant cet ensemble était peu évolutif et donc peu adapté à la gestion commode de documents graphiques et à la complexité d'une équipe se trouvant dispersée à travers toute l'Europe. La solution après quelque temps d'usage n'était guère efficace, surtout en terme de partage de l'information. L'un des objectifs a donc été de rendre cette base de données rapidement accessible sur internet. Grâce à la collaboration d'un ingénieur informaticien (F. EYRAUD), un site web a ouvert en novembre 2006 sur le serveur de l'Ecole française d'Athènes, à l'adresse <<http://webefa.efa.gr/prospection-itanos/>>³. Bien plus qu'une simple présentation de la mission et de ses objectifs, comme il en existe de nombreux exemples, ce site avait pour ambition de fournir à la communauté scientifique, dès l'achèvement des opérations de terrain et sans attendre la publication finale dans la collection des *Etudes crétoises* de l'Ecole française d'Athènes, un état des lieux complet de la documentation récoltée, mais aussi un véritable instrument de recherche pour les archéologues de l'équipe. Le site comprend deux parties, l'une publique accessible à tout internaute, l'autre privée servant d'interface de rencontre et de travail pour les archéologues de la mission.

Partie publique : les sites archéologiques

Une première base de données concerne les sites archéologiques de la prospection. Sa consultation est ouverte à tout internaute. Chaque fiche de site rassemble les données disponibles, notamment une chronologie détaillée des phases d'occupation du site, une indication de sa

3 - Sa réalisation par F. EYRAUD a bénéficié du soutien du Ministère des affaires étrangères (Paris), de l'Institute for Aegean Prehistory (INSTAP), ainsi que de l'École française d'Athènes (Efa). C'est actuellement à l'Efa qu'est gérée cette base de données qui maintient l'architecture technique. Chaque chercheur a pour mission d'enrichir le *corpus* sur lequel il possède des droits d'accès.

(ou ses) fonction(s) probable(s), une brève description archéologique des vestiges visibles au sol, ainsi que les vignettes de toutes les photographies disponibles (aériennes ou au sol). Les coordonnées GPS des sites, exprimées selon le système de projection grec EGSA87, servent à localiser précisément ceux-ci dans l'espace et sur les cartes ; éléments descriptifs importants, les coordonnées ne sont toutefois pas affichées dans la partie publique, afin de se prémunir contre tout pillage intempestif des vestiges.

L'utilisateur a la possibilité de consulter les fiches des sites à travers un formulaire de recherche, combinant éventuellement plusieurs critères dans les multiples champs de données ouverts au tri (**Fig. 159**). A partir de l'unique critère proposé dans le formulaire initial, il est possible d'ajouter (ou de retirer) tous les critères nécessaires à la formulation de la recherche complète, y compris dans le même champ de données. Selon le choix de l'utilisateur, les résultats correspondront à tous les critères demandés (opérateur booléen ET, par défaut) ou à au moins un des critères requis (opérateur booléen OU). Le chercheur peut ainsi obtenir la liste de tous les aménagements agricoles de l'époque romaine, de tous les sites de défense du Minoen ancien, de tous les habitats à la fois minoens et hellénistiques, etc. Des recherches plus complexes, associant plusieurs critères au moyen d'opérateurs booléens différents, nécessitent en revanche d'autres solutions ; elles ne correspondent du reste pas aux besoins essentiels du chercheur. Pour simplifier l'utilisation du site et afin d'éviter une syntaxe de recherche compliquée (conforme à la syntaxe booléenne, comme exprimée par exemple sous UNIX), l'utilisateur expérimenté est donc invité à décomposer sa recherche complexe en plusieurs requêtes simples. C'est pour cette raison notamment qu'il est possible d'affiner une recherche, en opérant un nouveau tri sur les résultats obtenus.

Pour le moment, selon la stratégie de prospection adoptée et la notion même de « site » retenue, l'inventaire des sites archéologiques comprend une centaine de fiches. Les champs ouverts au tri sont les suivants : zone, numéro du site, chronologie, fonction et description. Ils se présentent, selon la nature des données, sous la forme de menu déroulant ou d'une zone de texte libre.

Le résultat du tri s'affiche sous la forme d'une liste de sites correspondants aux critères de recherche, chacun des noms donnant accès à la fiche complète du site, en mode consultation uniquement. Sur demande de l'utilisateur, le résultat de la recherche est également proposé sous la forme d'une carte schématique de l'aire prospectée sur laquelle sont localisés (au moyen de leurs coordonnées) les sites correspondant aux critères de recherche. L'interface génère en effet à la volée toutes les cartes archéologiques imaginables par interrogation de la base de données : l'organisation du territoire itanien, l'évolution de la distribution des établissements humains ou encore les modalités d'utilisation des sols sont ainsi immédiatement cartographiables. L'échelle relativement petite de la carte obtenue ne permet cependant pas une localisation précise sur le terrain, afin d'éviter les problèmes liés au pillage archéologique.

Toutes les informations proposées en ligne reflètent l'état d'avancement de l'étude. Elles ne peuvent donc actuellement être tenues pour définitives et seront mises à jour régulièrement jusqu'à la publication finale.

Partie privée : le matériel archéologique

A côté d'un accès public, le site web comprend également une partie privée, accessible aux seuls utilisateurs référencés (archéologues et dessinateurs de la mission) au moyen d'identifiants personnels (login et password), leur donnant un accès à l'ensemble des fonctions programmées :

consultation, édition, création et suppression des fiches de la base de données. Cette partie du site web sert d'interface de rencontre et de travail aux membres de la mission, qui sont dispersés à travers toute l'Europe, ce qui se révèle particulièrement utile dans la phase actuelle d'étude du matériel. Cette partie privée donne un accès complet aux informations relatives aux sites archéologiques, aux fiches des tessons, ainsi qu'à un ensemble intermédiaire (dénommé US), qui correspond à la fois à une unité de ramassage et de stockage du matériel.

La répartition du matériel s'étant faite en fonction des spécialités chronologiques de chacun, chaque archéologue responsable de celui qui lui a été attribué et en contrôle l'accès. Des droits d'accès spécifiques sont donc associés aux identifiants personnels, tandis qu'un administrateur général de la base de données (A. DUPLOUY) a accès à tous les champs. Utilisateurs spécifiques, les dessinateurs ont accès (en mode édition ou création) au dessin de chaque tesson, mais pas aux données associées. Notons enfin qu'en cas de réévaluation du matériel (ce qui n'est pas rare), il n'est pas possible de s'attribuer un tesson sans le consentement de son responsable ; en revanche, ce dernier a la possibilité de s'en dessaisir au profit d'un autre utilisateur référencé, soit parce que celui-ci le réclame soit parce qu'il est certain qu'il n'appartient pas à sa période. La communication entre archéologues est ainsi encouragée.

Pour chaque tesson se trouvent rassemblées diverses informations utiles (l'année de ramassage et lieu de stockage), sa description détaillée (forme et argile), ses dimensions, son association

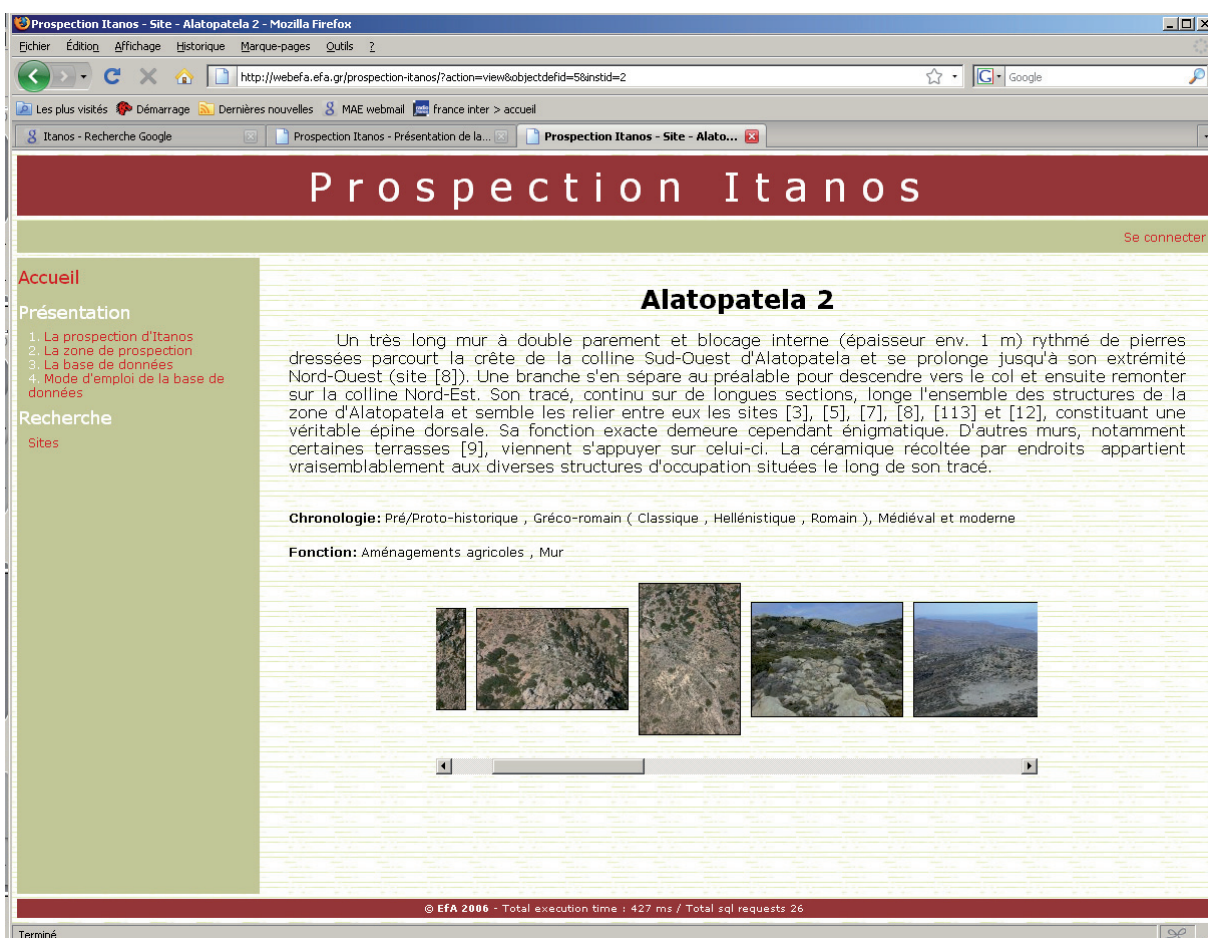


Fig. 159 - Interface de consultation de la base de donnée, photo d'écran.

à une catégorie de matériel, son origine locale ou importée, une chronologie générique, ainsi qu'une date plus précise, reposant sur des parallèles. Pour la commodité du classement, il était en effet nécessaire de distinguer entre une chronologie générique (limitée à des périodes déterminées, plus ou moins larges, cf. infra) et une datation spécifique – et, partant, trop variable pour faire l'objet d'une liste d'autorité. Le dessin de chaque tesson est directement visualisable sur internet par l'intermédiaire d'une vignette cliquable, permettant de voir rapidement le dessin du tesson (au format .png) dans le navigateur. Les archéologues peuvent du reste télécharger le dessin vectoriel (au format Adobe Illustrator), le modifier puis le recharger eux-mêmes sur le site web. Les commandes sont simples et les archéologues gèrent toute la procédure eux-mêmes, en collaboration avec les dessinateurs. Le stockage des données sur le serveur de l'École française d'Athènes est du reste automatique.

Chaque fiche de tesson peut être éditée par son détenteur et toutes les informations (y compris le dessin) modifiées. Par la même interface, il est également possible de créer de nouvelles fiches, voire d'en supprimer (sans possibilité de retour en arrière, car aucune fonction de sauvegarde n'est prévue dans le programme). Dans le cas d'une création, le responsable par défaut de la nouvelle fiche est l'utilisateur connecté. Un tesson, existant ou nouvellement créé, doit par ailleurs être obligatoirement associé à une unité de ramassage/stockage (US) précise et à un site référencé dans la base de données. Il n'est donc pas possible de créer, par mégarde, la fiche de n'importe quel tesson. Seul l'administrateur général de la base de données a la possibilité de rajouter un site archéologique ou des US spécifiques, ouvrant ainsi la voie à l'ajout de certains tessons.

Comme pour les sites archéologiques, l'utilisateur référencé a la possibilité d'accéder aux tessons – le matériel actuellement enregistré compte plus de 1 000 fiches – à travers un formulaire de recherche, combinant éventuellement plusieurs critères dans les multiples champs de données ouverts au tri. La sélection se fait principalement sur la forme, la description, les dimensions, l'origine, la chronologie, le responsable des tessons, ou tout simplement sur leur numéro. Le résultat du tri s'affiche sous la forme d'une liste synthétique de tessons, présentant d'emblée leur chronologie générique et donnant accès à la fiche de chacun d'eux. Un renvoi automatique à l'ensemble des sites archéologiques associés à cette céramique est proposé, de manière à ce que le résultat d'un tri sur l'inventaire des tessons devienne lui aussi immédiatement cartographiable. Réciproquement, une fois identifié, l'utilisateur référencé a accès, depuis la fiche d'un site, à tout le matériel céramique qui lui est associé. Il en va de même pour les photographies du site proposées en pleine définition, alors que pour se conformer à la législation archéologique grecque seules des vignettes sont accessibles dans la partie publique.

Une fois tous les tessons étudiés, leur répartition chronologique générale permettra aux archéologues de préciser définitivement la chronologie de chaque site archéologique. Bien qu'une automatisation ait été envisageable (la chronologie d'un site résultant de l'addition des occurrences chronologiques spécifiques de chaque tesson ramassé sur celui-ci), l'intervention humaine, supposant une interprétation des données, a été jugée préférable. Ce travail fournira donc, à terme, l'inventaire définitif du matériel archéologique, ainsi qu'une partie de l'interprétation finale, comme les phases chronologiques d'occupation du territoire.

En somme, la base de données en ligne est d'abord un lieu d'archivage commun de toutes les informations récoltées sur le terrain et issues de l'étude du matériel. Chacun des membres de l'équipe peut ainsi bénéficier, en temps réel, des derniers résultats des autres. Le projet

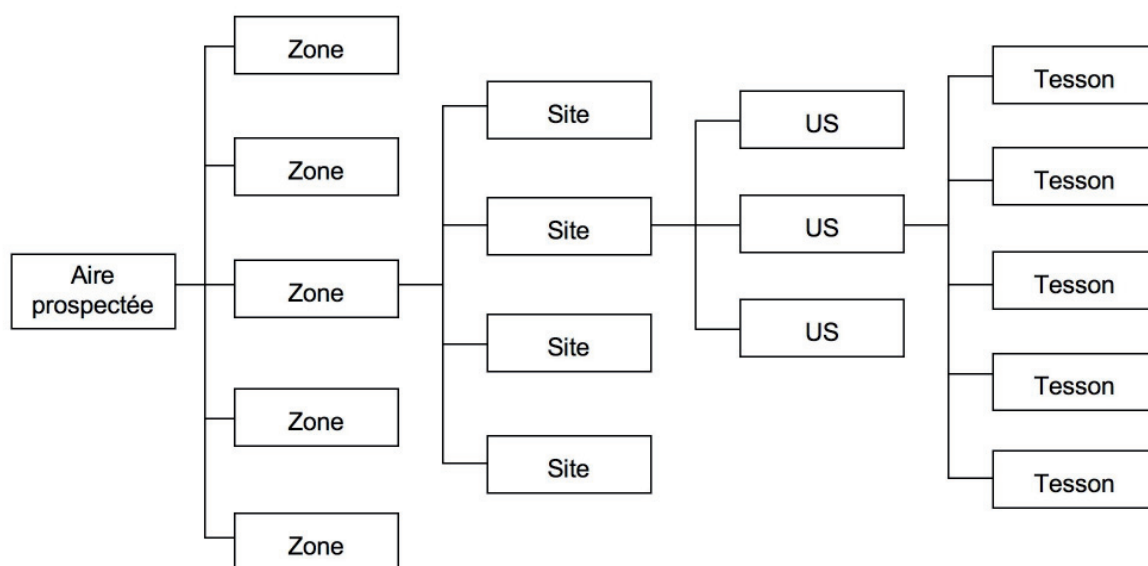


Fig. 160 - Schéma structurel des données (d'après F. Eyraud).

de publication internet des données de la prospection s'inscrit ainsi dans une démarche de renouvellement des modes traditionnels de publication et de diffusion de l'information scientifique.

6.7.3 - CHOIX TECHNIQUES ET PROGRAMMATION DU SITE INTERNET (d'après F. Eyraud)

Le schéma structurel des données de la prospection d'Itanos est le suivant : l'aire prospectée comprend onze zones, correspondant à des secteurs de prospection ; chaque zone a livré une série de sites ; chaque site comprend plusieurs unités de ramassage/stockage de la céramique (US) ; et chaque US comprend plusieurs tessons. Chacune de ces entités (site, US et tesson) est par ailleurs caractérisée au moyen de plusieurs informations.

La structure de ces informations correspond au schéma caractéristique d'une base de données relationnelle (**Fig. 160**), qui permet de lier différentes classes d'objets entre elles (site, US, tesson), chacune étant décrite de manière complète au moyen de multiples descripteurs ou de liens vers des objets communs (zone, chronologie, fonction, propriétaire). Ainsi, un tesson est défini par une localisation, une chronologie et une US uniques ; une US appartient à un seul site, et un site à une seule zone ; tandis que plusieurs photographies, fonctions ou chronologies peuvent être attachées à un même site.

D'un point de vue technique, les choix principaux ont été l'*open source* et la programmation générique. Les solutions open source offrent une grande interopérabilité. Dans la mesure où les algorithmes utilisés pour la création d'un programme sont directement visibles, la programmation libre permet une grande ouverture des logiciels. La taille de la communauté open source assure du reste une robustesse aux logiciels, qui ont été intensément testés. Il est en revanche nécessaire de posséder de fortes compétences en programmation ce qui n'est pas courant dans la communauté des archéologues. Dans le cadre d'une application web, la combinaison de

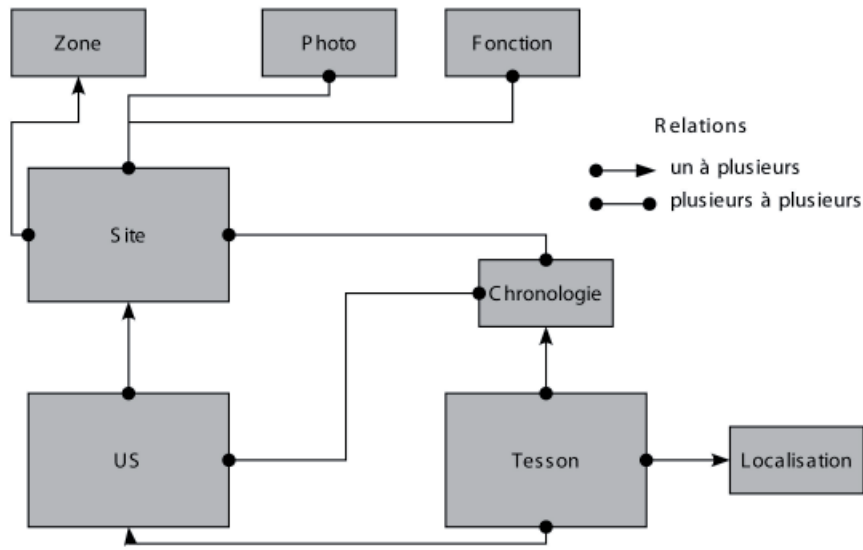


Fig. 161 - Structure de la base « métier » (d'après F. Eyraud).

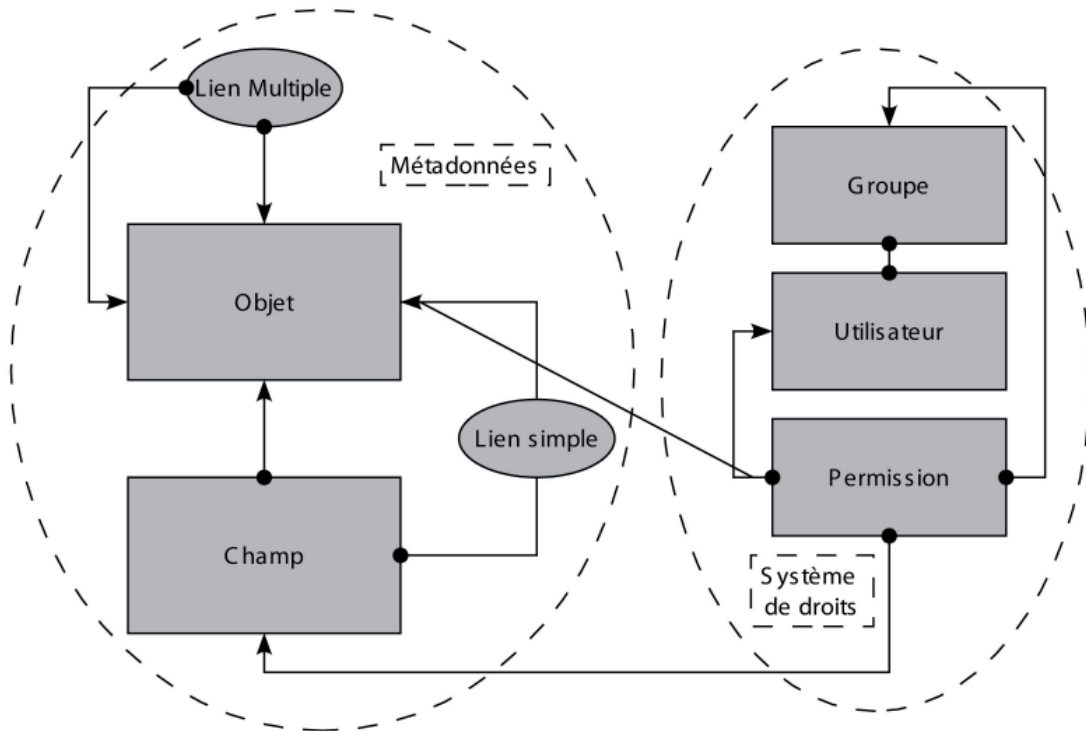


Fig. 162 - Structure de la base « système » (d'après F. Eyraud).

produits la plus largement utilisée est la trilogie serveur web Apache®, interpréteur php®, base de données MySQL®.

En eux-mêmes, les outils Apache®, php® et MySQL® ne fournissent que les outils pour faire une application de n'importe quel type. Plutôt que d'écrire une application spécifique aux problématiques de la prospection d'Itanos, le choix a été fait de programmer sur un mode générique. On entend par « programmation générique » le fait de prévoir toujours le cas général

au moment de mettre en place une fonctionnalité et pas seulement le cas précis qui nous intéresse. L'aspect générique d'un programme repose sur son indépendance vis-à-vis du type et du nombre des données manipulées. Ce choix de programmation résulte du constat que les applications de gestion de bases de données sont toujours construites sur le même modèle et mettent en place les mêmes fonctionnalités. D'une base de données à l'autre, les principes de chargement et d'insertion des données sont en effet communs ; seuls les types de données manipulés changent. Ainsi, ce programme écrit pour la présentation des résultats de la prospection d'Itanos pourrait être réutilisé pour les besoins d'une autre mission archéologique ou de tout autre projet.

Les principales fonctionnalités programmées dans le cadre du projet Itanos sont les suivantes (**Fig. 161, 162**) :

- Gestion des actions sur les objets de la base (consultation, ajout, modification, suppression).
- Gestion des utilisateurs et de l'authentification. Des permissions d'accès et d'action spécifiques sur chaque type d'objets et de champs sont associées à chaque utilisateur enregistré. Par défaut, l'utilisateur non enregistré n'a accès qu'aux fiches des sites en mode consultation par le biais de l'interface de recherche.
- Module de recherche. Les champs ouverts au tri sur les fiches (zone, site, US, tesson) correspondent aux données associées à ces objets principaux. Ils se présentent, par référence aux métadonnées, sous la forme de menu déroulant ou d'une zone de texte libre. Pour se conformer aux principes de la programmation générique, la création de la requête SQL correspondant à la recherche de l'utilisateur se fait en utilisant une série d'objets php. Ces objets transforment les critères de l'utilisateur en requête SQL en fonction de la structure de la base de données telle que décrite par les métadonnées. Ainsi, le code SQL n'est pas disséminé un peu partout dans le code source – comme c'est souvent le cas dans les applications de gestion de données –, mais est centralisé dans le module qui gère la recherche dans la base.
- Gestion des fichiers et des photos. Pour associer une image ou un fichier à un objet, un mécanisme de chargement de fichier par l'intermédiaire du navigateur a été mis en place, avec création automatique d'une vignette dans le cas des images. Le dessin vectoriel des tessons, enregistré dans un format propriétaire (Adobe Illustrator), est considéré comme un fichier ; à charge pour l'utilisateur d'y associer une image (format .png) visualisable par le navigateur et traitable par le programme.
- Programmation d'une classification en arborescence pour la chronologie générique. La caractérisation des fiches (zone, site, US, tesson) en terme chronologique a révélé la nécessité d'une représentation de la chronologie par arbre. En effet, certaines chronologies sont précises, alors que d'autres sont plus larges : un tesson « classique » doit aussi être considéré comme « gréco-romain ». « Gréco-romain » est donc appelé chronologie parente de la chronologie fille « classique »⁴. Lors de l'ajout d'une chronologie fille par l'utilisateur, la chronologie parente est elle aussi automatiquement enregistrée. De même, lors de la recherche d'un objet « gréco-

4 - Les chronologies suivantes sont proposées à l'utilisateur : Indéterminée, Pré-/Protohistorique (Néolithique final, Minoen ancien, Minoen moyen, Minoen récent), Gréco-romain (Géométrique, Archaïque, Classique, Hellénistique, Romain, Romain tardif), Médiéval et moderne. Chacune de ces chronologies parentes et filles correspond à une période spécifique, précisée dans les conventions du site internet.

romain », tous les objets associés aux chronologies filles (géométrique, archaïque, classique, etc.) sont automatiquement inclus dans les résultats du tri. La mise en place de la spécificité de cette problématique a donné lieu à un développement générique, qui pourra être adapté à tout autre cas de catégorisation par arborescence.

- *Webmapping* : le principe est de manipuler un objet image sur lequel on effectue diverses opérations (charger une image d'un fichier, y tracer des lignes/cercles/rectangles en choisissant la couleur, ajouter du texte, etc.), avec en général comme opération finale l'exportation de l'objet en un fichier image pouvant être affiché dans un navigateur. Ainsi, pour la génération de la carte des sites correspondant aux critères du tri, le module charge le fond de carte (une image .png de 638x560 pixels), y place les points correspondant aux sites en opérant une corrélation entre les coordonnées GPS et le quadrillage en pixels de l'image, et associe le numéro de chaque site pour la visualisation. Un titre est ajouté en dessous de l'image.

Ce projet, par l'étendue des fonctionnalités qu'il propose, est un atout de poids pour le projet Itanos. Il conserve néanmoins un inconvénient lui aussi de taille : il est construit par un programmeur et ne peut être maintenu et évoluer qu'avec un programmeur. Si le code source est en effet accessible à tous en théorie, en pratique la manipulation de ces lignes de code représente un investissement considérable en formation. En outre, les évolutions rapides des standards dans le monde *Open Source* font qu'un produit développé à un moment «m» devient très rapidement obsolète (1 an en moyenne) et nécessite un maintien permanent. En outre l'évolution des besoins est aussi à prendre en compte car les développements sur commande permettent d'obtenir une réponse adaptée à un moment donné. Toute évolution du besoin risque de rendre obsolète la fonctionnalité. L'objectif de rendre l'archéologue maître de la base de données n'est pas encore atteint.

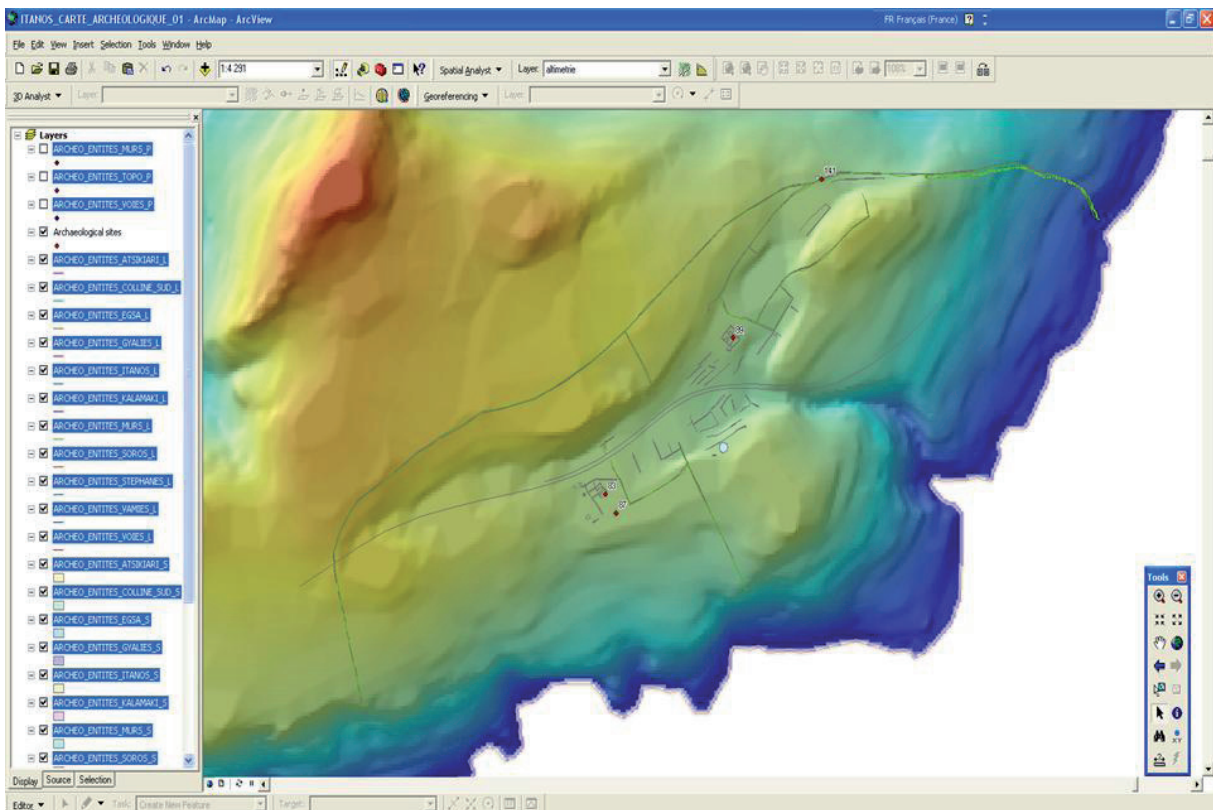


Fig. 163 - Photo d'écran de l'interface de travail SIG. Ici, le plan du site n°89 dans la zone de Travouny : À l'Est du grand mur transversal (site 84), se trouvent les vestiges d'une grande bâtisse et de ses dépendances.

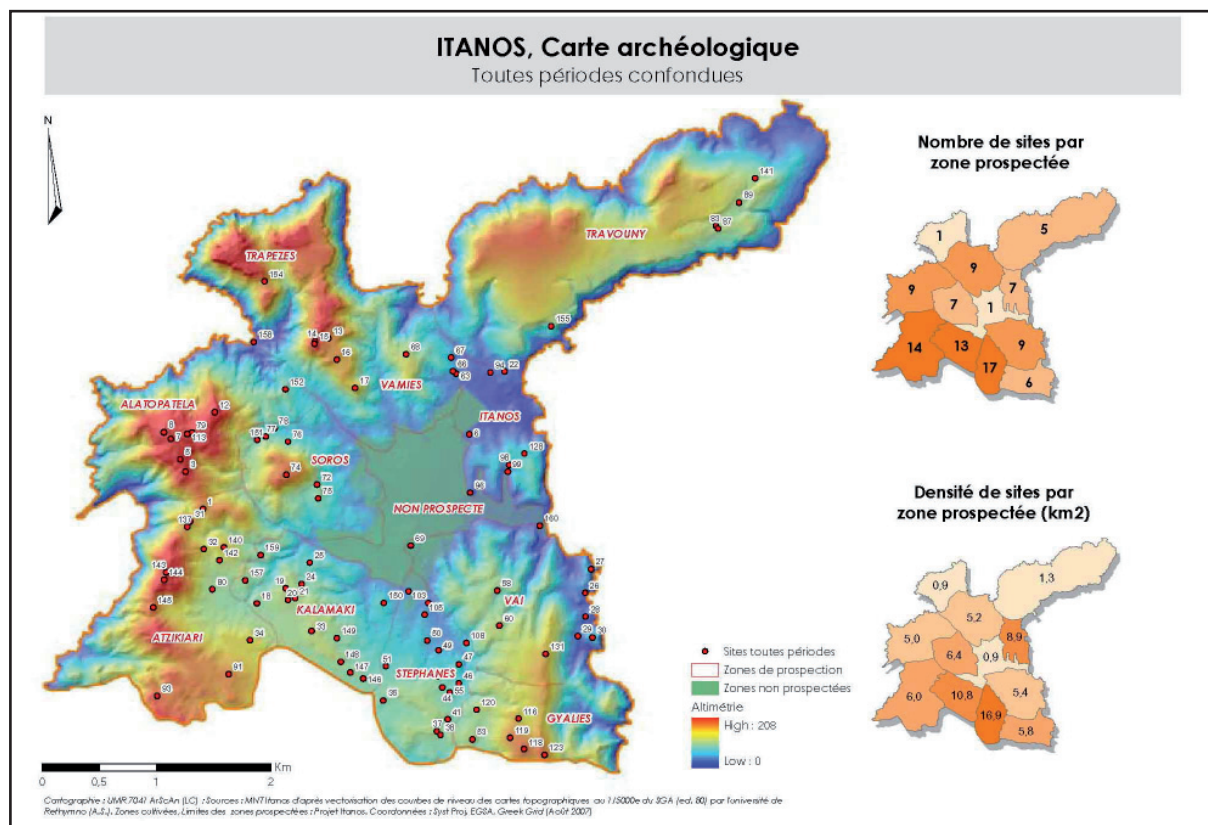


Fig. 164 - Vue générale de la répartition des sites.

6.7.4 - CRÉATION D'UN SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

La mise en place d'une base de données géographiques a fait suite à une première série de travaux de cartographie engagés dans le cadre du projet. Chaque site a été, lors sa découverte, localisé géographiquement à l'aide d'un GPS. Les structures les mieux conservées ont bénéficiées d'un lever topographique plus complet. Ces informations ont été associées à un fond de carte numérique vectorisé par l'*Institute of Mediterranean Studies*.

L'intégralité de l'information était alors gérée à l'aide d'un logiciel de CAO (Minicad®) permettant de visualiser de manière interactive la répartition dans l'espace des différentes informations récoltées durant les phases de terrain. Le développement d'un véritable système d'information géographique s'inscrit donc comme une suite logique de ces premiers travaux qu'elle reprend et développe. La mise en place de cet outil vise à :

- Développer une base de données géographiques permettant de structurer et de gérer les différentes expressions des informations archéologiques collectées durant les années de prospection. Cette base de données doit ouvrir sur un outil d'interrogation et de production documentaire avancé permettant d'aboutir à des productions cartographiques de synthèse destinées aux chercheurs. Ces productions permettront d'aboutir à une modélisation de l'occupation du territoire (Fig. 163, 164).
- Permettre une analyse spatiale avancée du territoire prospecté.
- Aboutir à la mise en ligne de l'ensemble de ces données et cela à la fois au niveau des

synthèses que des données archéologiques de base. L'idée est de proposer un outil de consultation et d'interrogation dynamique de l'ensemble du *corpus* de données permettant de produire sa carte à la demande.

La documentation en présence :

Les cartes au 1/5000 fournies par l'Institut d'Etude Méditerranéenne (IEM) ont constitué le point de départ de cette opération. Leur vectorisation et la saisie des valeurs d'altitude associées ont permis la réalisation d'un modèle numérique de terrain (MNT) d'une précision importante permettant de travailler à l'échelle de l'inter-site (pixel de 4 m).

Des missions aériennes verticales de l'armée grecque ont été géoréférencées (1945, 1966, 1968, 1992) et nous apportent de précieuses informations sur différents états de l'occupation des sols de ce territoire.

De manière complémentaire, un ensemble de prises de vues obliques réalisées pour l'essentiel en 2004 complète ponctuellement sur les sites les plus remarquables les données collectées sur le terrain. Ces informations feront l'objet de travaux d'intégration dans un proche avenir et permettront de confirmer ou de préciser les planimétries déjà existantes.

D'autres données ont été intégrées pour constituer au final un important corpus documentaire complémentaire aux données archéologiques : données géologiques, cartes anciennes, images satellites, cartes climatiques ; composant.

Ces données ont été structurées selon un modèle conceptuel de données simplifié nous permettant d'aboutir à un schéma d'organisation robuste qui permet d'accueillir une grande diversité d'informations tant thématiques que chronologiques. En outre, ce schéma de données a été adopté car il peut être considéré comme générique et donc facilement réadaptable à d'autres situations et à d'autres outils ou plateformes.

L'organisation des données :

Le projet Itanos compte un corpus de données assez varié. Ces données possèdent des natures, statuts et formalisations différents. Ces données sont regroupées en différents ensembles :

- les données de référence géographique sont considérées, une fois acquises et intégrées comme stables. Elles n'ont pas vocation à être enrichies dans le cadre du projet mais en constituent le socle géographique nécessaire ;
- Les données de référence historique sont des données plus spécialisées. Elles sont le produit des travaux des archéologues et des historiens et composent le corps véritable du projet. Ce sont ces données qui vont être amenées à être retravaillées et qui vont subir tous les traitements nécessaires permettant de proposer des schémas d'interprétation historique.

Le modèle conceptuel de données d'ITANOS :

Nous avons dégagé plusieurs ensembles d'objets correspondant à ceux de la base de données Itanos :

- La notion de vestige est entendue comme étant la plus petite unité d'enregistrement de l'information. Elle correspond aux éléments dont on a constaté la présence sur le terrain. Ils peuvent être mobiliers ou immobiliers. Ils sont de différentes natures et leur délimitation est

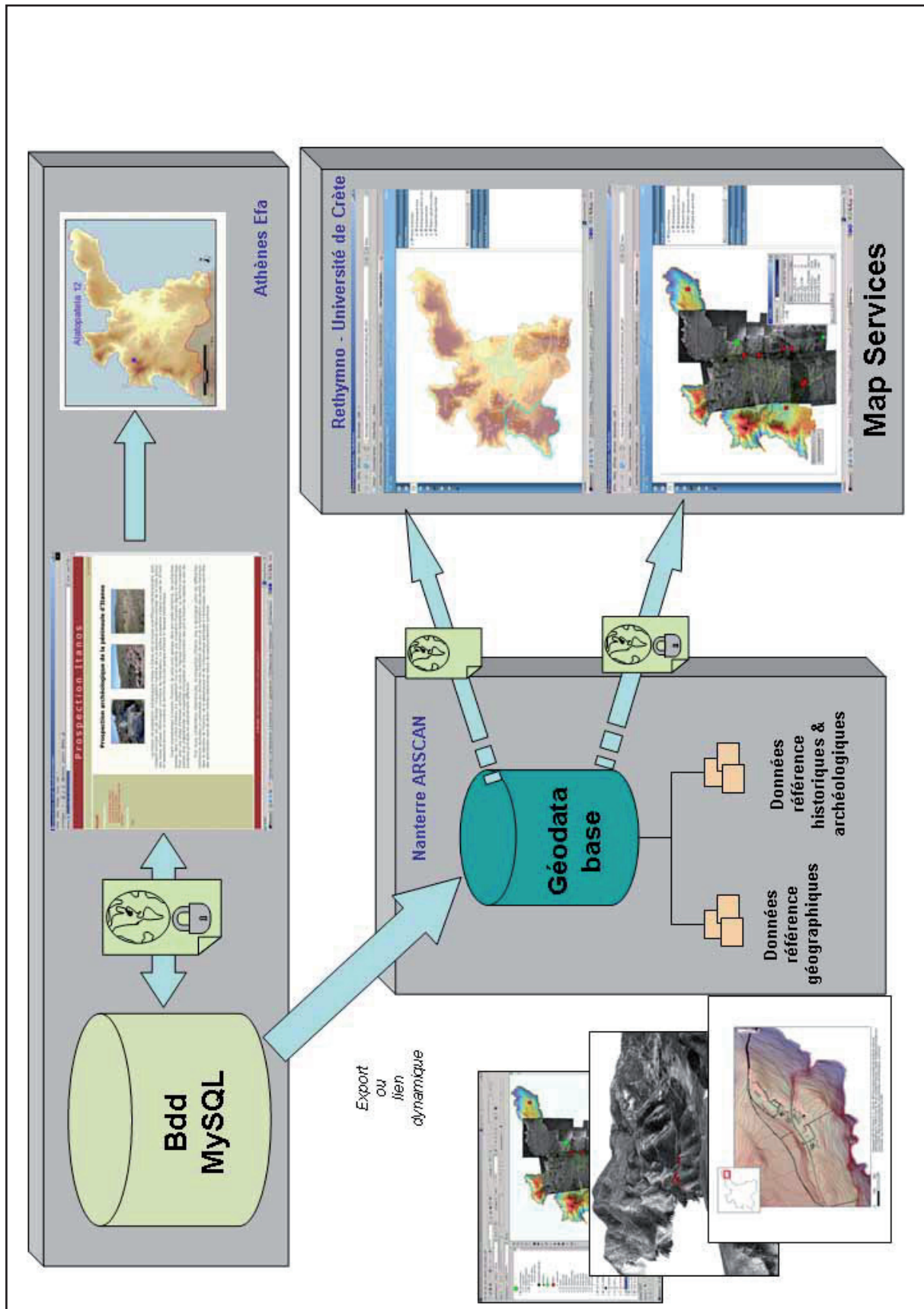


Fig. 165 - Organisation générale du système d'informations.

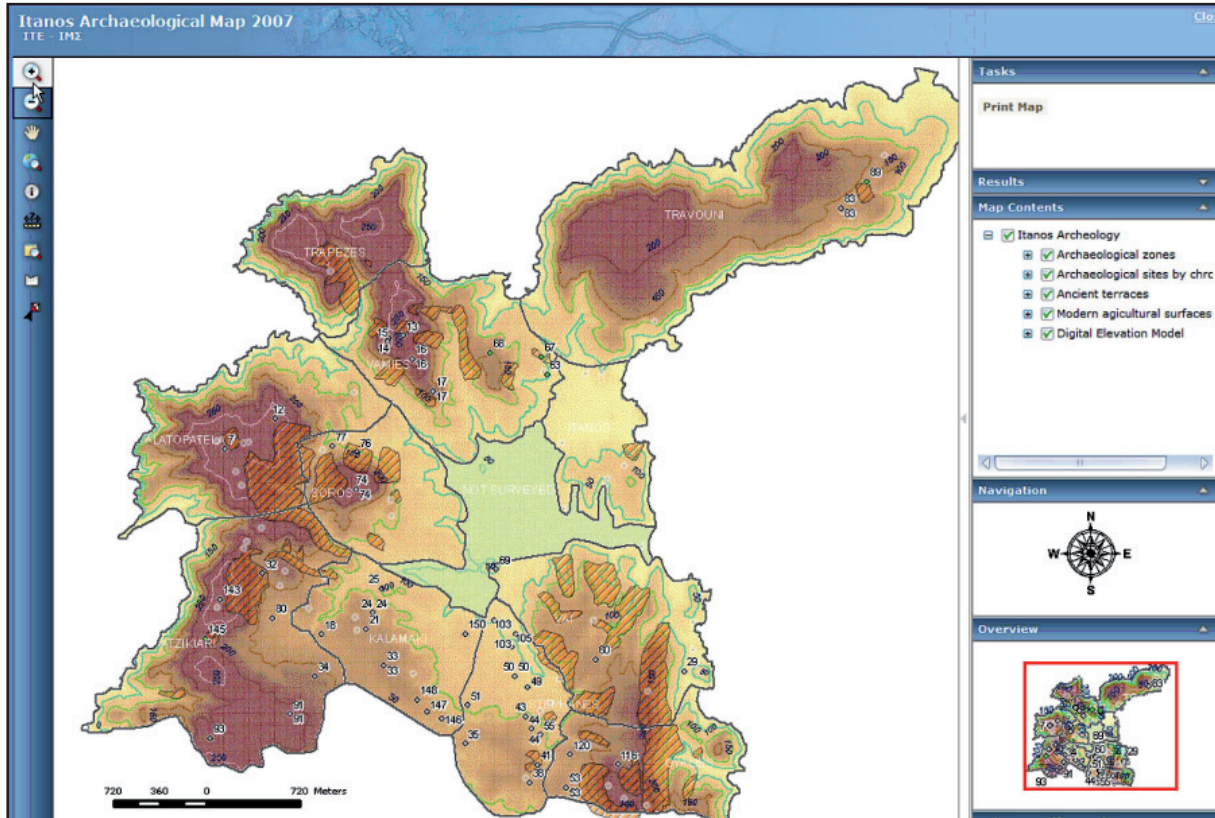


Fig. 166 - Environnement de consultation de l'interface de cartographie.

laissée à l'appréciation de l'archéologue. L'association de ces vestiges (Mur, pierre, argile...) est réalisée par le biais d'une notion de recrutement qui va permettre de composer des entités de différents niveaux qui vont pouvoir s'emboîter successivement afin de constituer les entités complexes que sont les sites. Enfin, chaque vestige est caractérisé par un nom et une datation plancher et une datation plafond. Ce modèle facilement implémentable permet d'une manière simple de construire une base de données structurée autorisant les synthèses par époque et par type sur l'ensemble des vestiges enregistrés dans le cadre d'une prospection telle que celle d'Itanos.

- La notion de gisement permet de traduire le site dans son développement spatial complexe. Un gisement correspond à un lieu possédant des limites d'intervention (limites de sondage, limites d'échantillonnage...) composé de vestiges. Il est toujours associé à un site.

- La notion de site est un niveau de synthèse. Elle prend la forme graphique d'un point associant une information spatiale (*locus*), chronologique (*datation*) et typologique (*caractérisation fonctionnelle*).

6.7.5 - MISE EN LIGNE DU SIG DE LA PROSPECTION

La volonté de rendre ce SIG accessible au plus grand nombre, dans le même esprit que celui de la base de données de la prospection archéologique dont il est un élément complémentaire a été l'occasion d'ouvrir un second site au début de l'année 2008 sur le serveur de l'Institut d'études méditerranéennes (Rethymno), autre partenaire du projet de recherches archéologiques mené à Itanos. Cet institut a développé un savoir-faire particulier dans l'étude de l'organisation spatiale des données archéologiques et dans la diffusion sur le web des données géographiques.

Il ne s'agissait pas d'offrir un outil de recherche identique à celui de l'administrateur de la base de données SIG. L'ambition a été plutôt de fournir un large accès à notre matériel documentaire et de permettre une manipulation commode de ces informations par les divers intervenants. L'un des obstacles majeurs posés par l'utilisation des outils SIG demeure en effet leur complexité, tant structurelle qu'ergonomique, pour bon nombre d'archéologues peu habitués à ces « nouvelles » technologies. La popularité de l'application *Google Earth*® et sa simplicité d'utilisation ont toutefois suscité la curiosité et l'intérêt des chercheurs pour ce genre d'applications. Profitant de cet engouement, il nous a donc paru intéressant d'offrir à tous un outil d'analyse comparable, à la fois simple et performant, consacré à l'étude du territoire d'Itanos.

D'un point de vue technique, l'utilisation d'une solution propriétaire⁵ pour la constitution du noyau central du SIG et sa gestion globale nous a conduits à adopter cette même suite technologique pour une mise en ligne. L'application ArcGIS Server® (version 9.2) a donc été utilisée pour offrir les services d'un SIG sur le web. Un simple navigateur internet permet ainsi de faire office d'interface client, ce qui rend l'application commodément accessible à tout utilisateur, même inexpérimenté en matière de cartographie informatique ou de manipulation de données géographiques (**Fig. 165, 166**).

D'accès très simple, l'interface a été volontairement limitée dans un premier temps à quelques fonctions essentielles (zoom, calcul de distances, pointeur et sélections croisées, création de zones tampons...), offrant à l'utilisateur une navigation aisée et répondant aux principales attentes des archéologues. La sélection des calques permet en outre de visualiser à la demande les différentes données qui apparaissent en fonction d'une échelle d'affichage définie. L'interface propose enfin de générer une carte directement imprimable de ses propres sélections selon des paramètres spécifiés (échelle, résolution, dimensions).

Le modèle numérique de terrain et les courbes de niveaux fournissent la structure de base de toute l'information spatiale. D'une résolution de 20 m, le MNT a été obtenu à partir d'images stéréographiques du satellite SPOT. Les limites de l'aire globale et des zones de prospection, ainsi que l'extension des surfaces actuellement mises en culture complètent ce premier ensemble de données géographiques.

La version actuelle du site web (http://www.ims.forth.gr/joint_projects/itanos/itanos.html), incorporant les derniers éléments relevés sur le terrain en 2007, nous a surtout permis de définir le protocole de transfert depuis le SIG statique et l'architecture générale du projet vers l'interface de consultation web. Site public, cette version d'évaluation anglophone ne contient que quelques calques de données, n'offrant d'ailleurs guère plus d'informations – d'un point de vue quantitatif du moins – que le *webmapping* élémentaire proposé par la base de données en ligne. Les sites archéologiques, classés en fonction de leur période chronologique, sont associés à leur numéro d'identification. En marge, la description des structures reprend l'essentiel des données proposées, de manière certes plus commode, que dans la base de données des sites. Nous y avons enfin ajouté la cartographie détaillée des terrasses de culture antiques, dont les vestiges sont encore très clairement visibles au sol.

6.7.6 - VERS UN TRAVAIL COLLABORATIF ?

Il s'agit là d'une première étape dans la mise en ligne des informations géographiques de la

5 - Le logiciel Arc GIS® de la société ESRI France est utilisé pour la gestion de la base de données géographiques.

prospection d'Itanos. Une seconde version, actuellement en cours de développement, offrira un accès complet à tous les calques de données intégrés dans le SIG « de bureau » à la fois au données de bases mais aussi à des données issues d'analyses spatiales plus complexes (telles que les polygones de Thiessens, des modèles de centralités, des couches de données sur les réseaux viaires, une restitution de la topographie antique...etc.). Comme pour la base de données, l'accès à cette carte archéologique dynamique complète sera réservé dans un premier temps aux seuls archéologues de la mission et constituera pour eux un outil de travail essentiel à l'analyse du territoire d'Itanos.

672

Compte tenu de leur interface relativement différentes, il n'est pas prévu de réunir en une seule application ces deux outils de traitement du même corpus de données archéologique développés sur les serveurs de l'École française d'Athènes et sur ceux de l'Institut d'études méditerranéennes : l'un offre une interface de recherche et de visualisation optimisée pour le texte et les images ; l'autre constitue un instrument d'analyse proprement géographique.

L'intérêt premier de ce système d'information est qu'il a été placé au centre des démarches et des développements de cette étude mais aussi qu'il a évolué progressivement au fur et à mesure des avancées des travaux de collecte pour finir par prendre la forme qu'il possède actuellement. Cette séparation en deux applications complémentaires, toutes deux en ligne, constitue aujourd'hui le noeud du travail de collecte et d'analyse des données archéologiques. Il pose de manière sensible la question des protocoles de collaboration au sein d'une équipe pluridisciplinaire et pluri-institutionnelle et le rôle des interfaces techniques.

Le point positif qui peut être retenu porte d'abord sur la possibilité qu'il y a, avec ces outils en réseaux, de construire à la fois une culture technique de groupe et mais aussi de rendre formellement cohérents des processus de formalisation et de stockage de la donnée. Il y a ici, une base pour une évolution radicale des logiques de travail des équipes de recherche en archéologie avec de véritables processus de coproduction de l'information.

Reste cependant qu'au delà des aspects techniques, dont on a vu qu'ils étaient mis en place, proposition ne signifie pas adoption. Les temporalités des évolutions techniques et technologiques ne sont pas celles des pratiques des organisations ou des individus. Malgré les interfaces de saisie simplifiées, la disponibilité permanente des applications en ligne, nous avons actuellement fait le constat de la difficulté qui existait à obtenir la saisie en ligne par les différents spécialistes du projet et cela malgré le fait que l'ensemble soit implémenté sur leur demande et adapté à leurs besoins.

Au delà des discours consensuels et plutôt positifs sur les systèmes d'information, leurs développements, ne vont pas toujours de soi et encore moins lorsqu'ils s'appuient sur une technologie réseau. Ici encore se posent des questions qui sont de l'ordre de la conduite de projet et de la gestion d'équipe.

6.8 - DELOS

Résumé : le développement d'un système d'information géographique sur le site Délos répond au besoin d'un outil de synthèse permettant l'analyse du sanctuaire d'Apollon dans sa globalité. L'idée est d'intégrer dans l'espace du sanctuaire l'ensemble de la documentation planimétrique (ou non) pour aboutir à un outil d'interrogation dynamique permettant de produire des synthèses cartographiques à la croisée de différentes thématiques.

Le plan Maar, datant de 1904, a été numérisé, géoréférencé puis vectorisé pour constituer le noyau de données de référence autour duquel d'autres thématiques plus spécifiques vont pouvoir se développer.

Le développement de cette base de données pose des questions sur le mode de gestion de ce type de données, sur leur structuration et plus globalement sur la gestion d'un projet sur un site tel que celui-ci.

FICHE SIGNALÉTIQUE :

- **Lieux :** Delos (Grèce)
- **Echelle(s) :** Sanctuaire
- **Institutions :** UMR 7041 ArScAn Equipe Monde Grec, monde grec Archaique, Ecole Française de' Athènes,
- **Responsable(s) de projet :** R. ETIENNE (Professeur Université de Paris I Panthéon-Sorbonne, UMR 7041 ArScAn Equipe Monde Grec), L. COSTA (Développement des bases de données géographiques)
- **Opérateurs principaux de la base de données géographiques :** L. COSTA (Traitement des données, cartographies)
- **Ressources d'appui :** F. HERBIN (Traitement des données, cartographies)
- **Dates de début de projet et état de développement :** 2008, en phase de développement.

6.8.1 - LE PROGRAMME DELOS

Ile des Cyclades, Délos était connue dans la mythologie grecque pour être le lieu de naissance d'Apollon et de sa sœur Artémis. De fait, les premières traces d'occupation humaine sur l'île remontent au III^e millénaire avant notre ère. Les communautés humaines qui l'habitèrent successivement restèrent assez restreintes jusqu'au I^{er} millénaire. A partir de l'époque archaïque (VII-VI^e siècle avant J.-C.), Délos devint le siège d'un des plus importants sanctuaires panhelléniques, se développant alors sous la tutelle de Naxos puis peut-être de Paros, deux grandes îles voisines des Cyclades.

Les Naxiens érigèrent les premiers monuments en marbre du sanctuaire (Oïkos et Stoa des Naxiens) et y introduisirent la sculpture monumentale (Colosse des Naxiens). A leur suite, Paros mais surtout Athènes, exerçant un contrôle plus ou moins marqué sur l'île, contribuèrent à leur tour au développement architectural du sanctuaire d'Apollon à partir de la fin de l'époque archaïque et pendant toute l'époque classique.

En 314 avant notre ère, au début de l'époque hellénistique, Délos recouvra son indépendance. Son statut d'île sacrée lui permit alors de commencer son développement en tant que cité indépendante, mais ce n'est qu'après 166 avant J.-C. que la cité s'accrût considérablement. Mise à nouveau sous la tutelle athénienne, son port fut déclaré franc et la cité connut alors un essor sans précédent. Délos fut jusqu'en 88 avant J.-C., date de son pillage par le roi du Pont



Fig. 167 - Carte de localisation du site de Délos.

Mithridate, le principal centre commercial de la mer Egée. Ce sont les vestiges de cette époque qui restent les plus nombreux, en tout cas les plus visibles à l'heure actuelle. Par la suite, Délos déclina progressivement pour être finalement abandonnée vers le VI^e siècle après J.-C.

Les premiers archéologues qui explorèrent le site arrivèrent en 1873, missionnés par l'Ecole Française d'Athènes. Depuis ce temps, les fouilles françaises se sont poursuivies de manière presque continue (avec néanmoins des interruptions dues aux deux guerres mondiales) jusqu'à nos jours.

Pour comprendre l'évolution du sanctuaire depuis sa fondation, l'étude doit intégrer une analyse spatiale permettant de créer les liens thématiques, chronologiques et spatiaux entre les éléments constitutifs de sa topographie.

La capacité à gérer de manière structurée l'intégralité de l'information scientifique, dans toute sa diversité, générée par l'activité archéologique sur la zone du sanctuaire d'Apollon est un préalable obligatoire. De la pertinence de leur structuration dépend la qualité des études de topographie et de morphologie urbaine qui seront réalisées par la suite. Cette organisation de la base de données doit s'appuyer sur une étude des spécificités du milieu que constitue le sanctuaire.

C'est ce que nous avons tenté en essayant de dégager un modèle de structuration dynamique de l'information, pour lequel nous avons rédigé un cahier des charges initial et engagé les prémices d'une mise en application à travers le développement d'une première base de données géographiques du sanctuaire. Cette base de données est toujours en cours de développement.

6.8.2 -DU DOCUMENT AU SYSTÈME D'INFORMATION SUR LE SANCTUAIRE DE DÉLOS

Le site de Délos (Grèce) a été l'objet d'investigations archéologiques depuis plus d'un siècle. Toutes ont donné lieu à la réalisation de cartes et de plans à différentes échelles (**Fig. 168**). Le dernier exercice de ce type est le nouvel Atlas de Délos réalisé à l'initiative de l'Ecole Française d'Athènes.

Ce dernier propose la réalisation d'un document planimétrique à différentes échelles (1/5000 pour l'ensemble de l'île, 1/1000 pour certaines zones et 1/500 pour des secteurs spécifiques à très forte densité de vestiges) avec comme principe directeur le recensement des vestiges dans leur état actuel. Ce document cartographique dont l'achèvement est prévu pour 2010 - 2011 servira alors de nouveau référentiel topographique.

Il ne s'agissait donc pas de proposer dans cette étude la réalisation d'un nouveau plan du sanctuaire (ce qui a déjà été déjà réalisé de multiples fois !), mais plutôt de travailler sur le développement d'un outil d'interrogation, fondé sur des données déjà acquises (planimétries des bâtiments, données de fouille ou de sondage, données géophysiques...), et permettant de produire des synthèses cartographiques à la demande. Enfin l'idée était aussi de constituer les bases de données pour permettre à d'autres utilisateurs d'intégrer leurs informations au sein d'un outil d'interrogation générique au fur et à mesure que naîtraient les besoins.

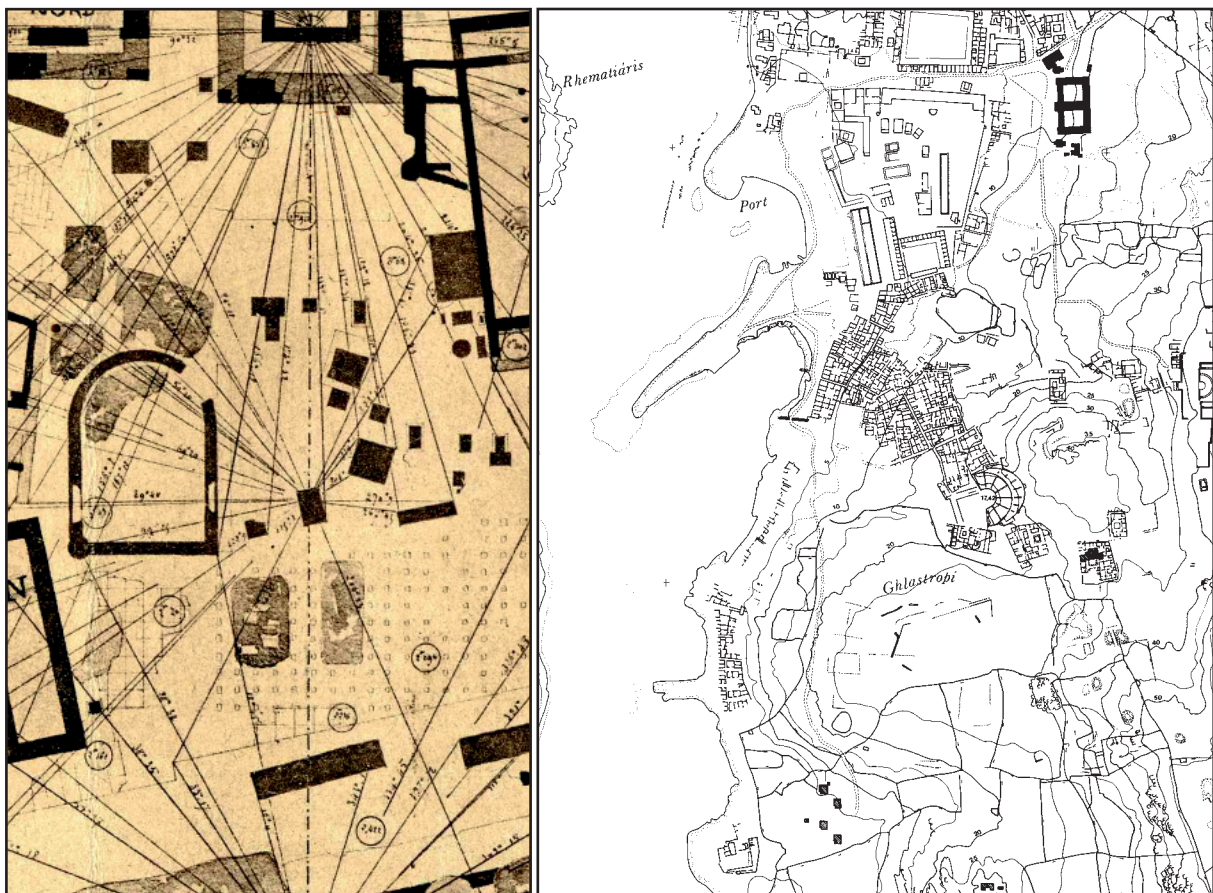


Fig. 168 - Deux exemples de planimétries réalisées sur le site de Délos. A gauche le plan de Nennot datant de 1880 (env. 1/5000) et à droite le plan de Carrier datant de 1984 (au 1/2000).



Fig. 169 - Extrait de l'assemblage du plan Maar de 1904 (au 1/100) est composé de 8 feuilles qui couvrent la zone du sanctuaire. Représentant l'intégralité des vestiges en pierre à pierre suite aux grandes fouilles du début du siècle dernier ce document reste une référence pour tous les travaux des archéologues Déliens.

Le travail s'est donc concentré sur la structure technique et l'organisation générale du système avec comme perspective à la fois d'intégrer de manière souple toute la documentation scientifique déjà acquise (planimétrique ou non) mais aussi d'offrir à tous les utilisateurs potentiels un support de travail dans lequel ils puissent puiser des données et en reverser.

Construire la donnée de référence

Le premier axe de travail de notre développement est donc l'intégration de la documentation. Pour cela, il est nécessaire de disposer d'un référentiel sur lequel l'ensemble des données viendront se caler. L'idée est de prendre comme point de départ les documents graphiques les plus utilisés par les membres de l'équipe, d'en faire une lecture critique (limites, précision, contenus, usages) pour constituer des couches de données géographiques numériques de référence susceptibles de devenir un matériau ré utilisable par tous en fonction des différentes problématiques développées sur le site.

Du corpus des différents documents que nous avons pu consulter, un document a particulièrement retenu notre attention : le plan topographique du sanctuaire au 1/100 en huit feuilles de 1904 dit « plan Maar » (**Fig. 169**). Ce relevé au pierre à pierre des vestiges issus des grandes fouilles du début du siècle dernier, bien qu'ayant plus de 100 ans, est actuellement le document le plus exhaustif et celui qui possède une qualité planimétrique correspondant à un relevé moderne à une échelle du 1/100. Ici, ce que nous avons choisi de privilégier n'est pas tant la précision topographique (bien qu'elle soit très satisfaisante) que la qualité de l'information. Etant de fait

le document de référence encore utilisé par la plupart des chercheurs, il nous a semblé être un bon point de départ pour constituer le socle d'une base de données géographiques.

Nous avons donc effectué une série d'opérations destinées à son géo référencement et à son ortho rectification. Une mission de topographie complémentaire a d'ailleurs été réalisée du 4 au 16 mai 2009 pour acquérir la documentation nécessaire pour valider ces travaux de redressement et compléter le plan Maar sur d'autres aspects (altimétrie générale, murs non mentionnés...).

Une fois calibré, le document a été intégralement vectorisé. Nous disposons aujourd'hui d'une série de couches de données vectorielles permettant de caractériser les différents vestiges architecturaux de notre zone au niveau de chacun des blocs.

Cependant, la simple vectorisation des données, si elle permet de passer d'une image statique (raster) à une image dynamique (vecteur) ne se révèle pas suffisante pour constituer une véritable base de données géographiques utile à la recherche. Il faut encore déterminer le schéma conceptuel général de la base de données. Nous exposons donc dans la suite de ce document les modalités de constitution de cette base de données et les implications méthodologiques qu'elles entraînent.

6.8.3 - L'APPORT POTENTIEL D'UNE BASE DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES À L'ÉTUDE DU SANCTUAIRE DE DÉLOS :

Un des apports majeurs des bases de données géographiques est leur interactivité. Chaque utilisateur peut partir d'une question qui lui est propre et interroger le système d'information pour avoir un résultat qui, dans le cas de figure des bases de données géographiques, aura l'extrême avantage d'être cartographique (sur l'écran ou en sortie sur papier). Il pourra ainsi mettre en relation de multiples informations et visualiser les résultats de cette exploration immédiatement positionnés dans l'espace du sanctuaire. Cette approche exploratoire peut aussi être complétée par des approches plus quantitatives et statistiques permettant de confirmer ou infirmer des hypothèses sur la répartition géographique de données historiques.

Un autre des intérêts d'un SIG réside dans le changement d'échelle : les utilisateurs de la base de données géographiques pourront mettre en œuvre des questionnements à l'échelle du sanctuaire, du bâtiment, ou encore des blocs architecturaux voire des inscriptions nombreuses dans cette partie de l'île.

Sur le sanctuaire de Délos la somme, la diversité et la complexité que représentent les données architecturales et archéologiques restent sans commune mesure avec d'autres sites de même type et de la même période. En effet, l'étude de cette grande quantité d'informations due à une activité humaine intense et à la position stratégique de ce site durant plusieurs siècles ainsi qu'à des conditions de conservation exceptionnelles, est rendue complexe par une grande hétérogénéité liée à la diversité des sources (plus de 150 années de fouilles...) et à l'inégalité de leur contenu (type d'information, fiabilité). La gestion de ces archives doit tenir compte de tous ces paramètres, ce qui conditionne la qualité de leur exploitation scientifique. En outre la multiplicité des acteurs liés de près ou de loin à ce site augmente encore le facteur d'hétérogénéité. C'est donc en tenant compte de ces différentes caractéristiques que nous avons dû développer notre application.

6.8.4 - QUEL MODÈLE DE DONNÉES POUR DÉLOS ?

L'information archéologique possède par nature une caractéristique spatiale qui lui est intrinsèque. Pour être intégrée dans une base de données géographiques le schéma classique veut que l'on mette en place une modélisation permettant de hiérarchiser l'ensemble des données selon une structure prédéfinie (autrement appelée en informatique schéma ou modèle conceptuel des données - SCD ou MCD). Cette organisation de l'information scientifique doit en permettre l'organisation et faciliter un rendu évolutif et dynamique compatible avec les exigences d'une démarche scientifique qui vise à retracer l'évolution de cet espace depuis sa fondation.

La spatialisation et la modélisation - hiérarchisation de l'information, bases de tout SCD, doivent donc impérativement être pensées simultanément. L'intégration d'une donnée géométrique dans la base de données spatiales ne consiste pas simplement en sa traduction cartographique (son dessin), elle nécessite la définition précise de tous les éléments de base qui composeront les unités élémentaires de la base de données puis d'une série de champs composant la description sémantique de chacun de ces objets (ses caractéristiques). Cette double approche garantit la qualité de l'analyse spatiale indispensable pour des études combinées de topographie et morphologie urbaine. Ainsi l'utilisation d'un système d'information géographique, avec ses capacités de base de données géographiques, c'est-à-dire ses facultés de gérer simultanément la dimension spatiale et la donnée attributaire et d'établir des liens, couplées à des propriétés de tris et de traitements statistiques, permet d'aboutir à des cartes raisonnées.

Pour Délos, la configuration des vestiges nous amène à travailler sur un milieu de type urbain. Le développement de bases de données archéologiques appliquées à ce type d'espace est actuellement encore peu développé en archéologie et tout particulièrement en archéologie classique où l'on note une certaine pauvreté de la bibliographie.

Sur ces questions liées à l'organisation de donnée, on peut cependant se référer aux deux modèles français qui sont le modèle PATRIARCHE développé pour l'application nationale PATRIARCHE (carte archéologique nationale) et les réflexions menées à l'initiative du Centre national d'archéologie urbaine (Vol 2, chapitre 5.3) qui propose un modèle de structuration de l'information archéologique en milieu urbain (Chapitre 6.5).

De fait les deux modèles sont assez proches et sont des modèles hiérarchiques développés selon des notions d'objets simples et d'objets complexes qui se réfèrent à la modélisation dite « hyper data base structure » HDBS [BOUILLE 1977].

Seul l'objet simple possède une géométrie. L'objet complexe (EAC ou EFC) étant un assemblage d'unités élémentaires. Ces modèles permettent une série d'emboîtement et la constitution d'objets complexes et souples modifiables à mesure de l'évolution de la réflexion historique. Ce type de d'approche par hiérarchisation constitue une des bases de l'approche archéologique qui fonctionne par le biais d'associations / dissociations d'objets en groupes cohérents.

Cette question du traitement hiérarchique des données archéologiques a fait l'objet d'approches récentes au travers de la question du traitement des stratigraphies notamment avec l'application *le stratifiant* qui à partir d'une base de données d'enregistrement terrain permet d'automatiser la création de diagrammes stratigraphiques [DESACHY 2008].

6.8.5 - PRINCIPES D'ORGANISATION DES DONNÉES DU SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

Produire des états des lieux

La base de données archéologiques de Délos a été conçue pour intégrer des données socio-spatiales que l'on peut interroger pour produire des restitutions cartographiques établies aux moments t_0 , t_1 , t_2 ..., et ce en fonction des problématiques potentiellement infinies de chaque utilisateur de l'application. Elle constitue le noyau de futurs développements annexes.

Cet outil permettra par exemple d'établir des cartographies du sanctuaire à différentes époques. N'importe quelle personne, possédant les connaissances de base, sera en mesure d'établir lui-même les cartes nécessaires à son étude (**Fig. 170, 171**).

La souplesse de cet outil lui permet aussi d'être enrichi relativement facilement par ses utilisateurs : celui qui travaillerait sur la répartition des inscriptions sur tel ou tel temple pourrait lui-même entrer, à partir des premières couches, une nouvelle couche d'information et la relier aux différentes données existant déjà. Au-delà de cette utilisation élémentaire du SIG, celui-ci sera plus fondamentalement utile à tous ceux qui veulent travailler sur la dynamique de l'espace délien : en effet, pour rendre compte de l'évolution de cet espace, la seule approche aujourd'hui maîtrisable consiste à produire des états successifs que l'on compare, sous la forme de restitutions généralement cartographiques. Celles-ci sont forcément statiques, mais l'accès à des outils de calculs et de représentation dynamiques est un moyen puissant de remettre en perspective l'évolution d'un espace donné, en attendant que soient développées les possibilités offertes par l'animation ou des modèles de données plus dynamiques.

On l'a vu plus haut, les modèles archéologiques de représentation et d'analyse d'un espace urbain existant à ce jour se fondent sur la distinction d'objets topographiques auxquels sont associés des fonctions urbaines. Le CNAU, a édité pour les sites urbains métropolitains une typologie fonctionnelle, sorte de thésaurus distinguant différentes fonctions et en donnant une définition. Il nous faudra pour Délos définir une typologie du même ordre. Ce travail reste à faire spécifiquement pour Délos, mais c'est sur une approche de ce type que nous fonderons nos développements.

Entités fonctionnelles

Ce choix est le plus classique en matière de topographie historique : il consiste en la création d'états chronologiques successifs d'un même lieu lorsqu'il change de fonction ou d'emprise spatiale significative. Tous les objets topographiques, éléments matériels présents dans le sol à un moment de son histoire (artefacts dans notre modèle), sont identifiés, localisés et datés. L'aspect fonctionnel étant privilégié, on redessine à chaque fois l'objet dès lors qu'il change de fonction, par exemple un bâtiment civil devient un temple. On dessine alors un objet bâtiment civil puis un second objet temple. Second exemple le même bâtiment, lors d'une seconde phase de son utilisation, est étendu très largement. On dessine alors un premier bâtiment correspondant à la phase 1 et un second bâtiment correspondant à la phase 2.

L'objet est identifié par son nom, un code, et par sa définition fonctionnelle qui s'appuie sur une typologie (celle du CNAU par exemple). L'objet est localisé par ses coordonnées géographiques.

Il est dessiné par un symbole de l'ordre du point tant que sa surface n'est pas connue, puis par une surface dès lors que son extension topographique est connue.

Entités spatiales

D'un état à l'autre, un objet peut réutiliser tout ou partie de l'emprise spatiale de l'état précédent. À cet égard, le choix de l'entité fonctionnelle décrit précédemment présente l'inconvénient de saisir deux fois l'information spatiale : cette redondance de l'information spatiale peut être évitée si l'on considère l'objet d'abord dans sa dimension spatiale, et seulement ensuite dans sa dimension fonctionnelle [GALINIE, RODIER, SALIGNY 2004]. Chaque établissement peut ainsi être découpé en autant d'objets spatiaux simples que nécessaires, qui sont ensuite recomposés selon leurs états fonctionnels. Par exemple, la reprise d'un temple est réalisée sur les fondations de la phase précédente mais y ajoute une extension spatiale : dans ce cas, les seuls objets graphiquement saisis dans la base de données seront les nouveaux murs correspondant à l'extension. Cette méthodologie a été formalisée par le CNAU pour leurs Documents d'évaluation du patrimoine archéologique des villes de France [CULTURE, CNAU 2004].

Les attributs de fonction et de datation s'appliquent dans cette approche à l'objet complexe recomposé qu'est l'entité fonctionnelle. Cette méthodologie si elle reste plus rigoureuse en terme d'analyse spatiale reste cependant largement plus lourde à mettre en place (peut-être trop ambitieuse en fonction des enjeux, des objectifs et des moyens de notre projet ?), car conceptuellement plus complexe et concrètement difficile à implémenter dans les logiciels les plus utilisés par les équipes.

Mise en œuvre du modèle Délien

La mise en place des premières couches de données entraînera la mise en place d'une hiérarchisation de l'information qui passe obligatoirement par la définition de l'élément constitutif élémentaire. Cet élément correspond à l'unité d'enregistrement de l'information scientifique dans la base de données. Il se caractérise d'abord par une position spatiale. Sur Délos, nous nommons cet élément « artefact archéologique ». Il peut prendre la forme d'un point, d'une ligne ou d'un polygone. Il peut s'agir d'un bloc, d'une fosse ou de tout autre vestige archéologique non assimilable à un ensemble fonctionnel. Tout élément d'information, fait archéologique, telles que les inscriptions par exemple, sont assimilées à des vestiges. Chacun est caractérisé, géographiquement par sa représentation graphique, et sémantiquement par un ou plusieurs descripteurs, une matière pour les blocs, une source, des éléments chronologiques (si possible, selon une chronologie qui restera à établir) et un identifiant unique.

À ce niveau élémentaire, l'information doit rester uniquement descriptive, ce qui permet de garantir l'intégration de toute la documentation scientifique, y compris celle non interprétée. Il ne s'agit là que d'entités topographiques telles que définies ci-dessus. Dans notre exemple précis, l'ensemble des éléments figurés dans le plan Maar est alors repris manuellement sous sa forme graphique originale, sans aucune autre interprétation. Chacune des feuilles du plan Maar, a fait l'objet d'une lecture critique détaillée et tous les éléments représentés ont été catégorisés et décomposés en entités spatiales élémentaires pour être intégrés dans la base de données.

L'interprétation fonctionnelle intervient dans un second temps par la hiérarchisation et les regroupements des différents objets. Ces regroupements s'effectuent par le biais de recrutements [LORHO 2005] permettant de composer des unités fonctionnelles qui seront regroupées pour

composer des ensembles archéologiques cohérents.

Quatre niveaux hiérarchiques ont été définis selon un schéma type artefact/mur/pièce/bâtiment. Ces différentes associations de structures vont pouvoir être regroupées pour constituer un ensemble archéologique cohérent qui, pour faire une analogie, correspond à l'EA (Entité archéologique) dans l'application PATRIARCHE. Le modèle d'organisation des données que nous proposons ici est très largement basé sur les travaux réalisés par Th. LORHO qui a mis en place sur la ville de Rennes dans le cadre de l'application PATRIARCHE un schéma conceptuel de données (SCD SIGUR¹) destiné à compléter l'application PATRIARCHE pour gérer à l'échelle d'une ville les différentes données archéologiques.

Th. LORHO propose un exemple assez éclairant de ce processus d'analyse par une réunion d'objets simples correspondant à la hiérarchisation des structures archéologiques. Il résume cet exemple dans un schéma présentant un cas de figure construit à partir de 11 objets simples, à savoir 11 murs. On peut y lire la constitution d'éléments hiérarchiques de 2^e niveau et de 3^e niveau qui possèdent une interprétation motivant leur création et une chronologie qui résulte de celles des structures qui les constituent directement ou indirectement. Ainsi, dix des onze murs représentés sur le SCD constituent trois pièces et un bâtiment.

L'entité archéologique va donc être constituée par le recrutement d'un certain nombre d'objets simples et/ou complexes. Ainsi, cette entité, une *domus*, se compose d'un bâtiment pouvant être la partie résidentielle, d'une pièce isolée correspondant à une dépendance et d'un mur isolé pouvant correspondre à une partie d'un mur de limite de propriété. Tous les éléments hiérarchisés ou non entrant dans la constitution de l'EA sont répertoriés. Cette hiérarchisation et ces regroupements d'éléments hiérarchisés sont réversibles et modifiables instantanément à tous les niveaux, et les modifications sont immédiatement répercutées à l'ensemble de la base.

Au-delà de la mise en place du modèle conceptuel de données et de la base de données (qui en soit représente une avancée considérable, puisqu'à ce jour les seuls documents existant sur Délos sont des documents graphiques - cartes et plans), il serait souhaitable, comme il a été fait pour le module SIGUR, d'envisager le développement d'une application informatique basée, cette fois, sur des technologies Open-Source et qui puisse être mise à disposition de la communauté des chercheurs. Actuellement, la recherche archéologique française sait proposer des synthèses et des analyses historiques reconnues, mais reste faible sur la question de la capitalisation des expériences et sur la question du développement d'outils informatiques concrets. A l'heure de l'*Open source* et de la diffusion des données, il est temps que les différentes expériences méthodologiques soient implémentées dans des applications modulaires, non propriétaires, développables et transposables à différents sites et différents contextes. Délos constitue de ce point de vue un champ d'expérimentation méthodologique exemplaire par l'ampleur de ses vestiges et pourrait servir de référence.

6.8.6 - PRINCIPES D'ORGANISATION GÉNÉRALE ET ARBORESCENCE DU SIG

En termes d'administration de la base de données, le principe qu'il est important de promouvoir est celui du partage. Toutes les couches créées doivent être à la disposition de tous les participants du projet dès lors que ces données restent à leur propre usage et ne sont pas diffusées à l'extérieur

1 - SIGUR : système d'information pour la gestion des données urbaines de la ville de Rennes

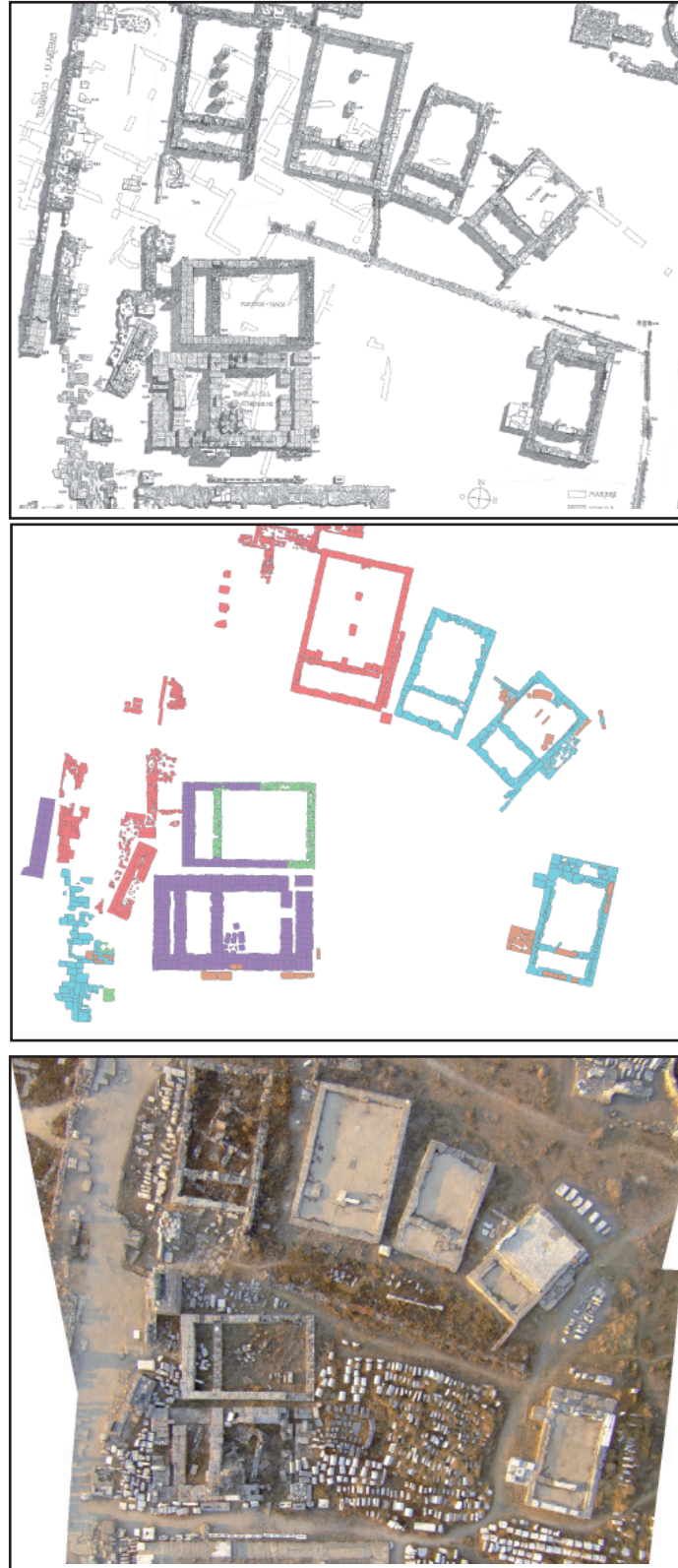
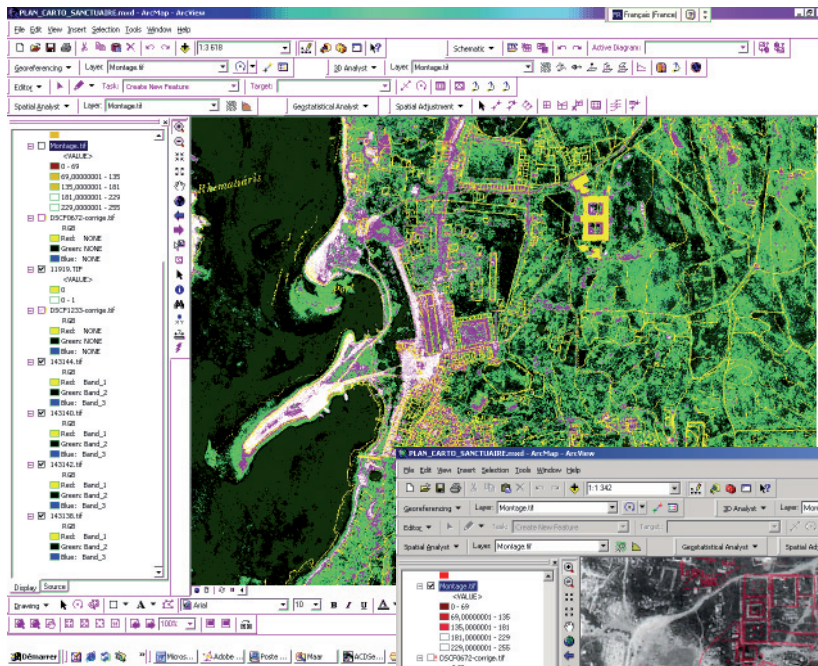


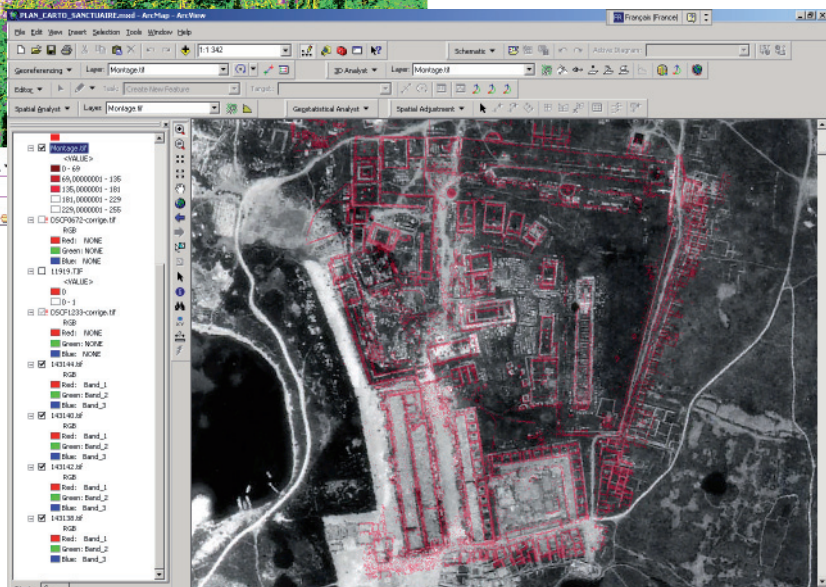
Fig. 170 - Les couches de données du système d'information de Délos sont issues du plan Maar de 1904 (image en haut). A partir de cette image, l'intégralité des données sera vectorisée pour constituer des couches de données de l'ensemble des vestiges relevés sur ce document (image du milieu). D'autres données viendront ensuite compléter cet ensemble comme une orthophotographie réalisée par cerf-volant (image en bas) ou encore des données topographiques. Les plans de fouilles et l'ensemble de la documentation graphique existant sur le site pourront ensuite être intégrés à la base de données géographiques.

1



683

2



3

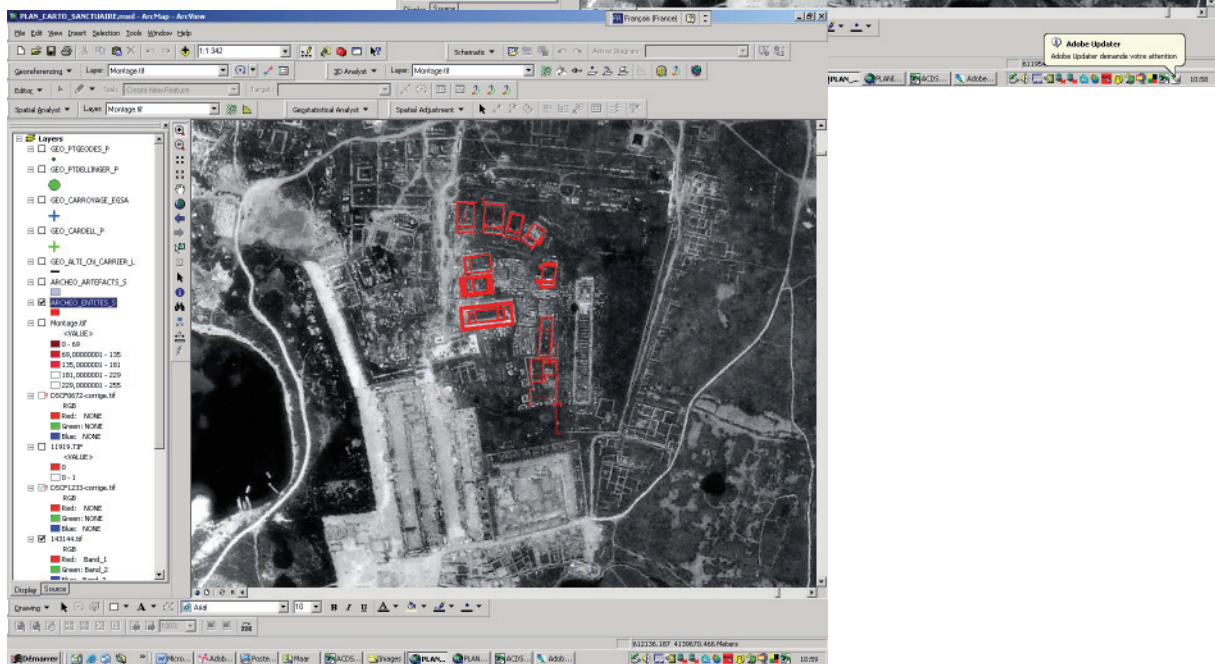


Fig. 171 - Sur ces photos d'écran, les différentes données sont géoréférencées. On peut ainsi passer de l'échelle du sanctuaire (1) à celle du bâtiment (2 et 3) et de la structure archéologique pour construire des visions de synthèse de l'ensemble de ses données.

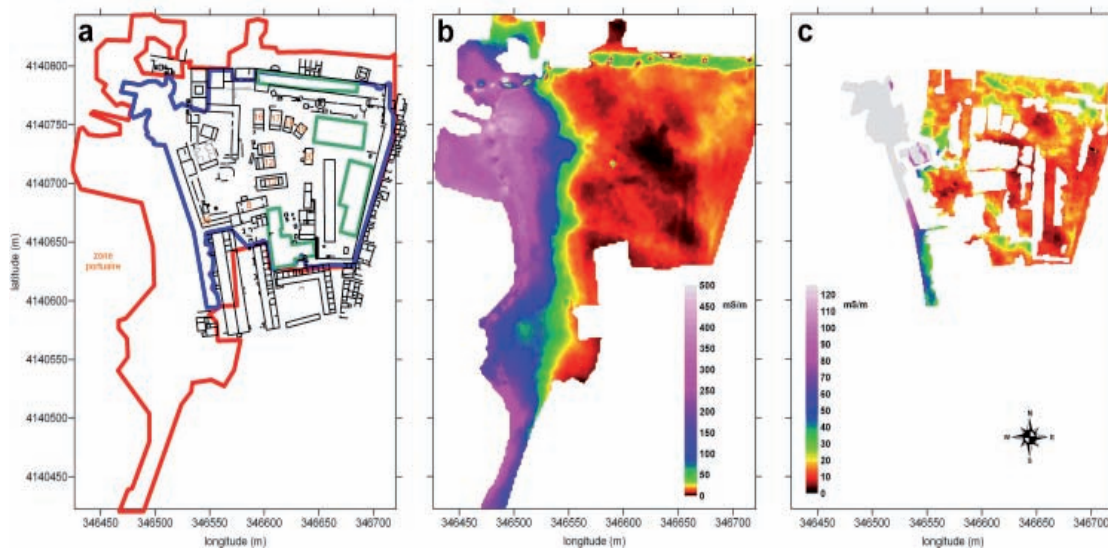


Fig. 172 - Différentes prospections géophysiques ont été réalisées sur la zone du sanctuaire et seront intégrées prochainement dans la base de données géographiques. Présentation des résultats : a) localisation de l'ensemble des prospections géophysiques réalisées sur le site en août 2008 par rapport au plan des principales structures identifiées en fouille par l'Ecole Française d'Athènes – En rouge le contour de la prospection électromagnétique à l'EM31, en bleu le contour de la prospection électromagnétique à l'EM38, en vert le contour des prospections magnétiques ; b) imagerie électromagnétique obtenue à l'EM31 ; c) imagerie électromagnétique obtenue à l'EM38.

de leur propre institution. La contrepartie de cette ouverture est que toute nouvelle couche d'information se trouve versée dans la base de données collective sur la base d'une procédure d'intégration pré définie. En outre, tout utilisateur de la base de données s'engage à respecter un cahier des charges minimal pour le développement de ses propres couches d'information et à fournir les informations nécessaires pour la constitution du dictionnaire des métadonnées. Cette logique de conduite de projet nécessite un administrateur qui est le garant de la cohérence générale de la base de données et de son utilisation sur le long terme. Elle s'inscrit donc au-delà de la simple gestion de projet qu'elle utilise pour mettre en place une structure de travail et de collaboration.

Ainsi, on pourrait organiser la mise en place sur le site même de Délos, d'un outil de consultation et d'interrogation de la base de données géographiques. Il faut alors distinguer au moins trois niveaux d'intervention :

- Un niveau d'administration : l'administrateur de la base de données est le garant de la cohérence de l'ensemble des couches d'information. Il veille à leur intégration et accède à l'intégralité des données en lecture et en écriture.
- Un niveau de contribution thématique : le contributeur enrichit la base de données géographique sur un thème défini. Il est responsable de son thème de donnée et des couches qu'il propose. Il accède à l'intégralité des autres couches de données en lecture.
- Un niveau de consultation : ici, l'utilisateur n'est pas un contributeur et il n'a pas vocation à enrichir le système ni à modifier les couches de la base de données. Il consulte

l'intégralité des informations et peut produire les cartographies qu'il souhaite.

Sur plan technique, c'est le logiciel ArcGIS® de la société ESRI qui est actuellement utilisé. Ce produit est aujourd'hui un standard incontournable. Il est cependant difficile d'envisager pour les futurs utilisateurs la mise à disposition et la maintenance de licences de ce produit qui restent encore aujourd'hui relativement coûteuses. En revanche, on peut tout à fait imaginer la mise à disposition et l'organisation de formations sur des produits *Open-Source* dont l'offre est actuellement en pleine progression (GvSIG®, Open Jump®, Quantum GIS® sont quelques uns des produits GIS libres les plus courant actuellement). Ces produits, autrefois difficiles à utiliser offrent aujourd'hui une gamme de fonctionnalités très intéressantes et bénéficient de communautés de développement qui sont garantes de leur pérennité.

Sur plan du référencement géographique, nous avons privilégié le système Grec EGSA, car ce choix nous semblait plus cohérent du point de vue des échanges potentiels avec les autorités. En revanche, l'ensemble de la documentation Délienne n'étant que très rarement référencée en coordonnées géographiques, mais plutôt dans un système local non rattaché au système grec (Système Dellinger dont l'origine se trouve sur le mont Scynthe au centre de l'île), il nous faut travailler à la mise en place de routines destinées à reprendre les données pour les mettre dans le système de coordonnées grec. Il faut rappeler pour mémoire que les planimétries de Délos ont été produites selon au moins deux systèmes de référence (projection et altimétrie) différents : le système Dellinger encore en cours actuellement auprès des archéologues et le système EGSA pour toutes les cartographies militaires et nationales. Le plan Maar, quant à lui, a été réalisé sur la base d'un autre système mis en place par Bellot en 1904.

Chacune des couches de données comportant des coordonnées planimétriques et des données altimétriques devrait donc contenir les données dans ces trois systèmes. Pour régler ces questions de passage d'un système à l'autre, des fichiers de projection définissant les paramètres de chacune des transformations nécessaires seront fournis avec les différentes couches de données.

6.8.7 - PERSPECTIVES : INTÉGRATION DE NOUVELLES DONNÉES ET DÉVELOPPEMENT D'INTERFACES

Pour le moment, des couches de données ont été définies et constituent le premier noyau du système d'information. D'autres viendront par la suite enrichir cette première liste (**Fig. 172**). Plusieurs opérations menées en parallèle pourront trouver dans la base Délos un support d'intégration : plusieurs prospections géophysiques sur le sanctuaire et au niveau de l'ancien port permettront de compléter les informations déjà collectées. Le travail de thèse de F. HERBIN sur les petits monuments votifs du sanctuaire permettra sans doute de développer un nouvel aspect du système d'information.

Comme nous l'avons souligné plus haut, un des enjeux des développements futurs sera la mise en place d'interfaces permettant à tous les utilisateurs travaillant sur Délos d'accéder à un outil d'interrogation et d'analyse de la donnée acquise.

Cet outil doit permettre de décloisonner une recherche aujourd'hui très segmentée (étude bâtiment par bâtiment ou type de vestiges par type de vestiges) pour replacer l'espace du sanctuaire au centre du processus de recherche. L'application est mise en place aussi pour construire une communauté de pratique des chercheurs et permettre une meilleure diffusion des résultats de la

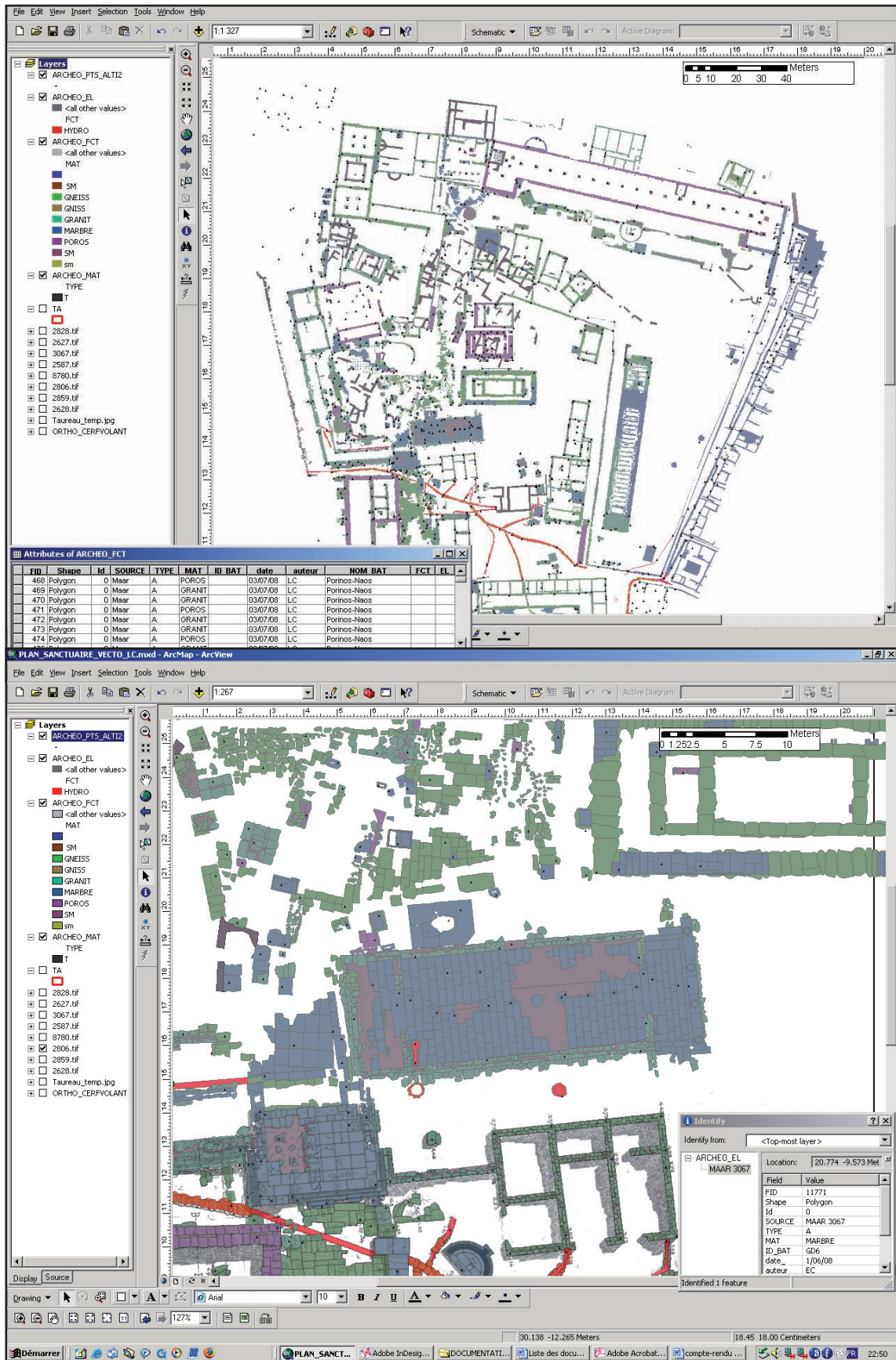


Fig. 173 - Etat de la base Délos en cours de développement (au 31 janvier 2009). La base de donnée compte aujourd'hui plus de 50 000 objets qui reprennent l'intégralité du plan Maar sous la forme d'entités vectorielles réparties dans plusieurs couches de données topologiquement cohérentes : les artefacts, les entités archéologiques et architecturales, les éléments topographiques.

recherche auprès des publics et pour aller au-delà de l'éparpillement actuel des informations.

Bien entendu les écueils restent nombreux et vont au-delà de la question technologique. Selon nous, c'est au niveau de la conduite de projet que se joue le succès de ce développement. Contrairement aux projets développés avec l'aide de la puissance d'une institution en arrière plan (cf. Val-d'Oise), le projet Délos est un projet qui ne bénéficie, comme la plupart des projets de recherches archéologiques, que de peu de moyens au final. Il n'y a donc pas de logique de planification lourde définie au préalable.

Un projet de ce type ne peut donc s'inscrire dans la durée que s'il se présente de manière cohérente avec les pratiques des utilisateurs qui le construisent. En outre, il est nécessaire de procéder par incréments successifs ponctués de livrables identifiables par la communauté (Cartographies, atlas, articles méthodologiques...). Ces livrables permettent non seulement de faire des états du développement du projet mais aussi de réévaluer globalement ses modalités de développement.

6.9 - ELCHE

Résumé : La zone nord d'Elche recèle un ensemble exceptionnel de carrières qui ont été exploitées de la période Ibérique jusqu'à la période Moderne. La découverte en 2005 d'une ébauche de sculpture de la période Ibérique dans le chapelet de carrières au lieu dit El Ferriol a suscité la relance d'un programme de recherche sur l'exploitation de la pierre sur la longue durée.

La démarche conçue comme multidisciplinaire associe géologues, archéologues et géomaticiens autour du développement d'un outil de gestion et d'analyse des données liées à ces exploitations.

FICHE SIGNALÉTIQUE :

- **Lieux :** Elche (Espagne)
- **Echelle(s) :** De la fouille archéologique (carrière) à l'analyse de la répartition des établissements dans le massif montagneux et au territoire de la ville d'Elche et des communes environnantes
- **Institutions :** UMR 7041, ArScAn - Equipe Monde Grec, monde grec Archaique, Casa de Velazquez, Université d'Alicante, Institut Albert de LAPARENT,
- **Responsable(s) de projet :** P. ROUILLARD (Responsable de fouille, UMR 7041 ArScAn), S. ROBERT (Approche archéogéographique, UMR 7041 ArScAn), L. COSTA (Développement des bases de données géographiques, UMR 7041 ArScAn)
- **Opérateurs principaux de la base de données géographiques :** L. COSTA (Traitement des données, cartographies, UMR 7041 ArScAn)
- **Dates de début de projet et état de développement :** 2007, en phase de développement.

PIÈCES ANNEXES

1. Atlas des carrières au 1/2000

6.9.1 - LE PROGRAMME ELCHE¹

L'organisation de l'exposition « *Les Ibères* » (1997) avait été l'occasion de rouvrir la question des matériaux mis en œuvre par les sculpteurs ibères. Ch. MONTENAT, géologue, Professeur à l'Institut de géologie Albert de LAPARENT (IGAL), après avoir déterminé la provenance du calcaire qui avait été utilisé par le sculpteur de la Dame d'Elche au V^e siècle av. J.-C., dans la montagne entre Elche et Aspe (Espagne, Province d'Alicante), au lieu dit *El Ferriol*, voulut poursuivre son enquête dans le cadre des programmes de l'UMR 7041 ArScAn. L'étude géologique du site d'*El Ferriol* a été achevée par un doctorant de l'IGAL, C. CAGNAISON, en avril 2005 ; au cours de ses travaux, il a découvert une ébauche de sculpture, une découverte exceptionnelle dans le monde antique.

Il s'agit d'un buste masculin à mi-corps, casqué. Une faiblesse de la pierre et/ou une maladresse du sculpteur ont provoqué la cassure du bloc, sur son côté gauche, et son abandon sur place. Le travail a pu être daté au IV^e siècle av. J.-C. Cette sculpture a été d'abord publiée dans les *Mélanges de la Casa de Vélasquez* et présentée à l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres.

¹ - Les présentes pages reprennent les éléments des rapports de mission et articles réalisés depuis 2007 : [COSTA 2007] Costa (L.) - *La Malladeta, Villajoyosa (Generalitat Valenciana, Espagne). A propos du relevé des façades de la Villa Ciacomina*, Rapport de mission, campagne 2006.2007, 26 p. [Rapport d'activité]. [ROUILLARD 2008] Rouillard (P.) Dir. - *Mission archéologique Franco-espagnole*, Rapport de campagne 2008, 41 p. [Rapport d'activité]. [ROUILLARD 2007] Rouillard (P.) Dir. - *Mission archéologique Franco-espagnole*, Rapport de campagne 2007, 30 p. [Rapport d'activité]. [ROUILLARD 2006] Rouillard (P.) Dir. - *Mission archéologique Franco-espagnole*, Rapport de campagne 2006, 30 p. [Rapport d'activité]

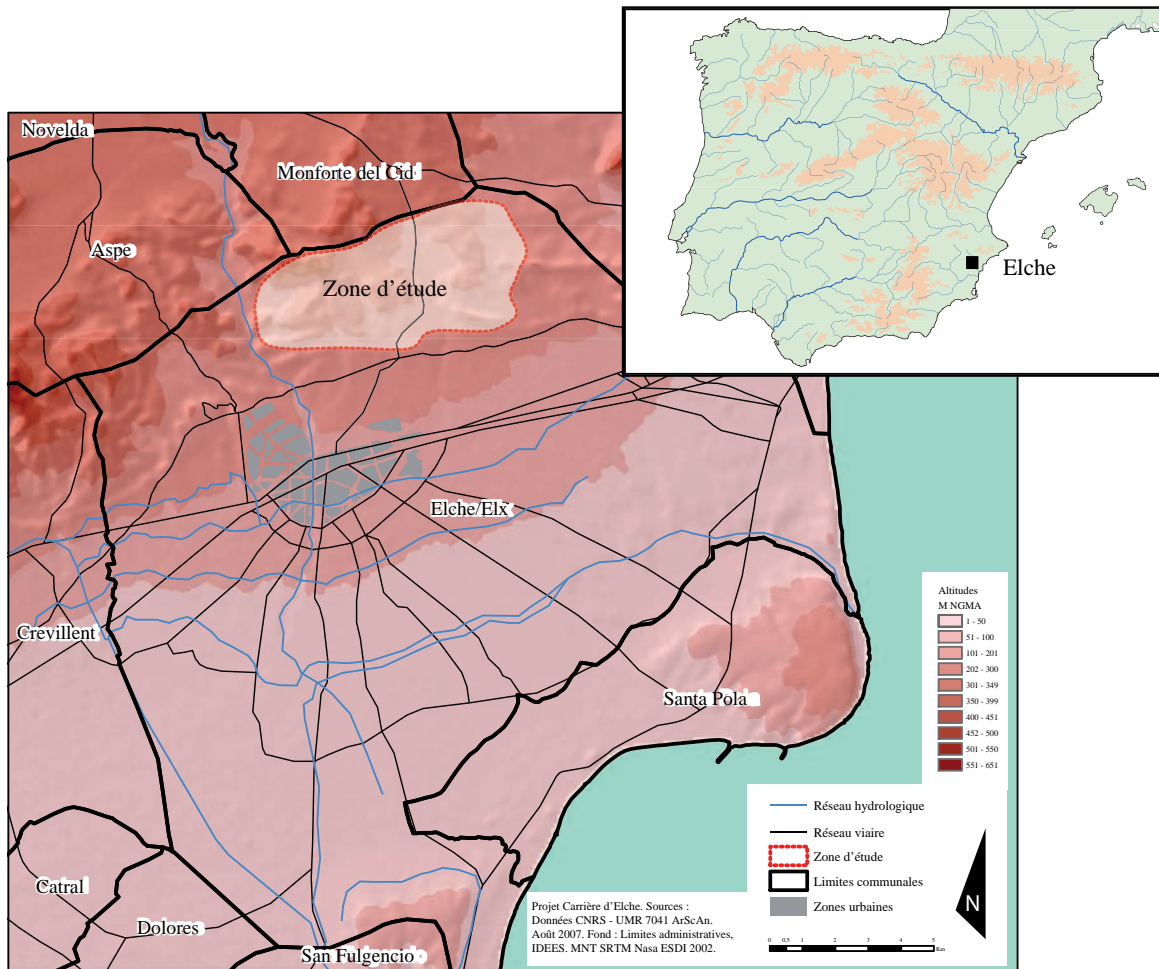


Fig. 174 - Carte générale de situation.

Une telle ébauche de sculpture est une pièce unique en Espagne et sa découverte a ouvert un nouveau domaine de travail interdisciplinaire dans la longue durée, puisque ces carrières ont été en exploitation de l'époque ibérique aux années 1950. Toute la chaîne de production d'une sculpture peut ici être envisagée, de la carrière à l'atelier de sculpture localisé près du lieu d'extraction de la matière première.

En avril 2007, a été inauguré un programme de travail associant archéologues, topographe-géomaticien, géologue et G. Monthel (UMR 7055), spécialiste des carrières antiques. Des carrières préromaines aux carrières qui fournirent le matériel de construction de l'église Santa Maria de Elche au XVIII^e siècle, le site permet de suivre l'évolution des techniques de taille, d'extraction et d'évacuation des blocs sur plusieurs siècles.

Il s'agit ici d'un travail tout à fait nouveau, associant des spécialités multiples, où l'historien aura la possibilité de cerner de l'époque médiévale au XIX^e siècle, grâce aux actes de concessions conservés aux archives de Elche, les modalités d'exploitation et l'environnement social de ce site. Le chantier archéologique est alors au départ d'une étude sur la longue durée et le système d'information géographique constitue le noeud central des différentes approches de cet espace.



Fig. 175 - Vue panoramique de la zone de Peligros. On aperçoit sur les coteaux les différentes exploitations de la pierre.

6.9.2 - ANALYSE DES CARRIÈRES D'ELCHE : UNE APPROCHE CARTOGRAPHIQUE

Les massifs calcaires de la zone Nord d'Elche (Espagne) ont fait l'objet d'une exploitation intensive de la pierre sur plus de 25 siècles (de l'époque Ibérique à la période moderne). Cette activité a laissé des traces multiples dans le paysage.

Une première reconnaissance de terrain menée en avril 2007 a permis de se rendre compte de la densité et de la qualité exceptionnelle de ces vestiges. Nous avons procédé à un premier repérage visuel sur trois zones préalablement définies : *El Ferriol*, *Peligros* et *El Canteres* (Fig. 174, 175).

Sur ces trois zones, nous avons reconnus au total 58 établissements correspondant à des exploitations de pierre de toutes tailles et de toutes époques (dont certaines très anciennes : *El Ferriol II*). Les établissements visités aux lieux-dits *El Ferriol* et *Peligros* ont été localisés à l'aide d'un GPS et les coordonnées² de leurs centres relevées.

Parallèlement à cette approche terrain, nous avons pu réunir les premiers éléments de cartographie et leur associer des clichés photographiques afin de composer un premier *corpus* documentaire sur la région. Cet ensemble nous a permis de développer un embryon de SIG.

C'est sur la base de l'analyse de ces informations que nous avons pu proposer une ébauche d'analyse de la répartition spatiale de ces établissements. Par ailleurs, la campagne 2008 a été l'occasion de préciser cette première approche par des levés topographiques et des relevés de terrain détaillés.

L'ensemble de la documentation a été numérisé et intégré (dans sa grande majorité) dans une base de données géographiques (« Bd Elche »). Nous avons ensuite effectué une série de traitements semi-automatisés et une analyse de carto et photo-intéprétation destinés à repérer dans le paysage l'existence d'anomalies topographiques susceptibles d'être des exploitations de pierre.

Pour des questions de commodités, nous avons engagé nos premiers travaux sur les trois zones que nous avons préalablement prospectées (*Peligros*, *El Canteres* et *El Ferriol*). L'idée était alors de comparer les données résultantes de l'analyse de la documentation avec les données issues directement du terrain.

Une fois la démarche de repérage validée, nous avons peu à peu étendu à toute la zone Nord d'Elche (correspondant aux 18 feuilles au 1 / 2000) notre approche. Cette aire géographique

2 - La localisation a été réalisée l'aide d'un GPS Garmin 45. Malgré la faible précision de ces pointages (10 à 20 m en planimétrie et 20 et 50m en altimétrie), nous avons pu cependant disposer d'un premier set de données nous permettant d'évaluer la densité de vestiges potentiels.

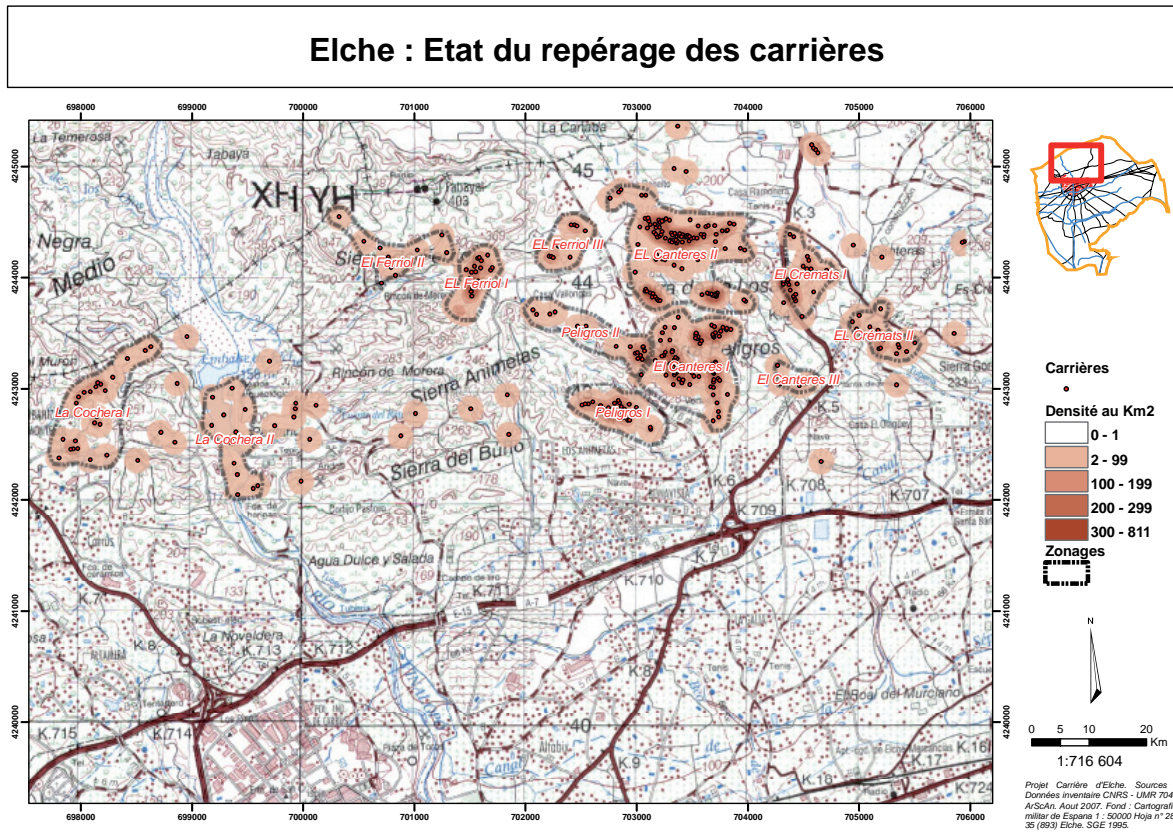


Fig. 176 - L'état du repérage.

a été choisie pour des questions de temps mais aussi et surtout pour des questions d'accès à la documentation. Le document réalisé par l'Ayuntamiento de Elche, au 1 / 2000 s'est révélé d'une très grande qualité et nous a servi de socle pour l'ensemble de notre travail. Il nous a permis de développer une méthodologie originale de repérage et d'inventaire d'indices d'exploitation nous permettant, durant cette première approche, de multiplier par six le nombre d'établissements reconnus susceptibles d'être interprétés comme des exploitations de la pierre. Des 58 établissements repérés sur le terrain et regroupés sur nos trois zones de prospection, nous aboutissons actuellement à un premier *corpus* de 387 établissements supposés. Bien entendu, il ne s'agit là que d'indices dont l'existence demande à être confirmée par des visites de terrain et par une poursuite de l'analyse de la documentation. Cependant, malgré les erreurs d'interprétation inévitables, il n'en reste pas moins que la zone de Elche se révèle d'une richesse en indice d'exploitation sans commune mesure par rapport aux zones exploitées connues à ce jour.

Cette approche globale a été confrontée à une étude plus détaillée d'une zone de carrière (*El Ferriol II*) dans laquelle une fouille a été engagée. Enfin, un inventaire et un relevé systématique de toutes les exploitations a été réalisé à l'échelle de la vallée durant la campagne de terrain 2009.

Nous présentons donc l'état d'un travail en cours. Les documents qui sont livrés sont avant toute chose des supports de travail dont la facture cartographique reste simpliste. Ils seront complétés, développés puis remis en forme dans une prochaine phase de ce travail suite à de nouvelles prospections et à une campagne de sondages prévue courant 2010.

A cette étape du travail, nous avons formalisé quatre types de documents (cf. Annexe) :

- des cartes de synthèse présentées au 1/50000 et au 1/25000 qui présentent les premiers résultats de l'analyse de carto et photo interprétation et qui permettent de se rendre compte de la répartition générale des vestiges (**Fig. 176**),
- une ensemble de documents au 1/5 000, sorte d'atlas, construit sur le fond de plan de l'*Ayuntamiento* qui livre la localisation précise de chacun des établissements repérés en carto et photo interprétation sous la forme d'un point numéroté (**Fig. 177**),
- une carte au 1/500 présentant le résultat à l'échelle de la vallée de la prospection pedestre réalisée pour le repérage de l'intégralité des fronts de taille, artefacts liés aux exploitations (citernes, voies, très petites exploitations...) (**Fig. 183**),
- des cartes et plans de la carrière El Ferriol II, 1 qui montrent les délimitations précises d'un front de taille ainsi que des restitutions 3D (**Fig. 185, 186**).

6.9.3 - LA MÉTHODE : ENTRE TERRAIN ET ANALYSE DOCUMENTAIRE

Parallèlement aux prospections liées à la campagne de terrain, nous avons concentré nos efforts sur la constitution et l'exploitation d'une base de données géographiques : *Bd Elche*. Le présent chapitre décrit sommairement les différentes composantes qui constituent cet outil.

La base de données géographiques Elche

La base de données « *Bd d'Elche* » a été réalisée à l'aide du logiciel SIG Arc-Gis 9.2®. L'ensemble des données est référencé dans le système de projection espagnol UTM1950 Z30 et dans le système altimétrique d'Alicante (NGMA).

La base est composée à ce jour de plus de 50 couches de données vecteurs et rasters qui se répartissent en trois ensembles qui constituent aussi les niveaux de l'arborescence de stockage physique de l'information :

- Les données géographiques : ce sont les données de référence qui décrivent le territoire sous ses différentes composantes et sur lesquelles toutes les opérations de localisation sont fondées. Elles sont généralement produites par des organismes publics nationaux (IGN) ou locaux (ICV ou Ajuntament de Elche).
- Les données environnementales : ce sont des données plus spécifiques qui correspondent à des descriptions de l'environnement dans son sens large. Les données géologiques ou géomorphologiques par exemple font partie de cette thématique. Comme les précédentes, elles sont généralement produites par des organisme publics ou des institutions spécialisées.
- Les données archéologiques et historiques : ces données correspondent aux données produite à l'occasion des différentes investigations archéologiques ou historiques. Les données d'inventaire des carrières que nous avons collecté durant les campagnes de terrain sont de cet ordre.

L'ensemble est stocké de manière générique au format *.shp* afin de pouvoir être exploité si

nécessaire sur différentes plateformes techniques.

Un descriptif de chacune des couches (métadonnée) est associé à la base de données géographiques. Ces descriptifs sont livrés en annexe de ce document. Le modèle de description de ces données est normalisé et s'inspire de la norme européenne (ENV 12657, francisée en norme ISO 19116) de description des métadonnées.

La documentation disponible pour la constitution de la base de données géographiques

Nous disposons d'une série de documents cartographiques et photographiques sous format papier et/ou numériques nous donnant des descriptions du territoire à différentes échelles et à différentes époques. Pour les cartes contemporaines, nous disposons de :

- **1 carte géographique au 1/50 000.** Cette carte réalisée par le service géographique de l'armée espagnole nous livre une description complète du territoire à l'échelle du 1/50 000. Elle permet de disposer d'une vision de synthèse à l'échelle de la commune de Elche. Cette carte a été numérisée et géo référencée.
- **Des cartes géographiques au 1/25 000.** Cette carte réalisée par l'Instituto Geografico National (IGN) est la carte de référence pour l'espace. Elle correspond sur le contenu et sur le mode de représentation à la carte topographique au 1/25000 française. Elle permet de disposer d'un référentiel décimétrique sur toute la zone. Deux cartes permettent de couvrir toute la zone d'étude. Elles ont été numérisées, mosaïquées et géo référencées.
- **Des cartes géographiques au 1/10 000 de l'Instituto Cartografia Valenciana (ICV).** L'ICV est l'institut de cartographie de la généralité de Valencia. Elle produit une carte topographique au 1/10 000 de l'ensemble de la généralité. Ce document livré uniquement sous sa forme numérique est en accès libre sur le site Internet de l'ICV et téléchargeable. En revanche son contenu et sa précision correspondent globalement à celui de la carte topographique au 1/25 000 et les fichiers mis à disposition sont des fichiers en format propriétaire, non structurés et non informés rendant délicate leur utilisation. Ce document reste cependant un support précieux puisque disponible sur tout le Valenciana.
- **18 feuilles de la carte topographique numérique au 1/2 000 de l'Ajuntament de Elche.** L'Ajuntament de Elche produit un plan numérique au 1/2000. Ce document décrit toutes les composantes topographiques du territoire. Il s'appuie sur une mission aérienne et une photo-interprétation développée spécifiquement pour l'occasion. Sa précision est inférieure au mètre et les courbes de niveau sont d'une très grande finesse. Il est le document le plus exact et le plus riche qui existe sur la zone. Il reste cependant structuré sur une logique DAO et demande des travaux de restructuration pour pouvoir être utilisé dans la base de données géographiques Elche.

Pour les cartes anciennes, nous disposons de :

- **1 carte géographique au 1/50 000.** Cette carte réalisée par le Service géographique de l'armée espagnole est la version ancienne de la carte militaire au 1/50 000. Outre la vision de synthèse qu'elle offre, certaines carrières sont parfois mentionnées.

Nous disposons aussi de photographies aériennes :

- **1 mission aérienne datant de 1945 au 1/50 000 réalisée par l'IGN.** Cette mission permet de disposer d'un fond aérien ancien. Son intérêt est limité pour le repérage des carrières, mais en revanche ces clichés donnent une bonne image du paysage d'Elche au sortir de la seconde guerre mondiale avant industrialisation.

Les ressources Internet :

Plusieurs institutions espagnoles mettent à disposition des données géographiques soit par accès à des services cartographiques soit par téléchargement sur des serveurs FTP ou encore sur des services WFS. Quelques unes de ces institutions sont organisées au sein d'un réseau, le réseau IDEE, qui leurs permettent de proposer gratuitement l'accès à un très riche catalogue de données. Nous en avons référencées une série qui sera utile au développement de nos démarches :

- **Le Réseau IDEE** : topographie, limite de communes, MDT, etc...
- **Ministerio de Fomento** : cadastre, occupation des sols...

De manière complémentaire aux instituts espagnols existe une offre américaine tournée vers l'international qui permet de disposer d'une série de scènes satellitaires et de données altimétriques sur l'ensemble de la surface du globe :

- **USGC** : Earth Science Data Interface (ESDI), SRTM, images Landsat

La mise en place de la base de données géographiques et du SIG

Ces données ont été regroupées au sein d'une base de données géographiques. Les objectifs de cette base sont :

- faciliter la consultation et le croisement des données,
- autoriser la production d'une cartographie dynamique de la répartition des carrières,
- ouvrir sur des potentiels d'analyse spatiale de ces établissements,
- constituer un outil stratégique pour orienter les futures missions de terrain.

Comme dit plus haut, les travaux 2007 et 2008 ont été ciblés autour de l'inventaire, la numérisation et le géoréférencement de cet ensemble documentaire. Pour la base de données « *Bd d'Elche* » nous nous sommes appuyés sur deux documents de référence :

- La carte topographique au 1/25 000 de l'IGN (Instituto Geografico National) a été la première à être geo-référencée. Elle a été la base pour le géo-référencement de toute la documentation cartographique et photographique et la construction d'une série de couches utiles pour les analyses à l'échelle micro-régionale ;
- Le fond topographique numérique au 1/2000 de l'*Ajuntament* d'Elche en 18 feuilles. Ce document déjà positionné dans l'espace a été la base pour toutes les opérations d'analyse détaillée et de repérage précis.

L'intégration et l'analyse des données

Plutôt que de travailler sur l'ensemble de la zone nord d'Elche, nous nous sommes recentrés

sur les deux zones *d'El Ferriol* et de *Peligros*. Nous avons ensuite réalisé un travail d'analyse de la topographie en photo et carto-interprétation sur ces zones afin d'en comparer les résultats avec les données de terrain. Une fois cette validation croisée réalisée sur ces deux zones test, l'analyse a été étendue à une zone plus vaste couvrant les 18 feuilles du fond topographique au 1 / 2 000.

En préalable à l'analyse décrite ci-dessus et sur la base des premières observations de terrain, nous avons modélisé ce qui nous semblait être la morphologie typique d'une carrière. Nous avons dégagé trois indicateurs qui nous semblaient exploitables pour systématiser leurs repérages :

- discordance de pendage avec la tendance normale du pendage de la colline : front de taille plus ou moins marqué,
- anomalie de forme dans le développement « naturel » des courbes de niveau : forme de carré ou « patatoïde »,
- orientation divergente des fronts de taille par rapport à la tendance normale de la colline.

Le plan au 1/2 000 de l'*Ajuntament* de Elche, par sa qualité, nous a servi de base de départ. Ce document topographique datant de 2002 propose une lecture très fine des différents éléments qui composent le territoire. Réalisé par les services de l'*Ajuntament* sur la base d'une photo-interprétation de clichés aériens de l'ICV au 1/2000, ce fonds livre des informations sur l'altimétrie, le réseau viaire, la toponymie... avec une précision planimétrique centimétrique. Les courbes de niveau y sont indiquées tout les deux mètres contre cinq mètres pour la carte au 1/25 000. De plus, étant déjà au format numérique (fichiers . dwg Autocad®), nous disposions là d'une base de traitement.

De ces documents, nous avons extrait plus spécifiquement deux thèmes de données spécifiques :

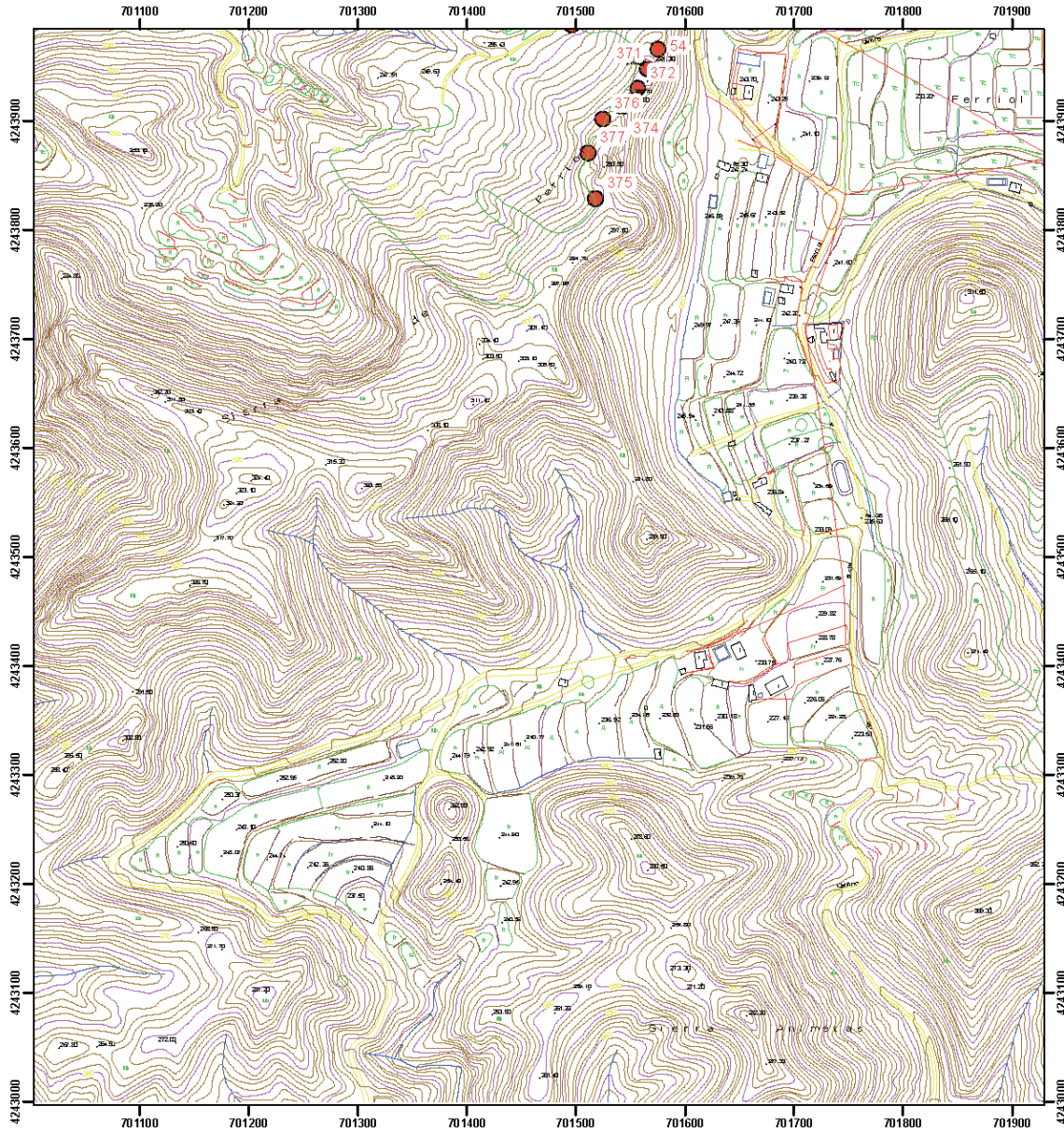
- Les objets traitant de l'altimétrie (courbes isolignes et points cotés). Ces données ont été transformées en objets 3D (TIN) puis en grille (MNT) pour pouvoir être traitées numériquement. Les indicateurs de pendage et d'orientation ont été calculés et les anomalies extraites pour être comparées aux données de terrain,
- les objets identifiés comme des ruptures dans les courbes topographiques normales. Ces éléments correspondent systématiquement à des fronts de taille. Ces lignes de rupture ont été comparées avec les données de terrain pour validation sur les zones d'échantillonnage.

Au final, après de multiples tests, nous avons mis au point une méthode de repérage structurée en plusieurs étapes (**Fig. 178, 179**) :

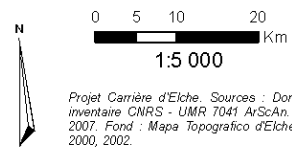
- Analyse visuelle des courbes de niveau et des lignes de ruptures, complété par une lecture visuelle du TIN en 3D,
- Validation et comparaison avec les anomalies de pendages et d'orientation,
- Comparaison avec les tracés de la carte topographique,
- Compilation avec les données GPS,

Elche, Atlas des carrières au 1 : 5000

Feuille 0403B



				0446
		0405	0425	0445
	9484	0404	0424	0444
9463	9483	0403	0423	0443
9462	9482	0402	0422	0442



Projet Carrière d'Elche. Sources : Données inventaire CNRS - UMR 7041 ArScAn, Aout 2007. Fond : Mapa Topografico d'Elche, 1 : 2000, 2002.

Fig. 177 - Le plan topographique au 1 / 2000e de l'Ajuntament de Elche se révèle d'une très grande précision. Ici, il est utilisé pour la réalisation d'un Atlas des carrières.

- Comparaison avec les images aériennes. Nous avons cherché à comparer ces données aux photographies aériennes verticales de 1945. Malheureusement la définition trop faible de ces documents et l'échelle de prise de vue trop petite (1 / 20 000^e) n'a pas permis de systématiser la démarche. Seules les carrières les plus grandes ont été repérées sur ces documents. Nous avons donc cherché à nous appuyer sur une documentation plus précise. Nous nous sommes alors tourné d'une part vers les données de Google earth® et vers l'orthophotographie mise en ligne par le ministère de l'agriculture espagnol (*Ministerio de Fomento*). Ce travail de photo-interprétation reste à approfondir même si le bilan actuel reste assez mitigé, les exploitations étant peu ou pas visibles sur les documents photographiques.
- Levers topographiques et modélisation avancée de la zone d'El Ferriol II, 1.

Premiers éléments d'analyse spatiale :

Il ne s'agit pas de livrer ici une analyse spatiale complète de ces établissements. En effet ce pré-inventaire n'est de fait qu'un ensemble de données brutes. Des vérifications sur le terrain, voire des sondages s'imposent qui permettront de mieux caractériser et peut-être de dater quelques-uns de ces établissements. Nous ne livrons donc ici qu'une première série de constats sur la répartition spatiale de ces établissements dans leur environnement.

Répartition générale des établissements :

Nous avons visité trois zones possédant des densités d'établissements importantes : *El Ferriol*, *Peligros* et *El Canteres*. Nous avons dégagé plusieurs zones similaires en terme de densité (**Fig. 181**) avec parfois plus de 110 sites au km². Actuellement, nous avons défini au moins 12 zones de grandes densité (cf. liste des zones) qui sont soit des extensions des zones déjà connues, soit de nouvelles zones pour l'instant inexplorées (*La Cochera*, *El Cremats*)

L'ensemble du massif montagneux semble bien avoir été exploité. Reste maintenant à mieux caractériser les différentes exploitations afin de savoir si on a, ou pas, des répartitions

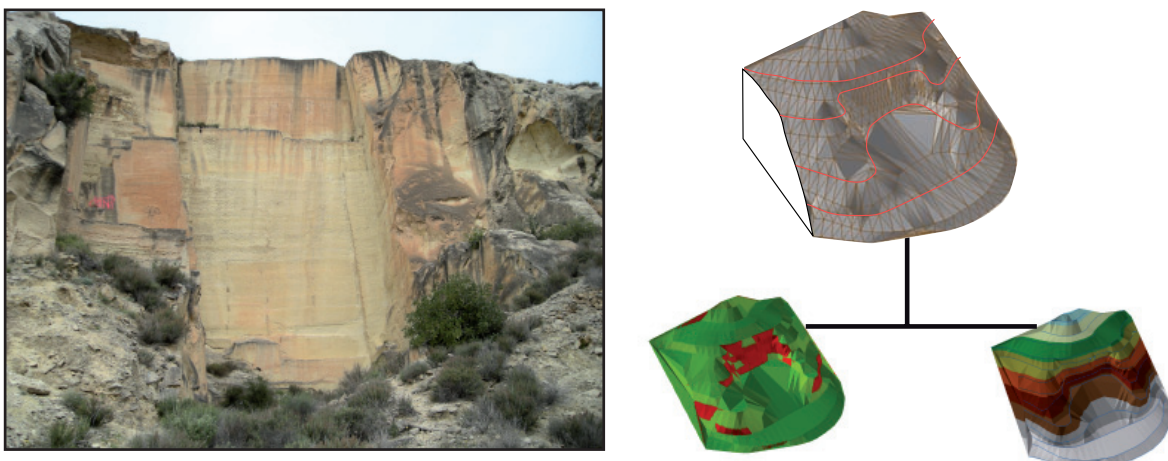


Fig. 178 - Une exploitation type. A gauche une carrière du XVIII^e siècle dite carrière «Santa Maria» dans la zone de El Ferriol I. On voit que la forme est totalement divergente par rapport à la pente naturelle. Les fronts de taille de ce type d'établissements se dégagent complètement et sont repérables par photo-interprétation. A droite, illustration de la démarche de dégagement des indicateurs. L'exploitation présente des divergences d'orientation et de pente par rapport au terrain naturel.

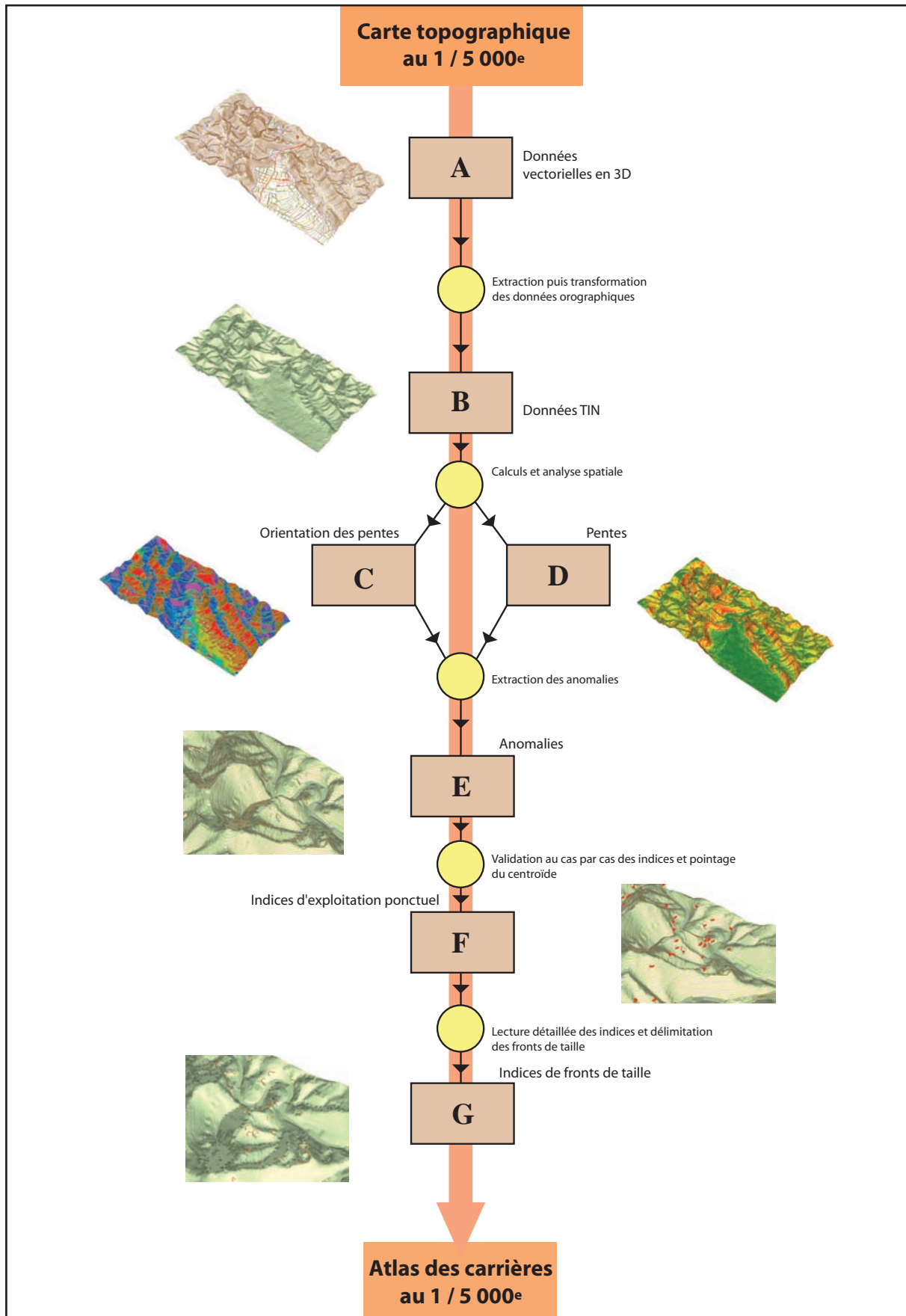


Fig. 179 - Démarche d'analyse et de modélisation des établissements de la carte topographique à l'Atlas des carrières.

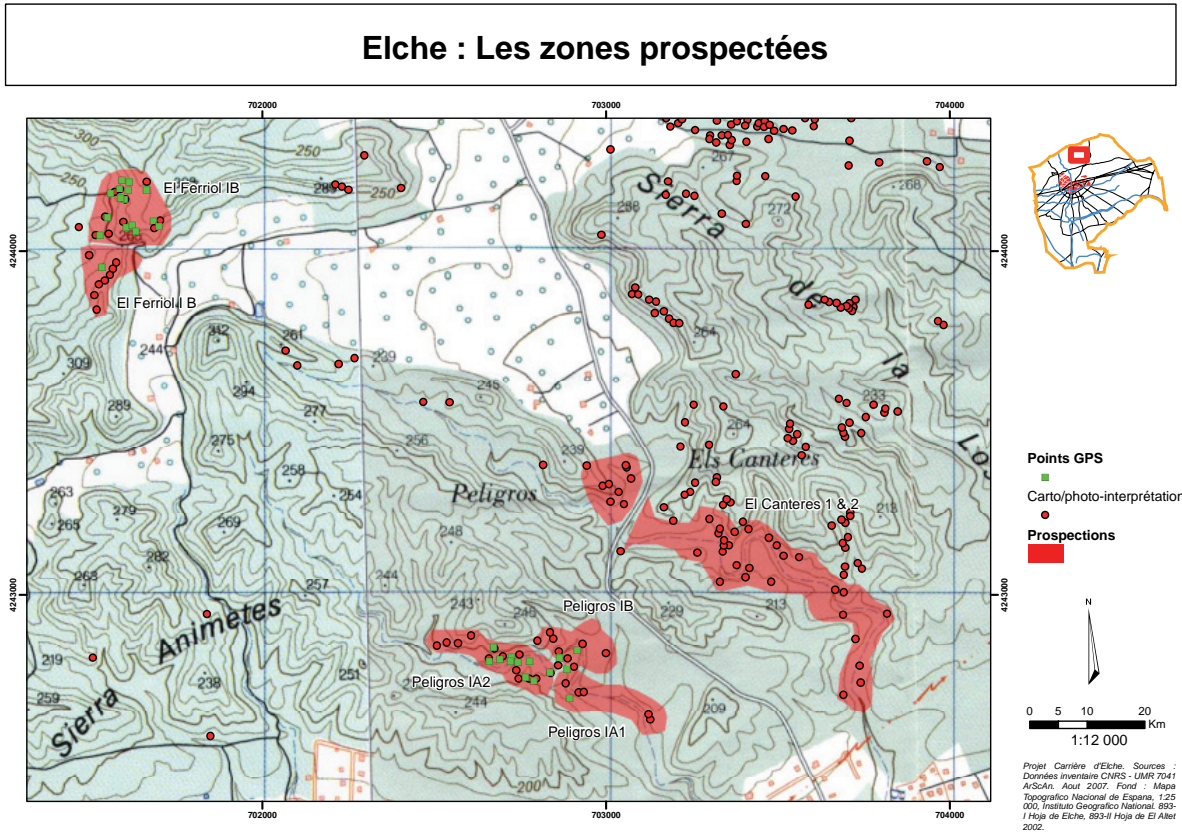


Fig. 180 - Comparaisons entre les données prospectées et les données issues de l'analyse.

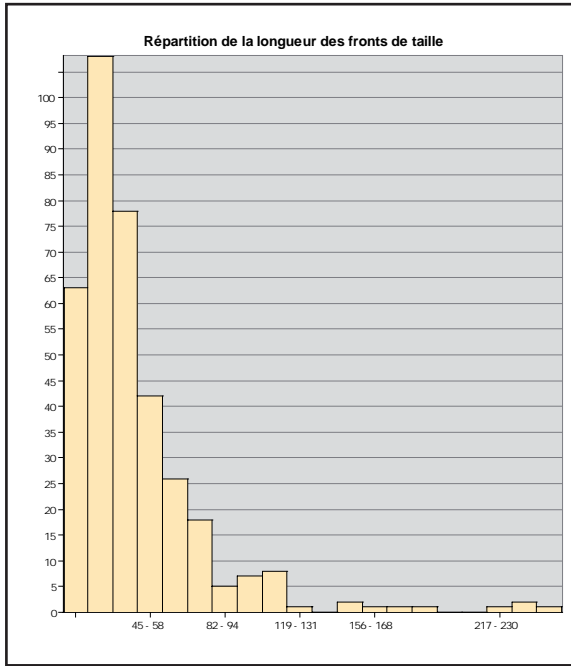
différentielles selon les chronologies ou les typologies. En tout état de cause, ces premiers états permettent de dégager une zone de très forte densité autour de *Peligros*, *El Canteres* et *El Cremats* avec des densités allant de 50 exploitations au km² jusqu'à presque 120 exploitations au km² (Fig. 180).

S'il est encore trop tôt pour avancer des premiers constats sur la morphologie de ces établissements, nous disposons cependant d'un premier *corpus* de formes et d'une première série de chiffres statistiques.

Si l'on analyse les longueurs moyennes des fronts de tailles de nos 365 indices, elles s'étalent

Zone	Nbre d'indices	Surface de la zone en km2	Densité moyenne par km2
Peligros I	27	0,30	90
Peligros II	16	0,31	52
El Canteres I	76	0,67	114
El Canteres II	107	0,92	116
El Ferriol I	19	0,20	95
El Ferriol III	12	0,25	47
El Ferriol II	9	0,17	51
La Cochera II	23	0,56	41
La Cochera I	14	0,35	39
El Cantere III	4	0,07	55
El Cremats I	25	0,22	115
El Cremats II	17	0,16	105

Fig. 181 - Tableau récapitulatif du nombre d'indices repérés par zones.



de 8,8 m jusqu'à 254,5 m. La moyenne des longueurs s'établit à 43,70 m et la déviation standard de ces mesures est de 34,1 m. La valeur médiane s'établit à 34,2 et plus de 50 % des effectifs possèdent une longueur comprise entre 8 et 45 m [classes 8 à 21 m. (63) ; 21 à 33 m. (108) et 33 à 45 m. (78)] (Fig. 183).

En termes de répartition spatiale, la zone où la longueur moyenne est la plus représentée correspond aux grandes zones de densités mentionnées plus haut (*Peligros, El Canteres, El Cremats*) où les dimensions des fronts des exploitations sont relativement homogènes (env. 45 m en moyenne). Dans cette zone, les fronts de taille sont dans 60% des cas d'une longueur inférieure à 45 m et dans 80% des cas d'une longueur inférieure à 70 m.

Fig. 182 - Tableau récapitulatif de la longueur des fronts de taille.

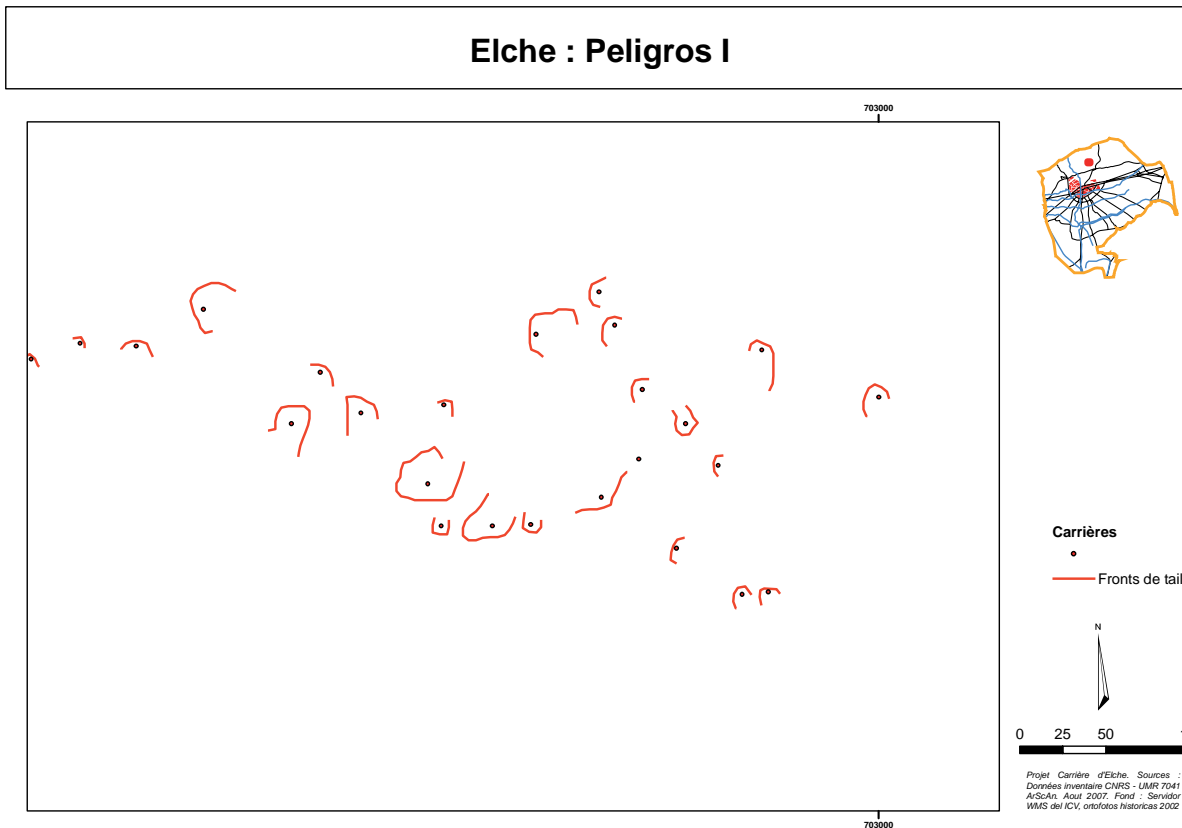


Fig. 183 - Relevés des limites de fronts de taille



Fig. 184 - Vue générale de la carrière El Ferriol II, 1 (Photo PR).

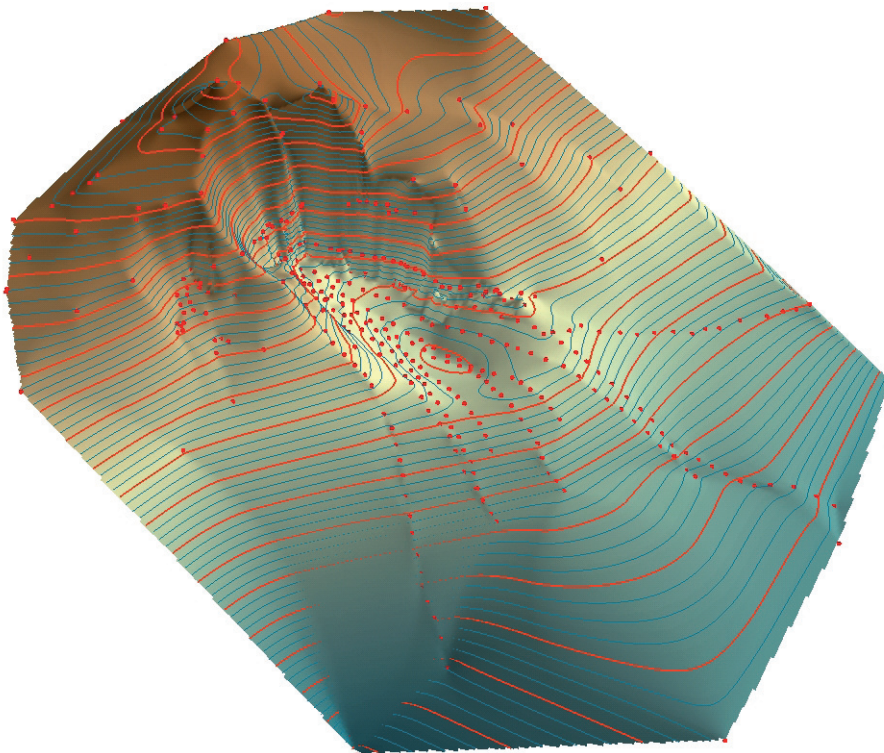


Fig. 185 - Modélisation en 3 dimensions de la carrière El Ferriol II, 1 (vue du Nord Ouest vers le Sud Est).

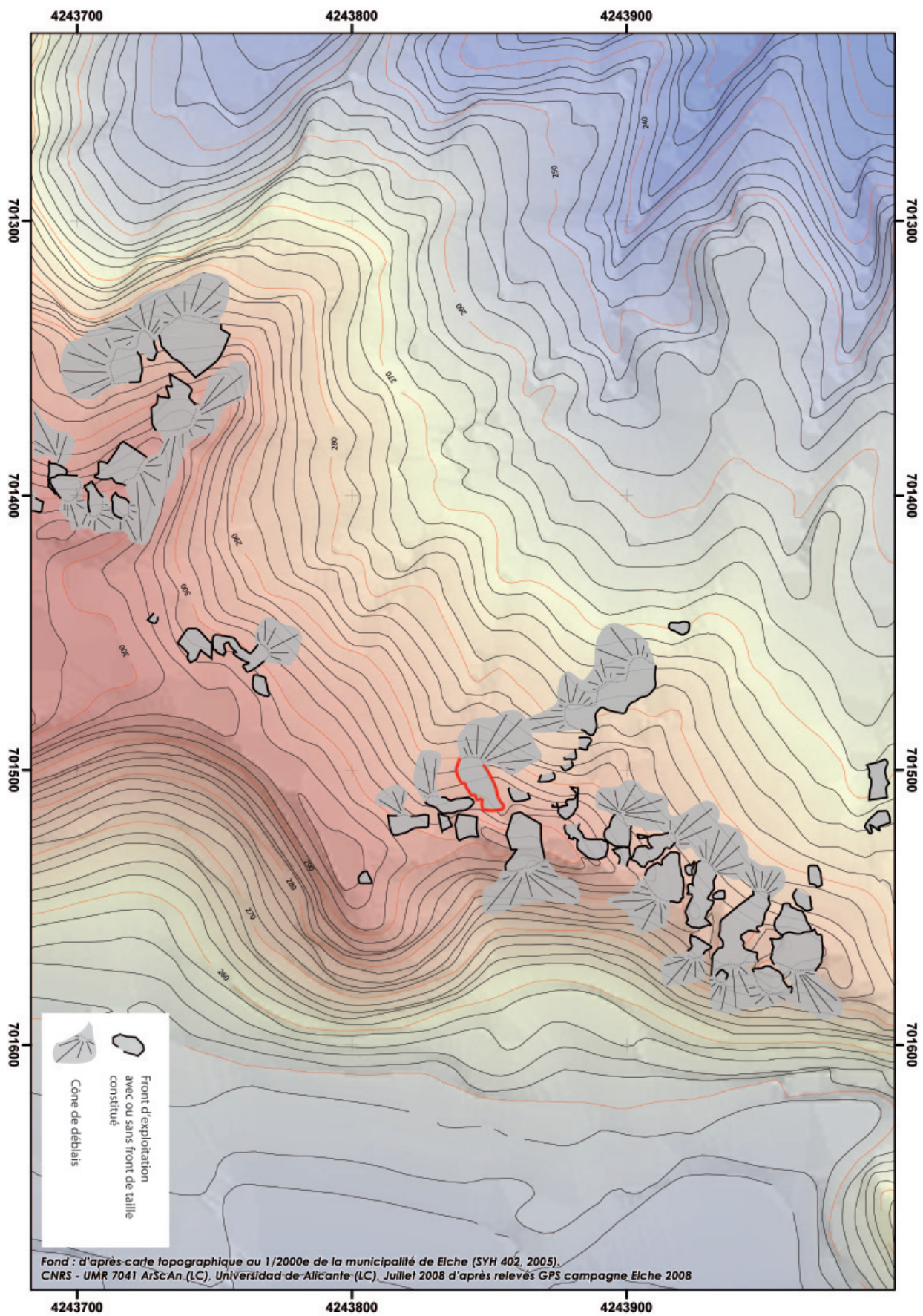


Fig. 186 - Relevé topographique des exploitations de la zone d'El Ferriol II. La carrière étudiée apparaît en rouge.

6.9.4 - CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Premiers résultats de l'étude de la carrière d'El Ferriol

La carrière choisie, au milieu d'un grand nombre, l'a été pour ce qui semble être sa richesse en informations. Nous avons perçu, en premier lieu, le double système d'exploitation. Il serait intéressant de pouvoir en déterminer la chronologie absolue, probablement placée au centre d'un changement technique (**Fig. 184, 185**).

Une campagne de sondages ciblés de la carrière est à envisager. Elle pourrait notamment confirmer les différentes observations et hypothèses établies au cours des deux premières campagnes. En particulier :

- Connaître les relations entre un potentiel atelier de taille implanté au sommet du cavalier de déblais au sud et le passage du chemin d'accès au nord.
- la coexistence possible entre le système régulier d'exploitation et les accidents géologiques qui ont occasionné l'irrégularité du second ; les diaclases existent-elles sur l'ensemble de la carrière ?
- Augmenter notre « palette » d'outils par l'étude générale et systématique des stigmates qu'ils ont laissé sur toutes les parois : fronts de taille, blocs, moellons, etc.
- Déterminer les datations de cet ensemble.
- Essayer d'entreprendre parallèlement une enquête ethnoarchéologique sur les derniers carriers et tailleurs de pierre de la région d'Elche dont les techniques n'étaient pas très différentes de celles des carriers antiques.

Premiers résultats de l'analyse cartographique

Au final, les comparaisons que nous avons pu faire sur nos zones test entre les points GPS et les données issues de la carto-interprétation montrent une très bonne corrélation entre les deux ensemble de données. Les divergences que l'on observe au niveau de chacun des points sont généralement dues au manque de précision du GPS (plus de 5 à 10 m en moyenne en planimétrie). Seuls les établissements trop petits ou ceux dont la morphologie n'est pas divergente par rapport à la morphologie générale des pentes ne peuvent pas être repérés sur les documents au 1/2 000.

Si l'on prend comme exemple la zone d'El Ferriol (correspondant aux carrières Ibériques les plus anciennes), elles ne figurent pas sur le fond topographique au 1/2000. En revanche, on perçoit des anomalies topographiques à cet endroit. La visualisation tri-dimensionnelle et l'analyse des pentes permettent de préciser la morphologie des carrières vues sur le terrain.

En outre compte tenu de l'échantillonnage de données altimétriques des fonds au 1/2000, on sait, par référence au théorème de Nyquist-Shannon³, qu'il est peu probable de repérer les anomalies dont la hauteur est inférieure à au moins deux fois la distance moyenne des mesures d'échantillonnage. C'est ainsi qu'ayant des courbes isolignes espacées tout les deux mètres, les anomalies dont la hauteur est inférieure à 4 m ont peu de chances de figurer dans l'échantillonnage de base et donc d'être repérées par photo-interprétation. La campagne de lever topographique sur la zone d'El Ferriol a par ailleurs confirmé cet état de fait : de cinq éléments repérés par photo-interprétation, l'analyse de terrain nous a livré plus de 30 établissements individualisés rien que sur la microzone des carrières supposées ibériques. La prospection pedestre réalisée en 2009 sur l'ensemble de la vallée nous autorise à préciser encore cette état de fait ; d'une vingtaine

3 - <http://www.Sciences.Univ-Nantes.fr/> Théorème portant sur la fréquence d'échantillonnage : la fréquence d'échantillonnage doit être au moins égale au double de la fréquence du signal analogique. Si l'on se situe sous ce seuil théorique, il y a perte d'information

d'établissements repérés nous aboutissons à un *corpus* réel de 90 établissements complétés d'éléments non repérables autrement que par une approche terrain (citernes, ornières...).

Malgré ces limites, et en connaissant les limites de la méthode, les résultats obtenus sur les deux zones tests permettent d'appliquer la méthodologie sur l'ensemble des 18 feuilles au 1/2000 du document de l'*Ajuntament d'Elche* et de disposer d'un premier inventaire nous donnant si ce n'est le nombre exact de ces exploitations du moins une idée assez juste des zones de densité et par extrapolation du *corpus* total des établissements. Au total, ce ne sont pas moins de 365 indices qui ont été repérés par carto et photo-interprétation. Cette information a été stockée sous trois formes :

- Une couche de données géographiques où chaque indice est figuré par un point. Ce point est défini par un identifiant numérique unique attribué automatiquement, un toponyme et un couple de coordonnées.
- Une couche de données géographiques où les limites de chaque front de taille sont re dessinées. Cette donnée reste limitée en terme de précision. Elle permet cependant de se faire une première idée de la typologie de ces établissements. Cette couche de données est pour le moment uniquement graphique et ne possède pas de champs de données associés.
- Une couche de données géographiques où est dessiné sur la forme exacte de l'établissement et sa position topographique (surface plane évaluée, périmètre du front de taille, altitude moyenne, pente, orientation de la pente). Ces différentes informations pourront se révéler utiles pour réfléchir, dans une première approche, à la répartition spatiale de ces établissements.

L'intérêt de cette base de données se situe donc dans la liaison qu'elle autorise entre les différentes échelles d'approches : de l'analyse des fronts de taille jusqu'à l'approche micro-régionale, la *Bd Elche* permet de dégager, selon les échelles, des visions différentes d'un même espace et de voir combien ces différentes visions sont indissociables si l'on souhaite comprendre un espace dans sa dynamique. Comme outil fédérateur la *Bd Elche* est à la fois le lieu d'expression des différentes thématiques développées (géologie, archéologie, analyse spatiale) et le média de l'échange pluridisciplinaire.

Ici le recours aux techniques de l'analyse spatiale permet de dégager un *corpus* d'établissement que seule une approche terrain permet de valider, cette approche terrain elle même nécessite un regard thématique et la lecture des fronts de taille permet de catégoriser chacun des indices repérés. Outre ces possibilités de production de cartes, le SIG constitue pour le projet Elche, à la fois un élément de stratégie scientifique par les choix d'intervention qu'il permet et le noeud de travaux en interaction permanente (géologie, lecture des fronts de taille, approche spatiale).

6.10 - ALPAGE

Résumé : Ce projet vise à mettre en place des outils de travail mutualisés STIC-SHS permettant de développer les recherches concernant l'espace urbain parisien, à savoir des logiciels de reconnaissance des formes adaptés aux plans cadastraux anciens et un SIG comprenant des couches cadastrales et historiques. C'est une nouvelle approche du milieu urbain parisien, intégrant la dimension spatiale, qui pourra être mise en œuvre grâce aux apports de disciplines récentes et complémentaires (imagerie industrielle, informatique, archéologie, histoire, géomatique et archéogéographie).

Le choix de Paris s'explique par l'extraordinaire potentiel documentaire insuffisamment exploité jusque-là faute d'outils adaptés. Fondés sur la volonté de développer l'interdisciplinarité au sein des SHS (histoire, géographie, archéologie, histoire de l'art, architecture, urbanisme..) et de mettre en place des synergies STIC/SHS, les objectifs scientifiques d'Alpage sont multiples : construire des outils de reconnaissance des formes innovant et adaptés aux plans cadastraux anciens ; produire des états des lieux de l'espace urbain parisien en fonction d'une échelle variable ; intégrer la dimension géographique et physique dans les relations sociétés/milieus ; utiliser des modèles explicatifs pour traiter la répartition géographique des objets ; décrire et analyser la morphologie du parcellaire ancien à l'échelle de la ville...

707

FICHE SIGNALÉTIQUE :

- **Lieux :** Paris (France)
- **Echelle(s) :** De l'échelle de la fouille à l'échelle de la ville, approche de la structuration urbaine de Paris sur la longue durée
- **Institutions :** LAMOP, ARSCAN , LIENSS , L3I, COGIT, APUR, IRHT
- **Responsable(s) de projet :** H. NOIZET (LAMOP)
- **Equipe :** C. BOURLET, B. BOVE, Y. BRAULT, B. BOISSAVIT-CAMUS, V. SOULAY, G.-X. BLARY, A. DALLO, P. CHAREILLE, E. GROSSO, L. COSTA, S. ROBERT, A.-L. BETHE, F. POUGET, R. RAVEAUX, J.-M. OGIER, A. BOUJU, A. RUAULT.
- **Dates de début de projet et état de développement :** 2007, en phase de développement, fin du projet prévue en 2010.

PIÈCES ANNEXES :

- Dossier ANR
- Accord de consortium

6.10.1 - LE PROGRAMME ALPAGE¹

En 2006, l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) a financé un programme de recherche interdisciplinaire baptisé Alpage (AnaLyse diachronique de l'espace urbain Parisien : approche GEomatique). Il vise à mettre en place un système d'information géographique (SIG) historique pour la ville de Paris, dans son extension d'avant 1860 (limite dite «des Fermiers Généraux»).

¹ - Les présentes pages reprennent certains éléments de contenu des comptes rendus de réunion du projet disponible à l'adresse : <http://lamop.univ-paris1.fr/lamop/LAMOP/lamopII.Alpage.htm> et sont basés sur les articles publiés en 2008 [COSTA, POUGET, NOIZET 2008] et 2009 [BLARY, COSTA, DALLO, NOIZET, POUGET 2009]

Dirigé par le LAMOP², il concerne trois autres laboratoires : ARSCAN³, LIENSS⁴ et le L3I⁵. Il rassemble ainsi une vingtaine de personnes disposant de trois grands types de compétences, historiques (avec des historiens et archéologues spécialistes de Paris au Moyen Âge), géographiques (et plus particulièrement géomatiques) et informatiques (dans le domaine de la vectorisation automatisée des images).

La démarche consiste d'abord à reconstituer le plan parcellaire pré-haussmannien de Paris à partir du cadastre par îlots constitué par Ph. VASSEROT entre 1810 et 1836 ; et ensuite à mettre en place les premières couches d'information historique, pour l'instant médiévales et modernes. Les comptes-rendus détaillés des réunions de travail sont disponibles sur le site du LAMOP⁶ et en annexes. Ce programme, démarré à l'automne 2006, se terminera à l'automne 2009 et sera clos par un colloque prévu en juin 2010 présentant les résultats de l'ensemble des travaux.

Ce projet a été l'occasion de poser tout au long de son déroulement la question de l'organisation du travail, et notamment celle de l'accès aux données. Souvent jugée triviale, cette réalité paraît au contraire déterminante et intrinsèquement liée à la réussite du développement de tout projet, surtout lorsqu'il s'appuie sur le développement d'outils technologiques complexes. Dans le contexte d'une pratique de l'histoire où l'informatique, et les SIG tout particulièrement, est de plus en plus prégnante, ces développements interrogent sur les capacités des chercheurs à s'appropriier ces outils. Mettre en place une plateforme collaborative de travail, qui réponde efficacement aux besoins des utilisateurs, ne s'improvise pas et nécessite une réflexion propre, menée très en amont de la livraison finale des résultats historiques.

6.10.2 - LA FABRICATION D'UN SIG HISTORIQUE POUR LA VILLE DE PARIS

(d'après Hélène NOIZET)

Ce SIG historique sur la ville de Paris est d'abord conçu comme un outil de recherche. Il doit permettre de réaliser des analyses spatiales synchroniques et diachroniques. Un des objectifs majeurs de tout ce projet réside dans la possibilité offerte aux chercheurs de réaliser des analyses sur leurs données une fois qu'elles seront spatialisées et organisées sous forme de bases de données.

Du point de vue synchronique, il s'agit de permettre à des thématiciens, principalement aux historiens médiévistes, de spatialiser leurs données historiques à un instant T, par exemple les foyers fiscaux étudiés par C. BOURLET à partir des rôles de taille du début du 14^e s. Ces thématiciens pourront donc interroger et manipuler leurs données afin de tester des hypothèses d'ordre spatial, ce qui était difficile jusque-là. Les couches d'informations historiques pourront être d'ordre topographiques (bâtiments ayant une emprise au sol), territoriales (circonscriptions seigneuriales et paroissiales) ou plus largement sociales (foyers fiscaux, des dépenses de pavage...). Elles seront construites par les différents chercheurs sur la base de données de références communes mais en fonction de leurs intérêts et impératifs propres et sans définir a priori de programme spécifique. Seule une normalisation minimale des données est demandée.

Afin de localiser les données historiques médiévales, il a été créé un fond de plan de référence pour la fin du Moyen Âge. Baptisé Alpage 1380 (**Fig. 187**), ce plan comporte les contours

2 - Laboratoire de Médiévisiologie Occidentale de Paris : UMR 8589

3 - Archéologies et Sciences de l'Antiquité : UMR 7041

4 - Littoral, environnement et sociétés : UMR 6250

5 - Informatique image et interaction : EA 2118

6 - Depuis septembre 2006, 11 réunions ont eu lieu : <http://lamop.univ-paris1.fr/lamop/LAMOP/lamopII.Alpage.htm>

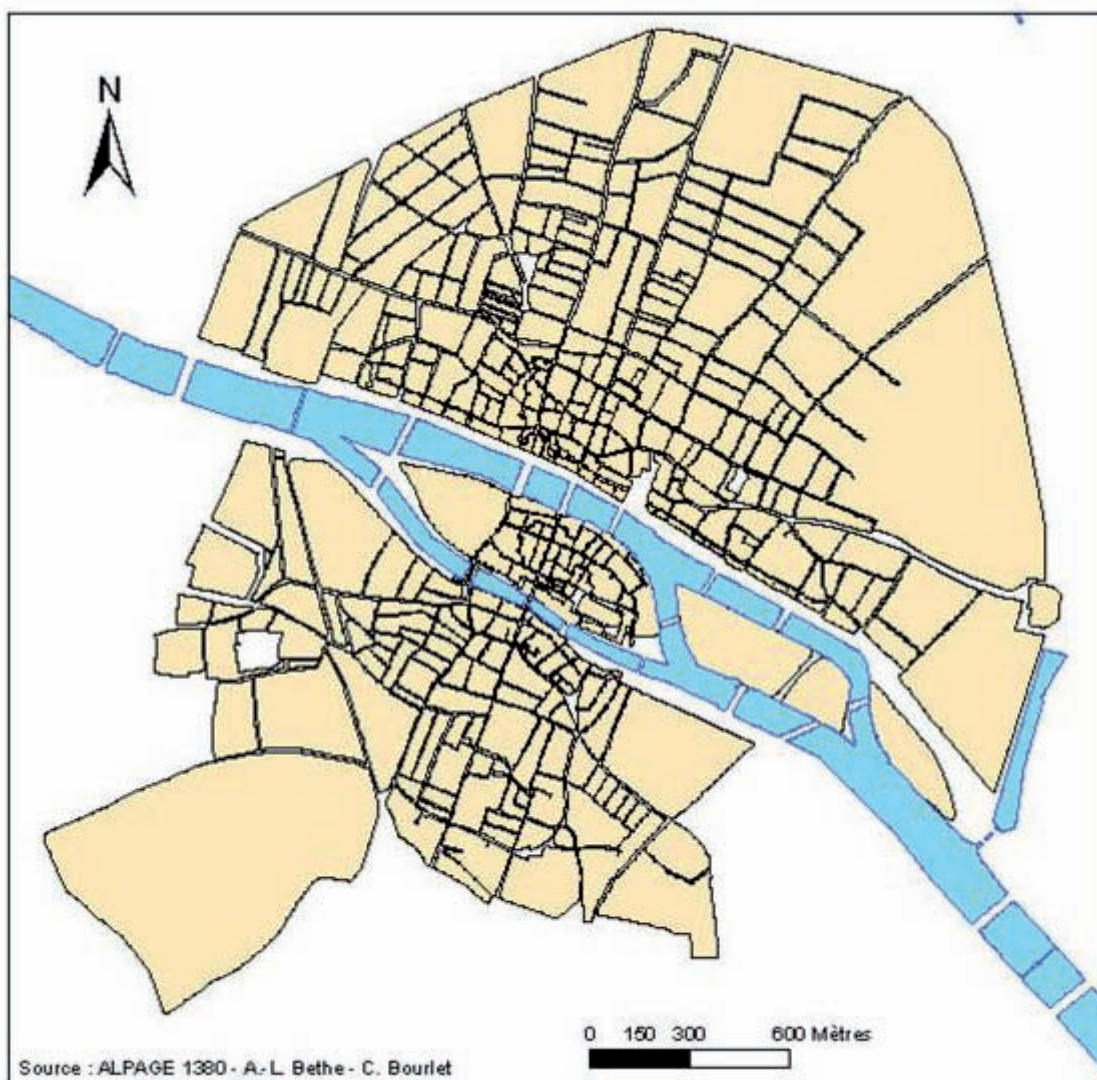


Fig. 187 - Plan Alpage 1380

d'îlots du centre historique de Paris en 1380 : intégrant et corrigeant les informations du plan du CNRS⁷, ce plan a été fabriqué de manière à être compatible avec les plans plus récents, le parcellaire actuel de l'APUR et les plans d'îlots VASSEROT dont les 912 feuilles sont aujourd'hui géoréférencées.

La création du parcellaire du début 19^e s., à partir des plans d'îlots VASSEROT, vise à permettre des analyses spatiales cette fois-ci diachroniques (**Fig. 188**). L'objectif est d'étudier la morphologie urbaine dans la longue durée, en montrant qu'il y a, en plus des planifications, un autre ordre d'explication, lié à la pratique sociale : la façon dont les habitants ont vécu dans un espace, leurs besoins, ce qu'ils y ont fait expliquent pour partie le maintien de certaines formes viaires et parcellaires.

Comment le tissu urbain se forme et évolue-t-il ? Quels sont, à différents moments, ses usages sociaux ? Le but est d'observer la transmission des formes viaires et parcellaires par le biais de la recomposition permanente des usages sociaux de l'espace urbain. C'est parce que les sociétés ne cessent de réinvestir des formes spatiales héritées, avec des finalités et des contextes spécifiques à chaque moment, que ces formes urbaines se réactualisent et se

7 - Leuridan, Jacqueline ; Mallet, Jacques-Albert, *Plan restitué de Paris en 1380*, Paris, CNRS, 1975, 2^e éd. 1991, 3^e éd. 1999.

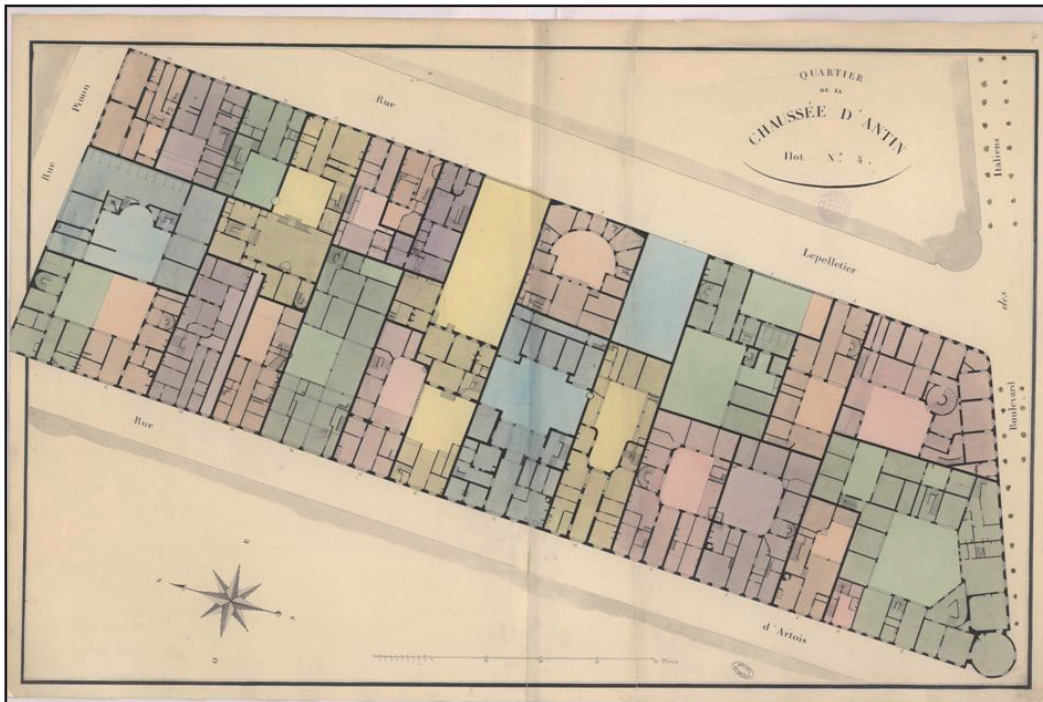


Fig. 188 - Un plan d'îlot Vasserot : quartier de la Chaussée d'Antin
CHAN, F 31/75/04. Cliché Département de Paris – Archives de Paris n°91.

maintiennent dans la longue durée. En effet, une fois produites, les formes urbaines (parcellaires et viaires) ont, de par leur matérialité, une durée de vie plus longue que la convention sociale qui les a secrétées. La forme va donc se maintenir par-delà le contexte social qui l'aura fait émerger, et pourra être reprise ensuite dans une nouvelle configuration sociale qui n'aura rien à voir avec les configurations précédentes. Cette idée des multiples temporalités urbaines, et l'intérêt de confronter la temporalité courte des conventions sociales et les temporalités plus longues des formes spatiales, est présente notamment dans les travaux de M. RONCAYOLO [RONCAYOLO 1996], [RONCAYOLO 2002], B. LEPETIT [LEPETIT 1995] ou encore G. CHOUQUER [CHOUQUER 2000a, b].

Étudier ce rapport structure/usages de l'espace urbain nécessite donc de disposer, d'une part, de couches d'information historique spatialisant l'activité sociale (au sens large) des acteurs vivant et s'impliquant dans cet espace urbain à différentes époques, et, d'autre part, de couches vectorielles du parcellaire ancien, et non pas seulement du réseau viaire (ce dont se contentent souvent les historiens).

C'est pourquoi nous avons réalisé, au sein du programme Alpage, le géoréférencement et la vectorisation semi-automatique des 912 plans d'îlots Vasserot. Les couches vectorielles du parcellaire ainsi fabriquées (polygones et segments) permettront d'étudier finement la structure morphologique de la ville héritée au début du 19^e s., avant les bouleversements haussmanniens. Les outils de l'analyse spatiale pourront ainsi être mis en œuvre : tailles et types des îlots, des parcelles et des voies, calculs de densité, calculs d'orientations, degré d'ouverture des îlots, degré de connectivité du réseau viaire... L'intégralité des feuilles étant intégrée et disponible (Fig. 189), les historiens peuvent commencer à produire des données historiques, en spatialisant leurs données en fonction de cette mosaïque.

Vu l'ampleur du travail, il ne pouvait s'agir que d'un outil collectif. Il a donc fallu aussi construire l'infrastructure technique qui permettant une utilisation commune par des gens

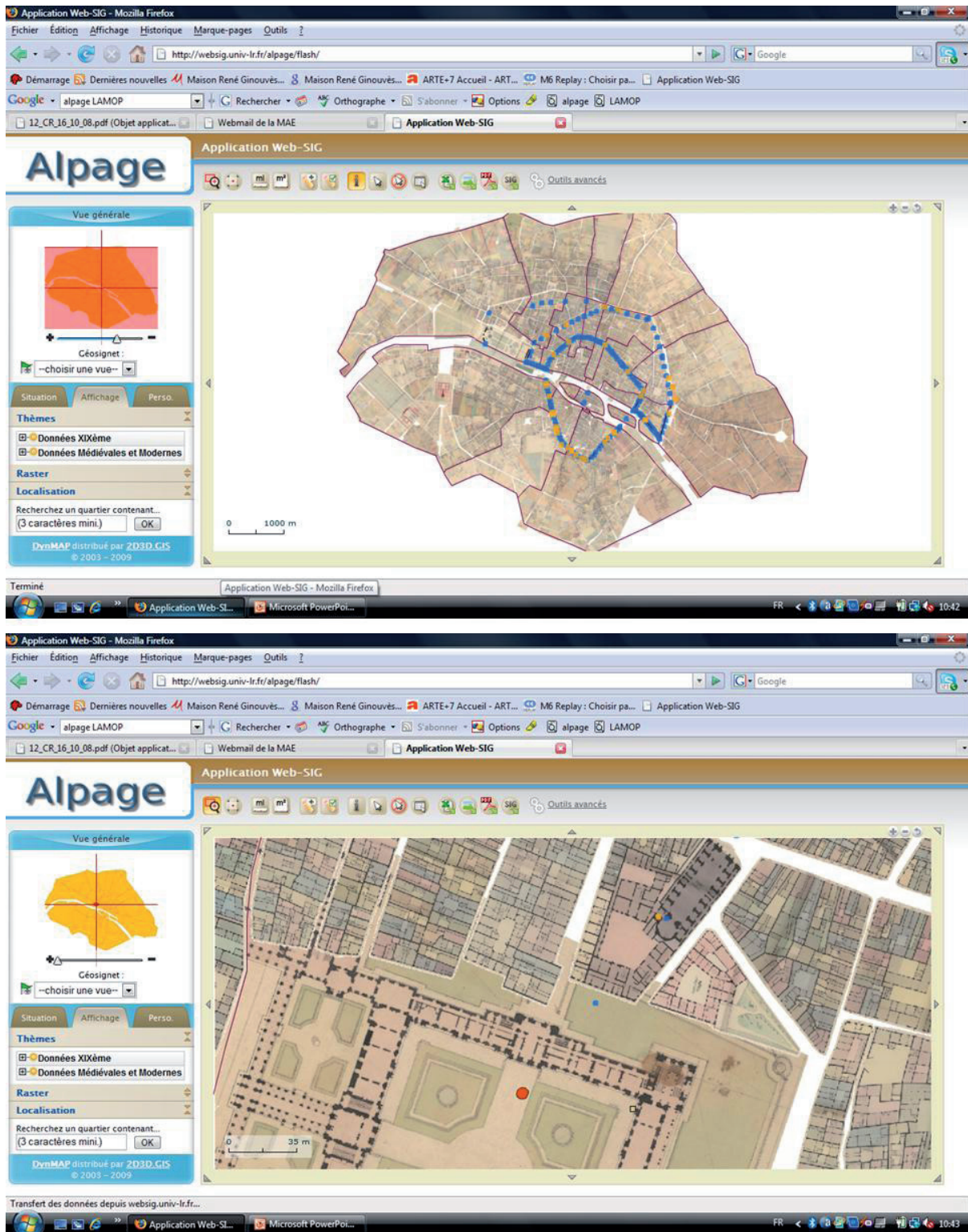


Fig. 189 - Avancée du géoréférencement des plans d'îlots Vasserot en juin 2008. L'intégralité des 912 feuilles de l'Atlas Vasserot est aujourd'hui disponible en ligne. Ici, sur ces photos d'écran de l'application Alpage, on voit différents niveaux de zoom de la ville au bâtiment.



Fig. 190 - Superposition du plan Bertin avec le fonds de référence de l'APUR

d'horizons divers, que ce soit par le métier (principalement historiens et archéologues, mais aussi potentiellement architectes, urbanistes...), par la période d'étude (médiévistes, modernistes contemporanéistes...), ou encore par le niveau de la recherche. En effet, le public visé peut être composé de chercheurs confirmés ou de jeunes chercheurs comme les étudiants en master et doctorat, qui vont pouvoir poser des questions fondamentalement spatiales à leurs sources historiques à partir du moment où les couches de référence existent. Cet outil de recherche vise donc à être ouvert comme un outil pédagogique dans nos structures de formation.

Au-delà de la recherche historique, cet outil devrait également pouvoir être utilisé à des fins d'aménagement. Le géoréférencement du parcellaire VASSEROT sur le parcellaire actuel concédé par l'APUR (Atelier parisien d'urbanisme), permet de dégager les tissus anciens qui pourront concrètement être pris en compte dans les études documentaires réalisées en amont des projets de construction par les professionnels travaillant dans le cadre de l'APUR. Les thématiciens historiens, espèrent que les acteurs en urbanisme et aménagement s'empareront effectivement de l'information historique mise à leur disposition.

Enfin, il pourra aussi être utilisé à des fins culturelles au sens large, grâce à la dimension « bibliothèque » de plans géoréférencés que peut aussi avoir ce SIG. Les expositions qui sont régulièrement réalisées sur tel ou tel quartier de Paris, et qui attirent toujours beaucoup de public, nécessitent de recalculer à chaque fois les plans anciens, ce qui est pour l'instant fait de manière ponctuelle et sectorielle, sans que cela soit intégré dans un même outil. D'ailleurs, la démarche de reconstitution du parcellaire parisien ancien avait déjà été entreprise par des architectes [DARIN 1998] de l'école d'Architecture «Paris-la Villette» dans les années 1980 : en 1981, B. FORTIER et A. GRUMBACH avaient lancé de nombreux étudiants afin d'assembler ces

fameux plans d'îlots Vasserot, en vue de présenter le Paris d'avant Haussmann à l'Exposition universelle qui devait se tenir à Paris en 1989. Ce projet, tout comme l'Exposition universelle, avait alors échoué.

Comme pour tout outil collectif d'ampleur, la condition de la réussite de tels projets (couramment qualifiés d'« usines à gaz » lorsqu'ils ne sont pas efficaces) réside dans la capacité à créer une réelle dynamique de travail. Un SIG ne peut être la simple addition de données constituées indépendamment les unes des autres. Il faut définir les modalités de conduite de projet et donc de l'administration du SIG, autrement dit une structure organisationnelle qui cadre à différents niveaux la production et l'utilisation des données. Concrètement il s'agit de répondre aux questions : qui valide, qui fait quoi et comment ? Il faut ainsi penser les procédures d'accès, d'utilisation et d'édition des données par les différents utilisateurs.

Ce n'est qu'après avoir formalisé cette expression des besoins qu'une plateforme technique adéquate peut être constituée (ordinateurs, logiciels, réseaux). Les travaux de développement sont en cours et une première version de l'outil est d'ores et déjà accessible pour les chercheurs et les partenaires du projet ([http : //websig.univ-lr.fr/alpage/flash](http://websig.univ-lr.fr/alpage/flash)).

6.10.3 - TYPES D'UTILISATEUR ET DE CONDITIONS DE TRAVAIL (d'après Hélène NOIZET, Laurent COSTA)

Deux grands types d'utilisateurs d'un SIG sont à distinguer, les consommateurs et les producteurs de données, les besoins des seconds étant plus complexes à mettre en œuvre et à satisfaire.

De façon générale, les besoins des consommateurs peuvent se résumer à quelques fonctionnalités relativement simples : affichage interactif des données avec sélection des couches souhaitées, déplacement et changement d'échelles, tris croisés par des requêtes simples, export des données ainsi visualisées dans un format réexploitable dans un autre contexte logiciel. A priori, les technologies web, dit de *webmapping*, sont connues et couramment pratiquées pour répondre à ce type de besoin. Si les solutions technologiques existent, que ce soit en format libre ou propriétaire, encore faut-il évaluer précisément les besoins et anticiper les pratiques de consultation de ces données. Ainsi certains utilisateurs, qu'ils soient spécialistes ou grand public, auront d'emblée des questions précises, tandis que d'autres feront d'abord un tour d'horizon des potentialités du site avant d'effectuer une recherche. Cela implique donc d'organiser les données de manière à pouvoir parcourir rapidement l'intégralité des ressources, parmi lesquelles il faut prévoir une rubrique « découverte » pour ceux qui arrivent sans question a priori. Certains visiteurs ne viendront qu'une fois, tandis que d'autres viendront plusieurs fois, parfois pour consulter les mêmes données. Pour ces utilisateurs-là, il peut être intéressant de prévoir qu'ils disposent de marque-pages/signets personnels pointant sur les objets ou les niveaux d'échelles qu'ils visualisent régulièrement (par exemple leur rue dans Paris). De même, il faut prévoir les différentes échelles de consultation possibles pour régler le problème de la généralisation. Toutes ces questions nécessitent d'y consacrer du temps si l'on souhaite que les utilisateurs consommateurs s'approprient les ressources proposées.

Du côté des producteurs, outre les besoins précédents, l'enjeu majeur est l'édition en ligne, à savoir la création via l'Internet de données géométriques et attributaires, stockées dans un serveur à distance. Ainsi, il faut pouvoir créer des objets uniques, saisir les composantes géométriques et attributaires de ses données (donc les dessiner), renseigner les preuves et les métadonnées. Il faut également pouvoir géoréférencer en ligne des plans que les historiens-archéologues auront eux-mêmes collectés grâce à leur compétence disciplinaire. Cet ensemble

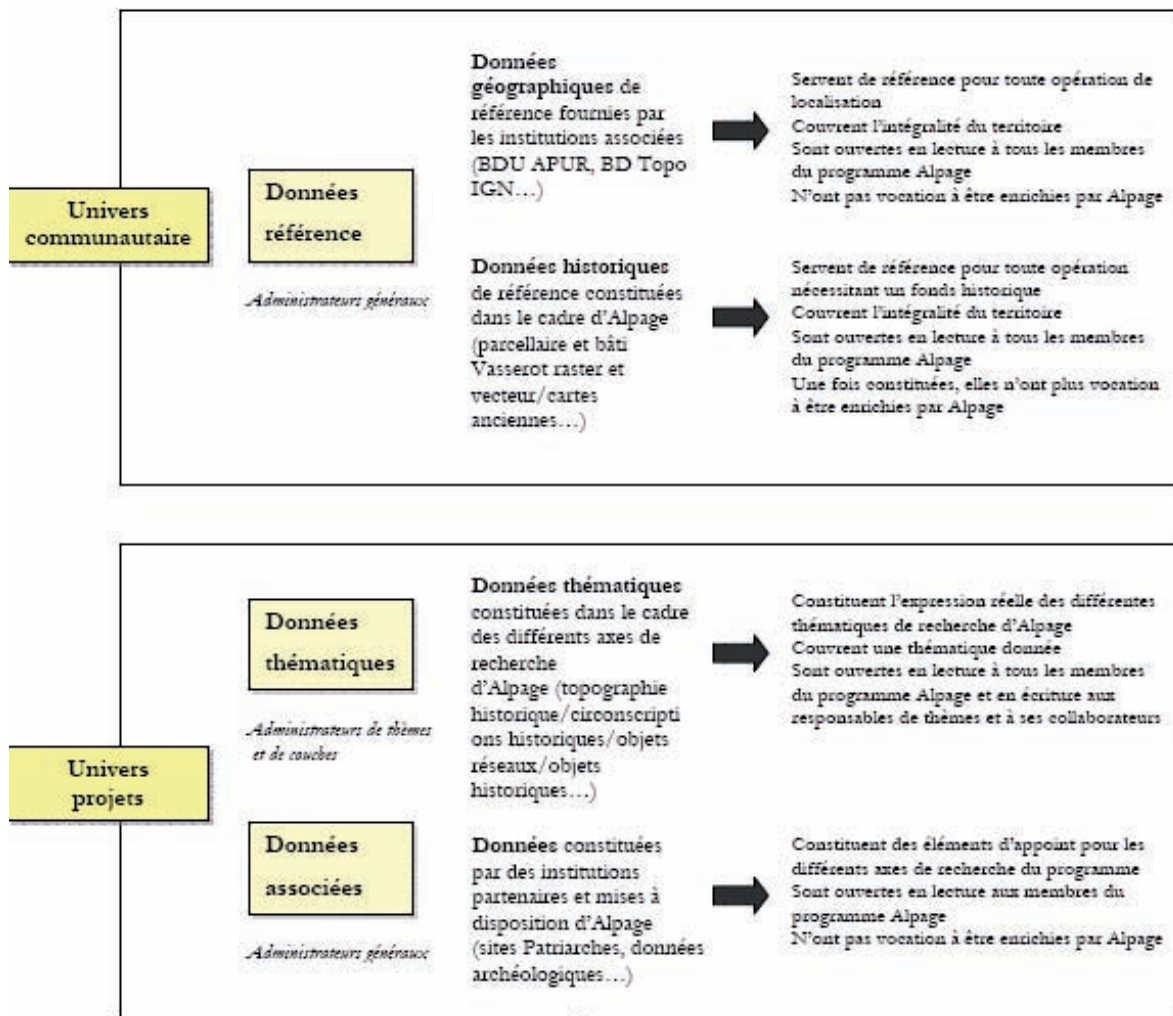


Fig. 191 - Organisation générale des données du système d'information.

.de besoins est moins courant et paraît plus difficile à satisfaire que les précédents. Une solution est actuellement en cours de test pour le projet notamment sur les questions d'édition en ligne de la géométrie d'objets géoréférencés.

De plus, ces utilisateurs-producteurs sont des chercheurs (historiens ou archéologues), a priori incompetents en SIG (sauf exception). Ils devront faire un investissement non négligeable pour s'appropriier l'outil. Il faut donc penser des interfaces qui facilitent la prise en main des outils par les chercheurs.

Ces utilisateurs-producteurs peuvent être distingués en deux sous-types : l'étudiant en master ou doctorat ; le collègue chercheur ou enseignant-chercheur (l'archéologue ou l'historien qu'il soit titulaire ou vacataire). Or, les uns et les autres ont des contraintes matérielles, en partie subies et en partie choisies, qui les empêcheront pour la plupart de travailler dans un contexte professionnel classique, sur site (aller au bureau), comme le font la plupart des géomaticiens.

Pour ce qui est des étudiants, une des évolutions majeures réside dans l'exercice d'une activité « alimentaire », qui concurrence ainsi le temps de travail consacré à leur formation. Désormais, beaucoup d'étudiants travaillent à côté de leur formation ce qui les contraint à travailler, pour leurs études, à des horaires souvent incompatibles avec ceux d'une structure institutionnelle

type laboratoire (fermé le soir, le samedi, le dimanche...).

Concernant les chercheurs, ils ont, de par la nature de leur travail, une indépendance concrète et une gestion assez autonome et individuelle de leur emploi du temps. Ils doivent aller en bibliothèque, en archives, sur les sites de fouilles... Leur mobilité est donc un facteur important à prendre en compte pour veiller à l'enrichissement des différentes bases de données.

Toutes ces réalités pratiques (non triviales) conditionnent le succès du processus de travail. Or, l'objectif du programme Alpage est bien de créer une dynamique de travail sur le long-terme, seule capable d'enrichir et donc de pérenniser l'outil mis en place : les bases de données ne sont utiles que « vivantes », c'est-à-dire que si elles sont perpétuellement transformées par les utilisateurs. En effet, à quoi sert de faire un SIG extrêmement complexe avec un modèle de données très élaboré si, ensuite, il n'est pas alimenté par les chercheurs ?

Il est donc nécessaire de mettre en place non seulement une infrastructure de données communes (Données rasters et vecteurs VASSEROT) mais aussi une plateforme collaborative de travail qui tienne compte à la fois des besoins, des compétences et des contraintes des utilisateurs.

6.10.4 - LES SOLUTIONS POUR PRODUIRE DES DONNÉES (d'après Hélène NOIZET, Laurent COSTA)

Du travail en local au travail en ligne

La solution la plus classique, et la plus simple à mettre techniquement en œuvre, est le travail sur site. Le chercheur définit son apport avec l'administrateur, accumule les sources nécessaires en bibliothèque/archives à la fabrication de ses données, et crée ensuite ses objets dans le SIG sur site, dans un laboratoire disposant par exemple d'un réseau serveur/clients, en l'occurrence ARSCAN ou le LAMOP.

Cette organisation en local répond bien au besoin de centraliser la production des données dans le cadre d'un SIG, mais elle se heurte à de nombreux écueils organisationnels. D'emblée, on peut estimer que cela ne permettra pas de développer véritablement la greffe SIG chez les historiens archéologues. Cette solution reste toujours possible, notamment comme solution

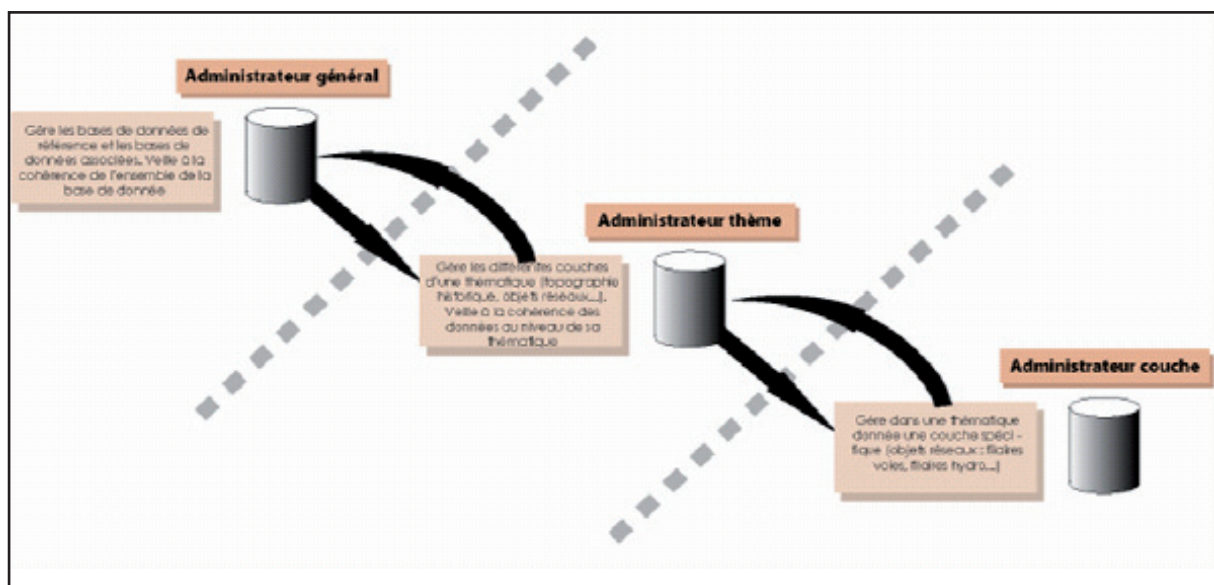


Fig. 192 - Principes d'administration des données dans Alpage.

d'attente, à condition d'avoir les équipements (et donc les financements structurels) adéquats, ce qui est évidemment loin d'être le cas.

A l'autre extrémité, la solution que nous étudions est celle du *webmapping*, qui permet d'avoir une gestion centralisée de la production des données, tout en étant délocalisée. Après la phase de définition des objets en concertation avec l'administrateur du SIG et la collecte des sources, la phase de saisie des objets dans le SIG se fait directement en ligne dans une relation serveur/clients. Cette approche répond en grande partie aux problèmes évoqués ci-dessus. Cela dit, ce type de fonctionnement crée d'autres besoins que ceux de la micro-informatique classique. Il faut notamment des personnes, employées de façon pérenne, pour assurer la veille technologique de l'outil, celle-ci paraissant plus complexe à réaliser que celle d'un réseau serveur/clients.

Pour Alpage, et dans l'attente de la mise en ligne du site de webmapping dont la première version a été mise en ligne tout récemment, nous avons élaboré une solution intermédiaire entre ces deux extrêmes toujours en fonctionnement aujourd'hui. Le processus de travail comprend 2 principales étapes : la création via le net des identifiants uniques pour chaque objet du SIG, puis un travail en local, sur les machines de chaque chercheur, pour créer les objets dans le SIG. Une fois les données produites et stabilisées, elles sont alors être récupérées par l'administrateur pour en avoir une gestion centralisée.

Pour la 1^{ère} phase de travail, le SGBD Alpage-Références, construit notamment par A. DALLO et G.-X. BLARY, a été mis en ligne sur le site web du Lamop par G.-X. BLARY.

Structuration du SGBD Références (d'après Alain DALLO, Georges-Xavier BLARY) (**Fig. 193**)

Les chercheurs construisent leurs couches historiques, couplant objets géométriques et données attributaires. Dans le cas des censives par exemple, chaque polygone représentant une censive doit avoir un identifiant unique, stocké dans la table des objets. Chaque objet est établi grâce à une ou plusieurs preuves, permettant de dessiner son emprise spatiale (table des preuves). Ces preuves peuvent être par exemple un acte manuscrit dans un fond d'archives, un plan de fouilles archéologiques, une monographie entièrement consacrée à cet objet ou encore une partie seulement d'une publication (par exemples quelques pages). Ainsi, comme une même étude peut contenir de nombreuses preuves pour différents objets⁸, il a fallu créer une table des études distincte de celle des preuves pour ne pas saisir de multiples fois la même référence. Dans ce cas, nous localisons précisément la preuve au sein de cette étude dans la table des preuves (pages d'un ouvrage par exemple). Enfin, pour les études publiées, il faut envisager la possibilité d'une édition multiple, ce qui induit une table des éditions.

Concernant les relations entre ces différentes tables, nous avons souvent non pas une mais plusieurs preuves pour un objet. Par ailleurs une même preuve peut renseigner plusieurs objets (exemple un plan). Enfin, nous avons vu qu'une étude peut contenir plusieurs preuves. Nous devons alors construire des tables de liaisons entre les tables objets/preuves/études.

Pour indiquer la fonction urbaine des objets de topographie historique, nous utilisons la table des nomenclatures du CNAU⁹ liée indirectement aux objets (relations de n à n). Enfin, une table des titres des revues est constituée afin d'éviter des erreurs de saisie.

Cette base de données assez complexe, liant objets, preuves et études, a été développée au

8 - Par exemple, Berty, Adolphe ; Legrand, Henri ; Tisserand, L.-M. ; Vacquer, Théodore ; Platon, Camille, *Topographie historique du Vieux Paris*, 6 vol., coll. Histoire générale de Paris, Paris, 1866-1897.

9 - Centre national d'archéologie urbaine (cf. chap. 5.2).

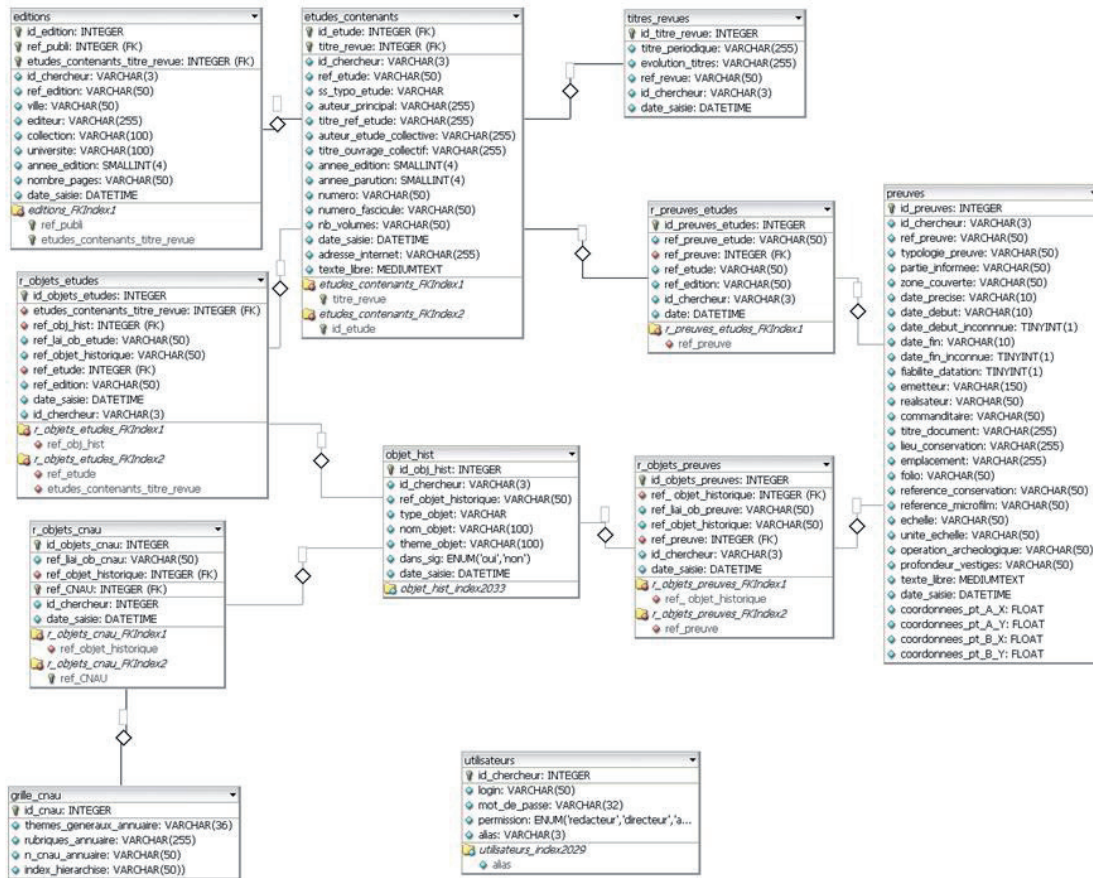


Fig. 193 - ALPAGE – Références: modèle conceptuel de données

départ sous Access®. Chaque table comprend de nombreux champs pour pouvoir renseigner différents types de preuves (preuve textuelle manuscrite ou éditée, preuve archéologique, preuve iconographique, preuve planimétrique...). Ainsi, selon chaque type de preuve, seuls certains champs doivent être remplis. Les formulaires de saisie étant très complexes, l'idée s'est alors rapidement imposée de passer à une base de données en ligne. Chaque utilisateur en fonction de son type de source se voit alors proposer un formulaire adéquat.

Mise en ligne du SGBD Références (Fig. 194)

Les difficultés liées au choix du travail sur place étaient déjà prégnantes malgré le nombre relativement faible de chercheurs participant au programme ALPAGE. Il a donc été décidé de lever une partie de ces contraintes en migrant la base de données Alpage-Références d'une version hors-ligne sous Access® vers un serveur MySQL® permettant la saisie et la consultation des données en ligne.

Le choix d'un serveur MySQL® s'est justifié par sa disponibilité sur le serveur du LAMOP et par le fait qu'il s'agit d'un des SGBD le plus répandu sur internet à l'heure actuelle. De plus, il peut s'installer assez facilement sur des machines ne disposant pas de connexion à internet ce qui permet d'utiliser hors-ligne les interfaces créées pour le web.

Le contexte d'utilisation d'Alpage-Références a nécessité de prêter une attention particulière à son ergonomie. La création d'objets nécessite de nombreuses manipulations parfois complexes comme rechercher des preuves et éventuellement des études. Or, la multiplication des manœuvres



Fig. 194 - Interface web du SGBD Alpage-Références

augmente significativement le risque d'erreurs de saisie et de sélection. Bien que celles-ci puissent être corrigées ponctuellement par l'administrateur d'Alpage-Références, il a semblé peu judicieux de recourir systématiquement à cette dernière solution. En effet, dans la mesure où le nombre de contributeurs est potentiellement amené à grandir, la tâche d'administration des utilisateurs pourrait accaparer beaucoup de temps. C'est pourquoi l'interface a été conçue pour éviter la plupart des erreurs de saisie courantes en ayant recours aux possibilités de chaque technologie utilisée, ce qui permet de contrôler a posteriori la validité des données à trois niveaux : serveur de bases de données (MySQL®), serveur internet (PHP®), client (Javascript®).

Tout d'abord, un souci particulier a été apporté au choix du type¹⁰ et de la longueur ainsi que de la possibilité de redondance ou d'absence des données dans MySQL®. Ainsi, lorsqu'une information ne correspond pas exactement au type et à la longueur attendue, les données transmises ne sont pas enregistrées dans la base. Par exemple, il n'est pas possible d'entrer des données textuelles dans un champ destiné à recevoir uniquement des chiffres. De plus, si le jeu de données à enregistrer est identique à un précédent enregistrement ou s'il comporte un champ vide, il ne sera pas enregistré, ce qui permet d'éviter les doublons ou les informations partielles.

PHP®, langage utilisé pour mettre en relation les formulaires et la base de données, permet de vérifier les données avant de les envoyer à MySQL® de manière plus fine qu'avec le SGBD, notamment de vérifier la validité d'une donnée en fonction des autres données. Par exemple, lors de la saisie d'une nouvelle étude, si le chercheur déclare vouloir enregistrer une thèse manuscrite, il est possible de vérifier que le champ « Université » a bien été renseigné.

Le langage Javascript® permet de faire des vérifications du même ordre sur l'ordinateur client. Bien que cette solution ait l'avantage de diminuer la charge des serveurs et ainsi d'accroître la vitesse de l'interface, elle n'a pas été retenue pour des raisons de sécurité. En effet, il est possible de désactiver le Javascript® sur les ordinateurs et donc de contourner la vérification. Néanmoins, ce langage s'est avéré utile pour l'aide à la saisie.

La saisie de données textuelles comporte de nombreux risques d'erreurs, notamment des fautes de frappe, qui déprécient la base de données en augmentant son taux de silence (les données enregistrées ne correspondant pas à celles recherchées). Ces fautes sont très difficiles à contrôler a posteriori avec les méthodes présentées plus haut. C'est pourquoi il a semblé judicieux de filtrer au maximum les données au cours de la saisie afin de minimiser le risque d'erreurs. Pour ce faire, la méthode AJAX® basée sur le Javascript® a été utilisée. Cette technique permet d'interroger une base de données de manière asynchrone, ce qui se traduit par la fin de la nécessité de recharger une page pour obtenir les nouvelles informations transmises par le serveur. Il est donc possible de suggérer en temps réel les données à insérer dans un champ en fonction des données des autres champs et des informations en cours de saisie¹¹. Cette méthode limite les erreurs en ne présentant que les informations et les champs pertinents et en uniformisant les données insérées dans la base.

Outre l'ergonomie accrue, l'avantage de la version en ligne d'Alpage-Références est de réellement mutualiser le travail des thématiciens. La version précédente, hors-ligne sous Access®, était nécessairement difficile à mettre à jour. Pour que chaque chercheur ait les dernières données à jour à sa disposition, il fallait rassembler tous les fichiers produits pour les fusionner. Cette opération, déjà coûteuse en temps, nécessite de prêter une très grande attention aux identifiants

10 - MySQL® propose une trentaine de types de données v. *MySQL 5.0 Reference*, chap. 10 <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/en/data-types.html>

11 - Ceci est similaire aux suggestions de recherche fournies par Google au cours de la saisie des mots-clefs.

de chaque enregistrement. Enfin, le dernier inconvénient du travail hors ligne est de devoir saisir des informations qui ont peut-être déjà été saisies ce qui représente une perte de temps.

La version web d'Alpage-Références vise à palier ces défauts. En effet, la gestion centralisée des données permet de partager instantanément tous les enregistrements et garantit de travailler sur les données les plus récentes car la source des données est commune à tous les chercheurs et actualisée en temps réel. Les langages de programmation pour internet laissent une plus grande latitude dans le contrôle et la présentation des informations. Cette interface permet, dans le contexte d'alimentation d'un SIG hors-ligne, de produire le plus rapidement et facilement possible un identifiant réellement unique garantissant l'intégrité des données pour les étapes suivantes du travail.

Seule cette base de type documentaire est accessible en ligne. Les bases de données attributaires historiques et heuristiques, propres à chaque chercheur, sont pour l'instant uniquement développées en local sur les ordinateurs des chercheurs. Ainsi, chaque personne, à laquelle on a attribué des codes d'accès, se connecte via le web, crée l'identifiant de son objet et indique les preuves qui lui servent à créer cet objet. Puis commence la seconde phase de travail, sur les espaces personnels de travail de chaque thématique : chacun d'eux crée l'objet dans un logiciel de SIG installé sur sa machine. Il dessine donc son objet et renseigne ensuite les données attributaires, dans lesquelles il intègre l'identifiant produit en ligne. Pour l'instant, cette solution donne toute satisfaction, mais les thématiques sont encore peu nombreuses (environ 6 personnes). La montée en charge du nombre d'utilisateurs posera à n'en pas douter d'autres problèmes.

En effet, cette procédure de travail oblige à implémenter sur chaque espace de travail personnel les outils (un logiciel pour se connecter sur un serveur à distance type WinSCP®, un logiciel de SIG, éventuellement un logiciel de SGBD) et les données (parcellaire actuel, rasters Vasserot...). On reporte donc sur l'utilisateur la question technique : à lui de se débrouiller pour avoir un ordinateur puissant, à lui d'installer les données et les logiciels (principalement GV-SIG® en raison de sa gratuité, sa faible demande de ressources machines et sa facilité de prise en main). Mais ce postulat n'est pratiquement pas tenable : il est nécessaire d'encadrer les chercheurs dans cette appropriation des outils, ce qui a un coût à la fois temporel (nécessité de ré-expliciter les mêmes procédures, chacun avançant à son rythme) et même financier (participation à l'achat d'un portable, achats de disques durs externes).

Un autre inconvénient concerne la question de la diffusion des données, qui sont copiées sur des ordinateurs personnels et sur lesquels on n'a plus aucun contrôle : or certaines d'entre elles sont issues d'échanges avec des partenaires externes (agence d'urbanisme) qui obligent formellement (par convention) à contrôler la copie de ces données. Là encore, on peut considérer que la question peut être réglée simplement par la signature d'un protocole, d'une charte des droits et devoirs de l'utilisateur.

Il est donc clair que cette solution, si elle fonctionne aujourd'hui, n'est qu'une solution d'attente. Elle sera beaucoup moins pratique si les effectifs de chercheurs augmentent significativement, ce qui est bien notre objectif. Dans une perspective de dynamique de travail où de nombreuses personnes contribuent à enrichir le SIG, il semble que la solution du Webmapping soit la plus adaptée à nos besoins. Encore faut-il faire le bilan de ces pratiques et des technologies disponibles. Au final, si le problème de l'accès aux données est récurrent, il n'y a en revanche pas de solution unique ou idéale puisque, à chaque fois, il faut tenir compte des contextes humains, techniques et géographiques propres à chaque programme de recherche.

6.10.5 - BILAN ET PERSPECTIVES

Le projet ALPAGE présente plusieurs points d'intérêt, tout d'abord sur le plan technique. Le géoréférencement des 912 plans d'ilots Vasserot a nécessité de développer une technique de géoréférencement par « pont temporel » : en effet dans de nombreux cas plus aucune trace du parcellaire et des bâtiments de l'époque des levés n'est encore présente sur le terrain. Il a donc fallu passer par un ou plusieurs documents d'époques intermédiaires. Les plans Berty ont par exemple été souvent utilisés : ils avaient en effet l'avantage de comporter un mélange d'informations anciennes et plus récentes. Une fois leur géoréférencement par rapport au cadastre actuel (APUR) réalisé, il était alors possible de les utiliser comme référence pour géoréférencer les plans Vasserot initiaux. Ce travail a constitué un réel défi à la fois sur les plans techniques et intellectuels par la grande rigueur nécessaire et par les processus mis en œuvre : recherche documentaire, réflexion historique, multiples essais de géoréférencement, ajustements... un mélange d'habileté technique, de constance et de précision et une collaboration constante d'une équipe aux compétences complémentaires a été réellement indispensable pour arriver à réaliser ce travail.

La démarche parallèle au géoréférencement : la vectorisation automatique du parcellaire n'a pas encore livré ses résultats mais le défi à relever est également de taille. Les premiers retours d'expériences laissent envisager l'obtention d'un outil performant pour créer, à partir de cadastres anciens, des couches de données vecteurs topologiquement cohérentes et mobilisables pour les analyses de la structure parcellaire de Paris.

Autre avancée technique connexe : le développement d'un outil de représentation de l'évolution temporelle d'un tissu urbain, cette retombée préfigure les réalisations à venir en matière d'exploitation des données historiques par analyse spatiale, non encore réalisées à ce jour, mais fortement porteuses d'espoir et d'envie chez les chercheurs historiens et archéologues. Cette envie, que ce projet a sûrement fait naître chez nos collègues historiens présente un autre axe fort. Arriver à faire travailler ensemble des informaticiens, des géomaticiens, des historiens, des archéologues chacun faisant un effort pour s'appropriier le langage, pour comprendre les besoins et les contraintes des autres, représente une avancée notable de tous et débouche incontestablement pour les historiens et les archéologues sur une appropriation d'outils et de techniques et pour les informaticiens/géomaticiens sur le développement de solutions nouvelles issues de la compréhension et de la prise en compte de besoins inédits.

Du point de vue organisationnel, la mise en place d'un accord de consortium signé en mai 2009 entre les quatre laboratoires participants constitue une innovation importante car elle formalise de manière contractuelle par des droits et devoirs (voir annexe Alpage volume 4), l'avenir du travail commun des chercheurs du projet, au delà même de sa durée *stricto sensu*. Ainsi on aboutit à la création d'une véritable infrastructure de données, pérenne et évolutive où chaque chercheur peut trouver une place et intégrer une communauté de pratique.

Enfin, la constitution d'un référentiel parcellaire en raster et en vecteur sur le Paris « pré-haussmanien », représente une avancée concrète. Les analyses spatiales qui seront rendues possibles sur de nombreuses thématiques historiques représentent des espoirs et s'inscrivent dans une dynamique qui semble à présent clairement engagée et qui devrait déboucher sur la mise en place d'une plateforme technique pérenne. Une solution de Webmapping semble indispensable à développer pour faire en sorte que cette démarche de création et de communication d'information

se poursuive dans les meilleures conditions. Finalement, à côté du produit documentaire de référence que constitueront les couches parcellaires Vasserot, l'objectif du programme Alpage est bien de créer une dynamique de travail sur le long-terme, seule capable d'enrichir et donc de pérenniser l'outil mis en place : les bases de données ne sont utiles que « vivantes », c'est-à-dire que si elles sont perpétuellement transformées par les chercheurs.

6.11 - RESSOURCES CARTOGRAPHIQUES DE L'ÎLE DE FRANCE (RECIF)

Résumé : Le projet collectif de recherche DYNAmique des Réseaux en Ile-de-France (Dynarif) est centré autour de l'étude des réseaux routiers sur la longue durée. Il a été l'occasion de mettre en place d'une base de données ressource qui recense la documentation cartographique, du XVII^e siècle à nos jours (Recif). Cet outil, qu'on envisage d'élargir à une autre échelle (nationale voire européenne), peut constituer un noeud dans la structuration d'un réseau d'acteurs et permettre à chacun de disposer d'une information critique sur la documentation cartographique dispersée dans différentes centres de ressources et institutions.

723

FICHE SIGNALÉTIQUE :

- **Lieux :** Ile-de-France (France)
- **Echelle(s) :** Echelle régionale, Analyse de réseaux routiers
- **Institutions :** UMR 7041 ArScAn Equipe Environnement, UMR 8504 Géographie cité, INRAP, Ministère de la Culture
- **Responsable(s) de projet :** S. ROBERT (Responsable de projet, PCR), N. VERDIER (Approche archéogéographique), L. COSTA (Développement des bases de données géographiques)
- **Opérateurs principaux de la base de données géographiques :** L. COSTA (Traitement des données, cartographies)
- **Dates de début de projet et état de développement :** 2006, en phase de développement.

PIÈCES ANNEXES

1. Atlas historique

6.11.1 - DYNARIF ET LA BASE DE DONNÉES RECIF¹

Le PCR Dynarif, DYNAmique des réseaux Routiers en Ile-de-France, est né à la suite de journées de travail organisées en 2006 à l'initiative de S. ROBERT. Il regroupe des archéologues et des géographes qui ont souhaité échanger autour d'un espace géographique commun leur permettant de confronter des échelles d'analyse allant de la région au site archéologique. Il doit permettre d'étudier les phénomènes de transmission et de résilience des réseaux routiers et parcellaires dans la longue durée en croisant l'approche archéogéographique, les données archéologiques de terrain et la modélisation spatiale des réseaux.

L'association de ces différentes approches permet de dépasser la vision classique de la route monument pour aborder les réseaux routiers comme des faisceaux de tracés associant différents types de voies. Un des objectifs du PCR est d'attirer l'attention sur les voies régionales non monumentales, peu traitées par les chercheurs jusqu'à aujourd'hui. L'archéogéographie montre qu'elles ont joué un rôle important dans la structuration du peuplement et des parcellaires [ROBERT à paraître] et que leur fonctionnement en faisceau est une des raisons de la transmission et de la pérennité des réseaux dans le temps.

La mise en évidence de ces faisceaux routiers amène aussi à réévaluer la part de la protohistoire

¹ - Les présentes pages reprennent les éléments des rapports de PCR de 2007 et 2008 [ROBERT, VERDIER 2007], [ROBERT, VERDIER 2008]

dans la constitution du réseau antique et les transmissions à l'oeuvre aux périodes médiévales. Les données archéologiques collectées notamment dans le cadre de l'archéologie préventive permettent de réévaluer aujourd'hui la part de ces réseaux pré et post-romains. Il est nécessaire cependant de les croiser avec l'analyse archéogéographique ou l'analyse spatiale pour dépasser la fenêtre archéologique et associer les vestiges à des circulations de grand parcours. En effet, ces études montrent que l'on ne peut déduire le statut (institutionnel ou fonctionnel) d'une voie de sa simple structure matérielle : celle-ci varie en fonction des contextes et des usages. Une voie importante peut présenter une structure légère en milieu rural alors qu'un cheminement local peut être construit en dur dans une agglomération.

Dans ce contexte, le développement d'une base de données ressource permettant de mieux connaître les multiples planimétries disponibles s'est avéré être une étape indispensable. Plusieurs développements de bases de données vectorielles sur les voies sont programmés avec comme travail introductif la mise en place de cette base de données des ressources Recif (REssources Cartographique d'Ile-de-France) qui, bien que réalisée dans le cadre spécifique du PCR Dynarif, est conçue pour être par la suite reversée à d'autres programmes.

6.11.2 - LA BASE DE DONNÉES RECIF : OBJET ET DESCRIPTIF SOMMAIRE

Descriptif

La base de données «*Ressources Cartographiques en Ile-de-France*» ou base « **ReCIF** » est un outil destiné à la gestion des ressources cartographiques existant sur l'espace Francilien. Cette base a pour vocation essentielle de recenser la documentation cartographique ayant fait l'objet d'une publication et d'une diffusion par les organismes nationaux ou locaux producteurs de données avant l'ère du numérique (années 1980).

En effet, le *corpus* de documentation cartographique Francilien est sans doute un des plus diversifié et des plus riche en France. Du XVI^e siècle jusqu'à nos jours le territoire correspondant peu ou prou à l'actuelle région Ile-de-France a bénéficié, sur la question de la cartographie, d'un dynamisme sans commune mesure, tout particulièrement à partir de l'apparition de la cartographie dite scientifique (XVIII^e s. avec la fondation de l'Académie des Sciences et la mise en oeuvre de la carte de Cassini). L'espace Francilien, espace de pouvoir, au centre de nombreuses luttes institutionnelles et d'un aménagement intense a généralement servi de laboratoire à toutes les expériences cartographiques nationales et locales.

Cette documentation unique et précieuse s'affirme de plus en plus comme une ressource stratégique pour toutes les études historiques et archéologiques contemporaines. De l'archéologie préventive aux grands programmes de recherche, tous expriment le besoin de disposer d'un outil de synthèse permettant d'établir, en fonction des demandes, des bilans documentaires analytiques sur une source, une nature d'information ou encore une zone géographique.

C'est la raison pour laquelle, dans son état actuel, ReCIF, est structuré comme une méta-base de données géographiques permettant, non pas l'accès direct aux documents planimétriques recensés (accès qui se révélerait trop complexe pour des raisons techniques, financières et liés aux droits d'auteur), mais l'accès à un catalogue géographique (plans d'assemblages) et critique des ressources cartographiques existantes sur notre zone de référence pour les périodes antérieures aux années 80 [COSTA, ROBERT 2009].

Plus concrètement, ReCIF est composée de différentes couches de données géographiques reprenant les limites et les numéros des feuilles des principaux fonds cartographiques nationaux et régionaux anciens, modernes et contemporains ainsi que quelques missions aériennes verticales produites par l'IGN couvrant, dans l'état de son premier développement, la zone géographique de l'Ile-de-France (cf. liste des couches de données ReCIF). Cette base fonctionne en duo avec le volume de l'Atlas historique du Val-d'Oise [Cf. Annexe] dans lequel on trouvera à la fois les différentes descriptions des fonds recensés ainsi qu'une légende systématique. Ce travail recentré sur les principaux fonds nationaux et étendu à l'échelle de la France a été publié aux éditions Errance [COSTA, ROBERT 2009].

Actuellement, plus de 40 fonds cartographiques et photographiques différents sont recensés feuilles par feuilles dans ReCIF. Cet ensemble constitue, pour l'instant, 43 couches vectorielles elles même composées de plus de 800 objets au total, conçus pour être interrogés selon différentes entrées : les communes ou encore les découpages propres des fonds.

Historique sommaire

La première version de ReCIF a été constituée dans le cadre du projet « Atlas des patrimoines » mené par le service départemental d'Archéologie du Val-d'Oise au titre de la gestion de ses ressources cartographiques et photographiques et du développement du système d'information géographique départemental [COSTA, FOUCAULT, ROBERT 2007].

Cette initiative s'est inspirée des travaux menés par l'Institut d'aménagement et d'Urbanisme Ile-de-France (www.Iaurif.fr) qu'elle a entrepris de développer sous la forme d'une base, initialement dédiée à la gestion des ressources cartographiques du service départemental d'archéologie du Val-d'Oise (SDAVO). Ce travail a ensuite été systématisé puis étendu dans un premier temps à l'ensemble de la région Ile-de-France pour constituer la base ReCIF actuelle.

ReCIF, constituée dans le cadre de différents projets de recherche a vocation à être très largement diffusée notamment au sein de la communauté des historiens et des archéologues Franciliens : PCR DynaRIF [Dir. S. ROBERT – N. VERDIER] ; Programme ArScAn - Archéologie du Bassin Parisien [Coord. P. BRUN – Ph. SOULIER]. Si la première année a été consacrée au développement d'un premier cadre de travail, les prochaines années seront consacrées à l'enrichissement par de nouveaux fonds des premiers développements et à la mise en place d'une interface en ligne permettant à chacun d'interroger la base de données sous différents modes.

6.11.3 - ÉLÉMENTS GÉNÉRAUX D'ORGANISATION DES DONNÉES

L'organisation de la base

Les couches de données ont été réalisées avec le logiciel ArcGIS® et sont stockées au format générique *shape*. Le système de projection choisi est le Lambert I. L'objet de référence modélisé est la feuille cartographique publiée et diffusée (ex : feuille carte topographique au 1/25000 XXI-13 Ouest, Mantes, 1947, IGN). Ces feuilles s'organisent en fonds qui correspondent à des unités de productions documentaires (ex : TOP 25, Carte de Cassini, Atlas de trudaïne...).

La base de données se compose actuellement de 3 ensemble de données :

- les données géographiques de référence : ce sont les données qui serviront de base au

géotraitement. Actuellement la base de référence utilisée est la base IGN GéoFla® (acquise par le programme ArScAn - Archéologie du Bassin Parisien) correspondant aux limites des différentes entités administratives françaises (Région, départements, cantons, communes). Cette base de données réalisée par l'IGN est conçue pour des utilisations de gestion à des échelles avoisinant le 1/50 000.

- les tableaux d'assemblages : ce sont les données reprises selon les tableaux d'assemblages de chacun des fonds. Les données sont vectorisées manuellement et sont ensuite validées pour être étendues à toute la couverture du fonds.
- les couches d'index : elles sont en cours de production sur la base des données géographiques de référence par géotraitement. On en trouvera deux types : les index communaux qui répertorient par communes les fonds, et les index par fonds qui répertorient par feuille de chaque fonds les communes couvertes.

Description géométrique et références sémantiques

Description géométrique : A l'intérieur des couches, les objets sont généralement définis par des polygones topologiquement cohérents entre eux et correspondant aux feuilles des différents fonds.

Description attributaire : Toutes les couches de la composante *Tableaux d'assemblages* possèdent la même table de données attributaires. On trouvera l'information minimum suivante :

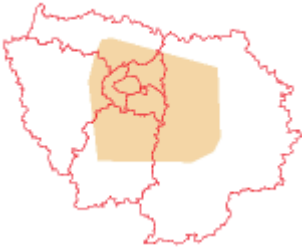
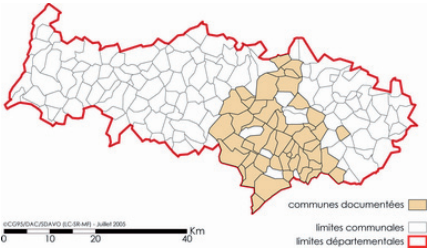
- Le nom du fonds : correspond à l'intitulé complet du document,
- Le nom abrégé du fonds : correspond à un intitulé code du fond,
- Le numéro de feuille : correspond au numéro complet de la feuille,
- La date de réalisation : correspond à la date qui figure sur le document qui peut être la date de réalisation, de mise à jour ou encore d'édition.

Cette information est saisie suite à la lecture directe des différents documents.

6.14.4 - CATALOGUE DES DONNÉES ET LISTE SOMMAIRE DES COUCHES DE LA BASE RECIF

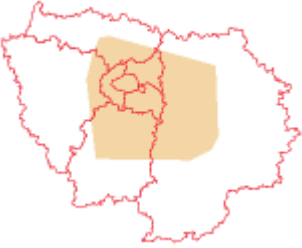
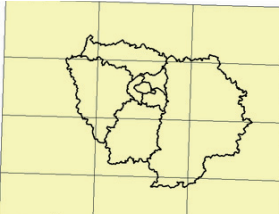

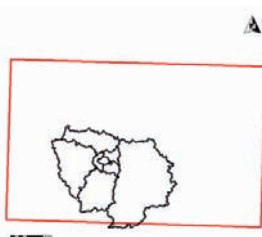
Cette liste fait état du développement de la base au 1^{er} Juin 2009. Sa présentation suit la structure physique de la base de donnée. Les termes entre crochets dans la première colonne correspondent aux noms et à l'arborescence des couches physiques de la base de données. La seconde colonne contient une description sommaire du fonds et la troisième colonne une vignette qui permet de visualiser l'étendue du document. Nous mentionnons dans la seconde colonne l'éventuelle réalisation d'un tableau d'assemblage à l'échelle nationale. Ceux-ci sont lors livrés en annexes.

[CARTES_ANCIENNES] Cartes anciennes


[CAN_BULLET]	Carte de Bullet-Blondel de 1673 à 1676, XVII ^e , IGN	
[CAN_CHANTILLY]	Atlas cartographique du début XVIII ^e du Musée Condé de Chantilly	

727

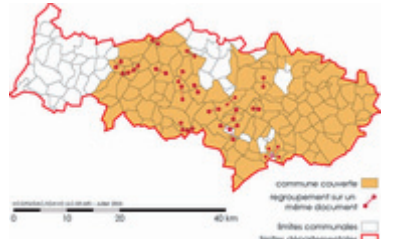

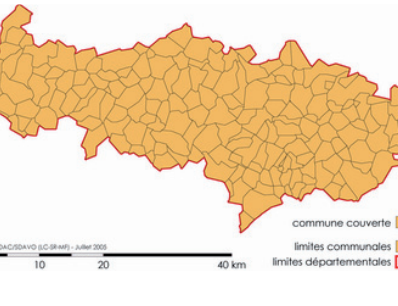
[TOPO_XVIII] Cartes topographiques des XVII^e-XVIII^e s.

[TOPO_GRIVE]	Carte de l'abbé de la Grive de 1740 au 1/17 280 ^e , IGN	
[TOPO_CASSINI]	Carte de Cassini de 1750-1756, au 1/86400 ^e , feuilles IGN. Tableau d'assemblage national. (Tableau d'assemblage national)	
[TOPO_CHASSE]	Carte des Chasses du Roi de 1764 à 1774 au 1/28800 ^e , IGN	
[TOPO_CAPITAINE]	Carte de L. Capitaine de 1790 au 1/345600 ^e , IGN. Tableau d'assemblage national. (Tableau d'assemblage national)	

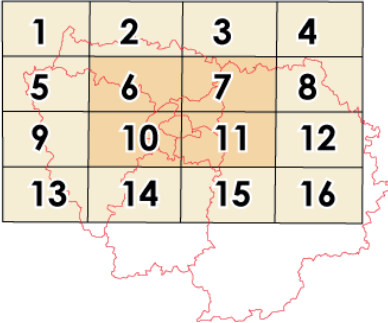
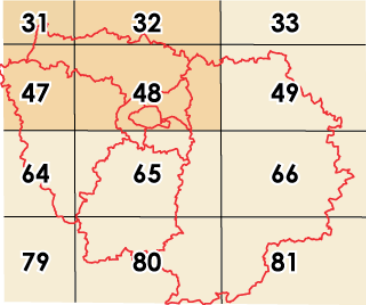
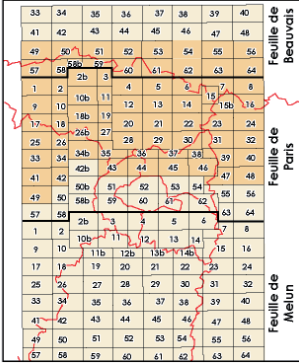
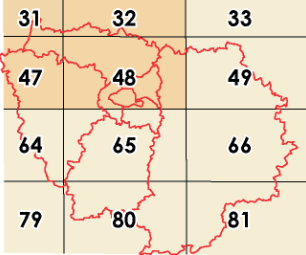
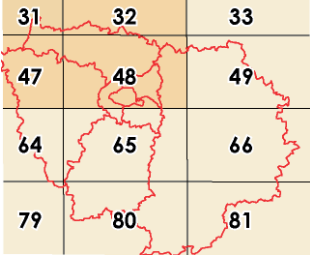
[CARTES ET PLANS_XVII_XVIII_XIX] Cartes et plans du XVII^e s. et du XVIII^e s. issues d'institutions et de collections spécifiques

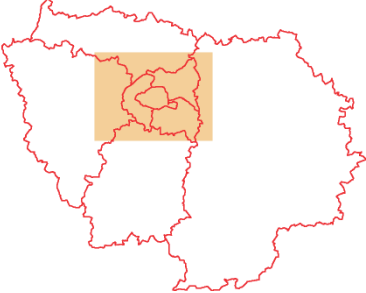
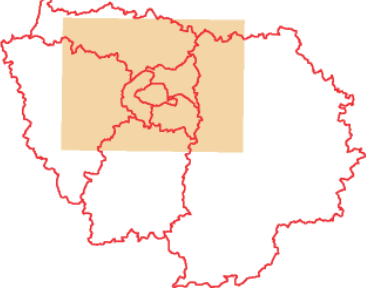
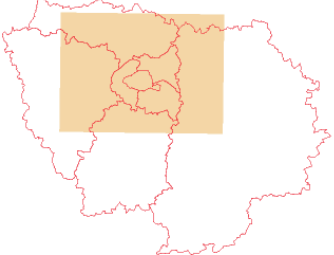
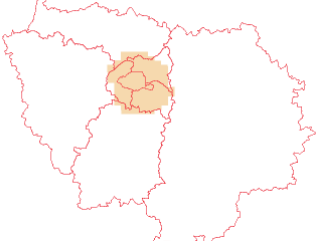
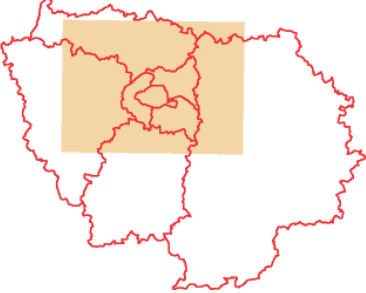
<p>[CP_TRUDAINE]</p>	<p>Atlas de Trudaine de 1745- 1780, au 8640^e, Arch. Nat., (Tableau d'assemblage national)</p>	
----------------------	---	--

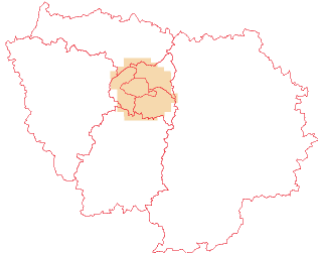
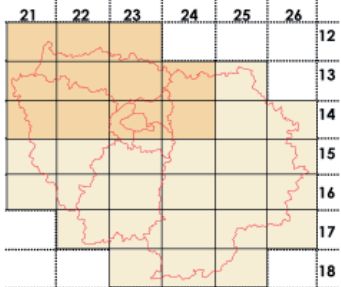
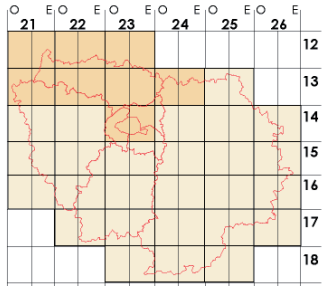
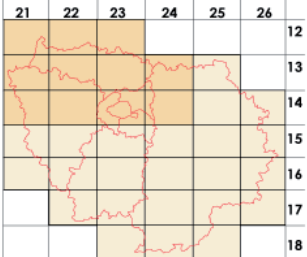
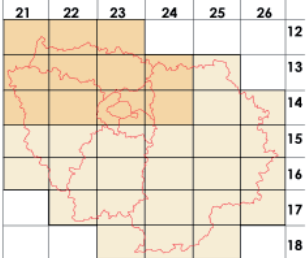
[\\CADASTRES] Cadastres et documents fonciers,

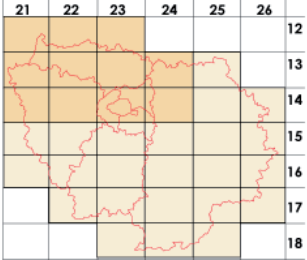
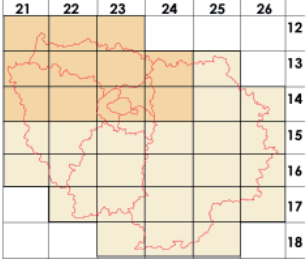
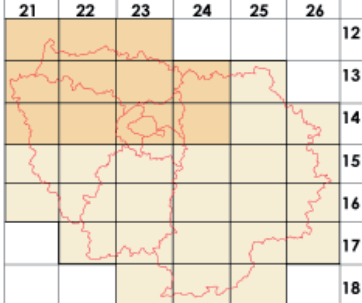
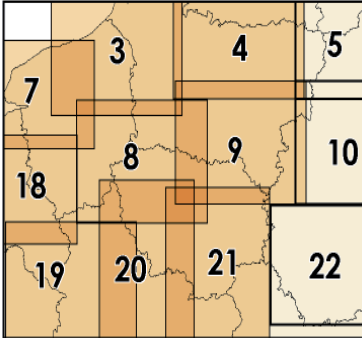
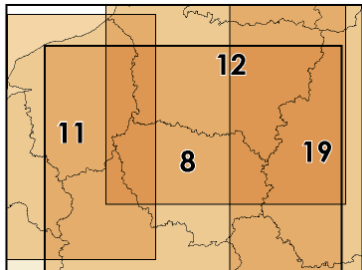
<p>[PC_INTEND]</p>	<p>Plans d'Intendance de 1776-1791, pour le Val-d'Oise à l'échelle env. 1/7200^e, Arch. Départ. 95. Tableau d'assemblage national. (Tableau d'assemblage national)</p>	
<p>[PC_MASSES_CULT]</p>	<p>Cadastre par masses de culture, de 1802 à 1823 pour le Val-d'Oise, au 1/5000^e,</p>	
<p>[PC_NAPO]</p>	<p>Cadastres napoléoniens de 1807 à 1834 pour le Val-d'Oise, du 1/1250^e au 1/2500^e.</p>	

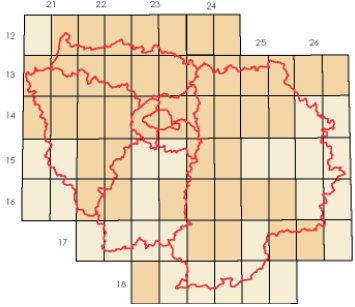
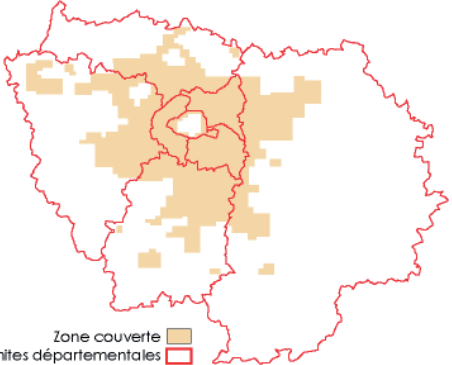


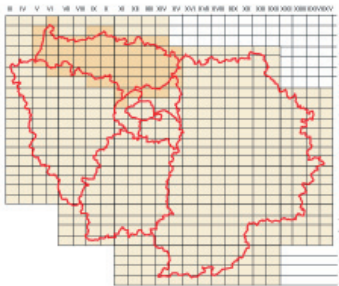
[TOPO_XIX] Cartes topographiques du XIX^e s.

<p>[TOPO_PICQUET]</p>	<p>Carte de Picquet de 1800 au 1/67000°, IGN,</p>	
<p>[TOPO_ETAT_MAJOR]</p>	<p>Carte d'Etat-Major de 1832-1839 au 1/80000°, IGN. Tableau d'assemblage national. (Tableau d'assemblage national)</p>	
<p>[TOPO_MINUTES_10]</p>	<p>Minutes d'Etat-Major de 1819-1855 au 1/10000°, IGN.</p>	
<p>[TOPO_MINUTES_40]</p>	<p>Minutes d'Etat-Major, de 1855, au 1/40000°, IGN. Tableau d'assemblage national. (Tableau d'assemblage national)</p>	
<p>[TOPO_EM_1889]</p>	<p>Carte d'Etat-Major type 1889 de 1903 à 1914, au 1/50000°, IGN. Tableau d'assemblage national. (Tableau d'assemblage national)</p>	

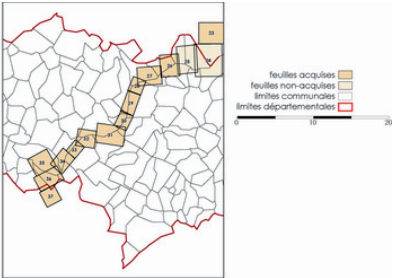




[TOPO_PELET]	Carte du lieutenant Pelet de 1839 au 1/40000°, feuilles 1 à 9, IGN.	
[TOPO_DIR_10]	Plans directeurs au 1/10000° de 1872 à 1900, IGN. (Tableau d'assemblage national)	
[TOPO_DIR_20]	Plans directeurs au 1/20000° de 1872 à 1900, IGN. (Tableau d'assemblage national)	
[TOPO_DPT_SEINE_5000]	Atlas du département de la Seine au 1/5000° de 1875 à 1900, IGN.	
[TOPO_PLAN DIR_1900 ; TOPO PLANS DIR 1930]	Plans directeurs au 1/10000° de 1934 à 1947, IGN.	

<p>[TOPO_DPT_SEINE 1900 ; TOPO_DPT_SEINE_1935]</p>	<p>Atlas du département de la Seine au 1/5000° révisé de 1922 à 1941, IGN.</p>	
<p>[TOPO_CF20000]</p>	<p>Carte de France 1/20000°, IGN. (Tableau d'assemblage national)</p>	
<p>[TOPO_20000_CAN_TIR]</p>	<p>Canevas de tir au 1/20000° de 1872 à 1941, IGN. (Tableau d'assemblage national)</p>	
<p>[TOPO_T1900]</p>	<p>Type 1900 au 1/50000°, IGN. (Tableau d'assemblage national)</p>	
<p>[TOPO_T1922]</p>	<p>Type 1922 au 1/50000°, IGN. (Tableau d'assemblage national)</p>	

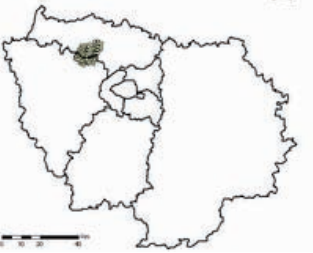
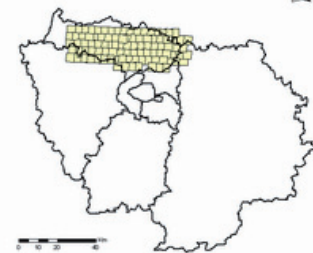
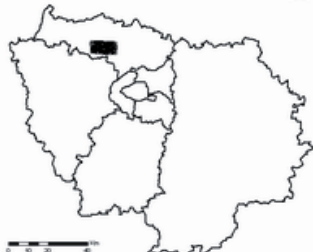
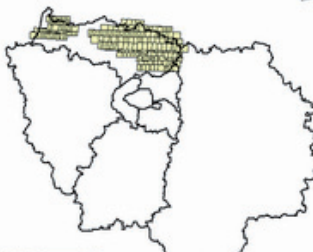
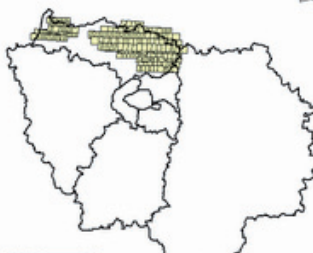
[TOPO_T1972]	Type 1972 au 1/50000°, IGN. (Tableau d'assemblage national)	
[TOPO_SERIE_ORANGE]	Série Orange IGN au 1/50000°, IGN. (Tableau d'assemblage national)	
[TOPO_25000]	Carte de France au 1/25000° de 1961 IGN. (Tableau d'assemblage national)	
[TOPO_SERIE_VERTE]	Série verte IGN au 1/100 000°, IGN.	
[TOPO_SERIE_ROUGE]	Série Rouge au 1/250 000e, IGN.	

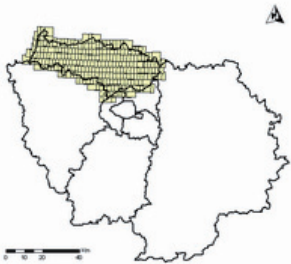
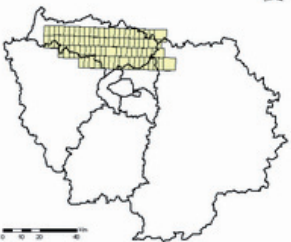

<p>[TOPO_SERIE_BLEUE]</p>	<p>Série bleue IGN au 1/25000^e, à p. de 1976, IGN. (Tableau d'assemblage national)</p>	
<p>[TOPO_2000_IDF]</p>	<p>Plan d'ensemble de la région Ile-de-France dit PERDIF au 1/2000^e.</p>	 <p>Zone couverte  limites départementales </p>
<p>[TOPO_CRIF_5000]</p>	<p>Carte de la Région Ile-de-France au 1/5000^e de 1981 à 1997, IGN.</p>	

[CARTES ET PLANS_CONTEMP] Cartes et plans contemporains issus d'institutions et de collections spécifiques

<p>[TOPO_VNF_5000]</p>	<p>Plans de la vallée de l'Oise (VNF), à partir de 1962, au 1/5 000^e</p>	 <p>feuilles acquises  feuilles non-acquises  limites communales  limites départementales </p> <p>0 10 20</p>
------------------------	---	---

[PHOTOS] Photographies aériennes verticales:

[PHAV_1954]	Mission «CDP 3804» de août 1953 et avril 1954, au 1/5 000°, au format 30X30 cm, IGN,	
[PHAV_1959]	Mission «France 1959 Pontoise-Dammartin en Goële» de février 1959, au 1/25 000°, au format 19X19 cm, IGN,	
[PHAV_1964]	Mission «1964 CDP 5087» du 11 mars 1964, au 1/8 000°, au format 21X18 cm, IGN,	
[PHAV_1967-68]	Mission «67 FR 1436» de octobre et novembre 1967, au 1/15 000°, au format 19X19cm, IGN,	
[PHAV_1967-68]	Mission «68 FR 1436» de février à mars 1968, au 1/15 000°, au format 24X24cm, IGN,	

[PHAV_1987]	Mission «F 87 200-4053 P» de juillet-août et octobre-novembre 1987 au 1/20 000e, au format 19X19 cm, IGN,	
[PHAV_1993]	Mission «1993 F 2213-2413/300» du 20 avril 1993, au 1/30 000e, au format 24X24 cm, IGN, non libre de droit,	
[PHAV_2000]	Mission «2000 FR 5381/300» des 25 et 26 janvier 2000, au 1/30 000e, au format 24X24 cm, IGN.	

6.14.5 - PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT

Actuellement, plusieurs pistes sont explorées :

- l'extension géographique de la base : si dans son premier état ReCIF a été constituée à partir du fonds cartographique du Val-d'Oise, elle est aujourd'hui potentiellement utilisable à des échelles plus vastes et par des équipes nombreuses. Après avoir été développée à l'échelle de l'Ile-de-France, nous avons réalisé une première extension sur les fonds les plus importants à l'échelle nationale. Ce travail aujourd'hui finalisé a été publié sous la forme d'un guide de lecture des cartes anciennes [COSTA, ROBERT 2009]. Un travail du même type est actuellement envisagé mais avec une dimension extra-nationale. En effet, la plupart des équipes de recherche travaillant à l'étranger méconnaissent la richesse des fonds cartographiques disponibles sur leurs secteurs d'étude. Le développement d'une méta-base à l'échelle européenne voire à l'échelle du bassin méditerranéen permettrait de disposer d'un outil stratégique pour la conduite de nombreuses recherches et permettant de connaître les différentes ressources disponibles et leurs moyens d'accès.

- l'extension du nombre de fonds intégrés dans la base : nous disposons actuellement de 43 couches de données qui résument à grands traits les principaux fonds cartographiques issus des grands programmes de la cartographie nationale du XVII^e siècle à nos jours. L'inventaire de

nouveaux documents et le développement de nouvelles couches de données sur des fonds moins systématiques issus des Services Historiques de l'Armée de Terre (SHAT) ou de la Marine (SHOM), de la cartotheque de l'IGN, des Archives Nationales (Service des cartes et plans), de la bibliothèque nationale (Département des cartes et plans), des archives départementales (Terriers,...), du BRGM ou par exemple les documents issus des travaux des ingénieurs (Atlas de Trudaine) ou encore des institutions liées à l'aménagement des grandes infrastructures du territoire national (SNCF, Voies navigables de France, La Poste, EDF, GDF...) constituent des axes de recherche potentiels et prometteurs.

736

- l'intégration dans la base ReCIF des centres de ressources et des conditions d'accès à la documentation. Cet aspect constitue, juste après celui de la connaissance des différents documents, un des principaux écueils à l'utilisation de cette documentation. Outre les institutions classiques (IGN, Archives nationales, Archives départementales, Bibliothèque nationale) au sein desquelles un travail de recensement est encore nécessaire, nous souhaiterions faire le point, par le biais d'une enquête plus vaste, sur les ressources existant dans les différentes institutions possédant une cartotheque (les services archéologiques par exemple). La mise à disposition des résultats de ce travail sous la forme d'une interface d'interrogation en ligne constituerait une sorte de portail des ressources cartographiques utiles à l'archéologue et à l'historien, à l'image du Géoportail®, Virtual Earth® ou de Google Earth®, dont la nécessité n'est plus à démontrer.

6.12 – RETOUR SUR DES EXPÉRIENCES

Le *corpus* d'exemples que nous avons examiné se compose de projets diversifiés à la fois au niveau des échelles, des questions abordées, des champs chronologiques, des temporalités des projets ou encore des profils d'équipe.

Le développement de ces outils n'est ni spécifique à une échelle d'approche, ni à un champs chronologique donné ni à une organisation donnée. De fait, les formes concrètes que prennent ces systèmes varient selon les échelles et les contextes d'application (Cf. Chapitre 5 observatoire).

Aussi, pour comprendre le phénomène géomatique appliqué aux organisations de l'archéologie dans sa globalité et les impacts que les SIG ont induits sur les organisations qui composent notre discipline, on peut replacer nos exemples par rapport à l'acte fondateur en archéologie : la fouille.

Tout projet géomatique mené par une organisation de l'archéologie peut alors se percevoir en fonction d'un avant, d'un pendant ou d'un après l'acte de fouille. Nous avons synthétisé sous forme de tableaux quelques-uns des aspects qui ont été abordés au cours de nos développements :

CONTEXTE	PROJET	ECHELLE DE RÉFÉRENCE	ECHELLES DE VISION (min-max)
CG95	Atlas du Val-d'Oise	Département	max : département min : site archéologique
CG95	Vallée de l'Oise	Vallée de l'Oise	max : vallée min : unité morpho-sédimentaire
CG95	Beaumont-sur-Oise	Commune	max : commune min : parcelles
CG95	Liaison Cergy-Roissy	Emprise du projet autoroutier	max : projet min : vestiges archéologiques
CG95	Marines	Emprise du projet routier	max : territoire environnant min : vestiges archéologiques
CG95	Chaussy	Emprise du site	max : territoire environnant min : vestiges archéologiques
CG95 - CNRS	Argos	Emprise de la commune (zone urbaine)	max : limites de la zone urbanisée min : vestiges archéologiques
UMR 7041	Etiolles	Emprise de l'environnement proche du site	max : territoire environnant min : traces relevées
UMR 7041	Umm Haddar	Emprise du site	max : territoire environnant min : vestiges archéologiques
UMR 7041	Villajoyosa	Emprise du site et de la commune	max : commune min : vestiges archéologiques
UMR 7041	Itanos	Emprise de la micro-région	max : micro-région min : murs et vestiges archéologiques
UMR 7041	Délos	Emprise du site	max : sanctuaire min : bâtiments et blocs
UMR 7041	Elche	Emprise de la région	max : région min : site d'exploitation
UMR 7041	Alpage	Emprise de la commune (zone urbaine)	max : limites de Paris XVIII ^e S. min : vestiges archéologiques
UMR 7041	ReCIF	Emprise de la région	max : région min : feuilles cartographiques

Tableau 1 : récapitulatif des différentes échelles utilisées dans nos exemples

CONTEXTE	PROJET	RELATION DIRECTE/INDIRECTE DE LA PROBLÉMATIQUE AVEC L'OPÉRATIONNEL	POSITION PAR RAPPORT À L'ACTE DE FOUILLE
CG95	Atlas du Val-d'Oise	Indirecte : politique documentaire du service	Avant, pendant, après
CG95	Vallée de l'Oise	Indirecte : mise en place d'une cartographie prospective (potentiel)	Après
CG95	Beaumont-sur-Oise	Indirecte : synthèse de l'information d'opérations déjà déroulées	Après
CG95	Liaison Cergy-Roissy	Directe : gestion des opérations archéologiques	Avant, pendant, après
CG95	Marines	Directe : étude préalable aux sondages archéologiques, mise en place d'une carte du potentiel	Avant, pendant
CG95	Chaussy	Indirecte : mise en place d'une cartographie prospective	Avant
CG95 - CNRS	Argos	Indirecte : synthèse de l'information d'opérations déjà déroulées	Après
UMR 7041	Etiolles	Indirecte : mise en place d'une cartographie prospective, mise en place d'une carte du potentiel	Avant
UMR 7041	Umm Haddar	Directe : gestion des opérations archéologiques	Pendant
UMR 7041	Villajoyosa	Directe : gestion des opérations archéologiques Indirecte : synthèse de l'information d'opérations déjà déroulées	Pendant, après
UMR 7041	Itanos	Indirecte : mise en place d'une cartographie prospective type inventaire	Après
UMR 7041	Délos	Indirecte : mise en place d'une cartographie prospective d'inventaire pour étude	Après
UMR 7041	Elche	Directe : gestion des opérations archéologiques	Pendant
UMR 7041	Alpage	Indirecte : mise en place d'une base de données prospective d'inventaire pour étude	Après
UMR 7041	ReCIF	Indirecte : mise en place d'une infrastructure de données	Avant, pendant, après

Tableau 2 : positionnement des différents exemples développés par rapport à la fouille

Typologies d'applications :

En examinant nos exemples à la lumière de ce schéma, nous avons distingué différentes catégories d'applications :

- Certaines se développent en amont et constituent des bases sortes de « réservoirs de données » (cf. Atlas du Val-d'Oise, ReCIF) ou prennent la forme d'applications prospectives (cf. Marines, la vallée de l'Oise, Etiolles).
- D'autres se construisent pendant les opérations de terrain et servent de manière active à la gestion des opérations (cf. Liaison Cergy-Roissy, Villajoyosa, Elche, Umm Haddar, Itanos). Ces « bases de données stratégiques » sont utilisées tout au long de la conduite des projets de fouille. Elles accompagnent autant qu'elles structurent le processus d'acquisition de l'information durant toute la chaîne opératoire de la fouille (cf. Umm Haddar).
- Les dernières se placent en aval de l'étape de fouille et sont des « bases de traitement » qui permettent de faire e l'analyse exploratoire ou des traitements de données et des modélisations plus calculatoires sur des informations généralement préexistantes (cf. Beaumont-sur-Oise, Argos, Délos, Alpage).

L'analyse de l'organisation des informations qui composent les bases de données a permis de percevoir deux grands modèles de répartition des données :

- le premier montre une construction plutôt « hiérarchique » : une thématique centrale est définie et développée, puis des thématiques périphériques viennent compléter

le système (cf. Francilienne). La structure de la base s'organise autour d'un thème principal (les données des fouilles archéologiques pour la Francilienne, données archéologiques pour Villajoyosa, données des sites de carrières pour le projet Elche...) et d'autres informations viennent ensuite compléter un *corpus* de base,

- le second s'articule autour d'une structure plutôt « multipolaire » ou « répartie » (cf. Atlas du Val-d'Oise, Marines, Alpage, Recif...) : la base contient alors plusieurs pôles thématiques de développement parallèles et aucune donnée n'est prédominante.

CONTEXTE	PROJET	TYPE DE STRUCTURE DE BASE	POSITION DE LA DONNÉE ARCHÉOLOGIQUE	DONNÉE CENTRALE (OU ACTIVE)
CG95	Atlas du Val-d'Oise	Multipolaire	Périphérique	Donnée géo-environnement Donnée carto-ancienne Donnée historico-archéologique Donnée localisant-administratif
CG95	Vallée de l'Oise	Hiérarchique	Périphérique	Donnée géo-environnement
CG95	Beaumont-sur-Oise	Hiérarchique	Centrale	Donnée historico-archéologique
CG95	Liaison Cergy-Roissy	Hiérarchique et en sous-système	Centrale	Donnée historico-archéologique
CG95	Marines	Multipolaire	Périphérique	Donnée géo-environnement Donnée carto-ancienne Donnée historico-archéologique
CG95	Chaussy	Hiérarchique	Périphérique	Donnée géo-environnement
CG95 - CNRS	Argos	Hiérarchique	Centrale	Donnée historico-archéologique Donnée géo-environnement
UMR 7041	Etiolles	Multipolaire	Périphérique	Donnée géo-environnement Donnée historico-archéologique
UMR 7041	Umm Haddar	Hiérarchique	Centrale	Donnée historico-archéologique
UMR 7041	Villajoyosa	Multipolaire	Centrale	Donnée historico-archéologique
UMR 7041	Itanos	Hiérarchique	Centrale	Donnée historico-archéologique Donnée géo-environnement
UMR 7041	Délos	Hiérarchique	Centrale	Donnée historico-archéologique
UMR 7041	Elche	Multipolaire	Centrale	Donnée historico-archéologique Donnée géo-environnement
UMR 7041	Alpage	Multipolaire	Périphérique	Donnée carto-ancienne Donnée historico-archéologique
UMR 7041	ReCIF	Multipolaire	Périphérique	Donnée carto-ancienne

Tableau 3 : récapitulatif des différents type de bases

Organisations de données :

Ces architectures sont l'expression d'un ensemble de relations entre les données. Celles-ci, si on les observe un peu plus finement montrent l'existence de données plutôt « actives » (ou données centrales) ou de données plutôt « passives » (ou données références).

Les premières sont dites « actives » parce qu'elles sont centrales dans les processus d'analyse et qu'elles sont amenées à être modifiées et enrichies. Elles constituent les données métiers de l'archéologue qui est le seul à pouvoir les développer.

Les secondes sont dites « passives » car c'est sur la base de ces informations, que l'on établit des processus de comparaison et que l'on construit un schéma d'analyse donné. Ici, c'est à un espace support que l'on a à faire. La plupart des processus d'analyse spatiale sur les

systèmes de peuplement se fondent sur cette dialectique qui met en relation un contexte avec un échantillonnage de données archéologiques.

Cependant ces notions sont relatives. En effet, pour reprendre le cas de figure de la Francilienne (Chap. 6.2.3.3), la donnée active (donnée archéologique) dans la problématique de gestion devient passive si l'on aborde l'opération du point de vue de la problématique d'analyse paysagère, car ce sont les données en relation directe avec la nouvelle question qui deviennent actives (données du cadastre napoléonien).

Nos 15 exemples, même s'ils sont issus de deux contextes institutionnels différents (Val-d'Oise, UMR 7041) s'appuient dans leurs grandes lignes sur le même type d'information. Seule l'organisation de ces ensembles de données suit un modèle chaque fois renouvelé.

Ainsi, par exemple, la base de Marines (Chap. 6.2.3.4) ou la base de la Francilienne (Chap. 6.2.3.3) développées dans le cadre du projet Val-d'Oise sont à la fois proche par le type de thématique qu'elles abordent (un tracé routier) mais profondément différentes dans la manière d'envisager l'approche, et par conséquent dans les modes de structuration des informations qu'elles proposent. Les applications Beaumont-sur-Oise (Chap. 6.2.3.1), Argos (Chap. 6.3) ou encore Alpage (Chap. 6.10) traitent toutes les trois de l'objet urbain. En revanche leurs logiques de développement, la structure des données, les outils mobilisés sont à chaque fois différents.

Dès lors, on perçoit que le choix du modèle utilisé est une chose toute relative. Une base de données n'est pas une entité fixe et déterminée. Un modèle est constitué de données qui possèdent chacune une matérialité, mais il est aussi composé par des interrelations des données entre elles et entre des données et des individus, eux-même regroupés en organisations dont les constructions dépendent des impératifs de la problématique scientifique et du contexte dans lequel ils sont développés. Lorsque l'on change un des paramètres, c'est l'ensemble du modèle qui évolue.

Nous avons vu dans nos exemples que l'outil technique, le contexte de développement, la méthode de conduite de projet, la place de l'individu dans le projet, induisaient des contraintes sur le modèle des données et donc sur le processus de recherche qui est différent selon les échelles, les acteurs, l'inscription dans le temps et les problématiques.

Le point de vue technique

D'un point de vue technique, notre étude nous a permis de distinguer différentes catégories d'outils :

- Les premiers séparent la géométrie des données attributaires. C'est le cas de figure de la Vallée de l'Oise (chap. 6.2.3.2). Une base de données classique gère la donnée brute (ou sémantique) et un outil de dessin numérique gère les données graphiques (dit logiciel DAO).
- Les deuxièmes permettent de stocker dans un même logiciel toute l'information et de disposer des fonctions d'un SGBDR classique et de possibilités de recherches spatiales. La plupart des cas de figure que nous avons présenté ont été produits à l'aide d'un logiciel de ce type (dit logiciel SIG).
- Les troisièmes sont basés sur une technologie similaire aux seconds, mais intègrent de plus une dimension réseau. Le projet client-serveur peut alors être déployé sur de nombreux postes de travail internes à l'organisation (chap. 6.2.1.3) ou encore être ouvert vers des réseaux encore plus larges comme le Web avec des outils de *webmapping*, [COSTA *et al.* 2008] permettant d'accéder à l'information en ligne pour la consulter ou l'enrichir (chap. 6.7 – ITANOS ; 6.10 – ALPAGE). Ces outils sont de

plus en plus répandus, et par rapport aux types d'outils précédents, ils apportent une dimension organisationnelle très importante en permettant à de multiples utilisateurs potentiellement dispersés, de travailler sur des données similaires en même temps et de partager instantanément de la donnée.

Ainsi, des applications différentes, plus ou moins avancées technologiquement, permettent de développer des démarches similaires s'appuyant sur la problématique de formalisation spatiale et graphique de la donnée. Il n'y a pas « d'application type », mais bien des applications correspondant à des projets donnés, c'est-à-dire à des contextes techniques, à des équipes et à des moyens particuliers.

Cette variabilité relative des architectures et des technologies montre aussi qu'une base de données géographiques se définit non pas par la spécificité du logiciel, ni même par l'architecture du système mais bien par le développement d'un modèle ou schéma conceptuel des données (MCD ou SCD). C'est lui qui définit les modalités de l'intégration et de la représentation de l'information. Il se construit par compromis entre le contexte organisationnel, les outils technologiques, les objectifs de la problématique scientifique, le cadre technique et les sensibilités des intervenants.

La constitution d'une base de données géographiques en archéologie impose de définir en amont de l'acquisition des données une catégorisation précisant leur mode de répartition et le type de représentation que celle-ci va prendre. Concrètement, les données sont déjà structurées avant leur acquisition, même si cette architecture abstraite et déconnectée de la réalité des projets est généralement réadaptée de manière quasi permanente tout au long du déroulement du projet.

Aujourd'hui et plus que jamais avec le développement des outils réseaux, il ne s'agit plus seulement de faire des cartes, aboutissement visuel du travail de recherche, mais de construire des outils de gestion stratégique de l'information localisée accompagnant, supportant et structurant en retour les processus d'analyse, de gestion et d'interprétation. La base de données géographiques est alors perçue comme un « *objet scientifique en devenir* » [VERGNAULT BELMONT 1998] constitué par et pour un réseau d'acteurs, sur la base d'un ensemble cohérent de données regroupées autour d'une problématique commune : la restitution spatiale et graphique de l'information.

La question de la conduite de projet

En terme de conduite de projet, la constitution d'une base de données géographiques présuppose plusieurs étapes :

- Un premier temps durant lequel la problématique se constitue. Son évolution dépend, en archéologie comme ailleurs de plusieurs aspects : des objectifs, du contexte technique et institutionnel, des acteurs qui la composent et des moyens dont ils disposent.
- Un deuxième temps où l'on établit un modèle théorique de répartition de l'information dont l'objectif est de répondre au questionnement initial en dégagant un certain nombre de thématiques. C'est à ce niveau, en fonction de la problématique, des échelles et du type d'information qu'on va choisir un modèle plutôt hiérarchique ou plutôt multipolaire et qu'en conséquence on va définir le mode de formalisation de la donnée (point, ligne, polygone, types de champs...).
- Un troisième temps où la collecte des données intervient et amène un réajustement du modèle qui lui-même influe sur la question initiale. Puis le phénomène se répète, et ainsi de suite...

Au delà de sa matérialité, le développement et le maintien d'une base de données

géographiques en archéologie s'appuie essentiellement sur une dynamique d'aller-retour entre questionnement, modélisation et données. En conséquence, l'utilisation des SIG questionne le processus analytique classique qui place l'observation à l'origine de la démarche scientifique. Ici, la modélisation est le préalable nécessaire à l'enregistrement de l'observation et c'est elle qui en définit le cadre et de fait la réflexion potentielle. Les bases de données géographiques ont donc une cohérence essentielle qui est celle de la question et du projet auxquels elles se rapportent.

Elles ont aussi d'autres niveaux de cohérence. Tout d'abord, il y a un facteur lié à l'individu : dans nos exemples l'auteur des projets reste le même (c'est-à-dire nous). Nous y jouons successivement le rôle de pilote de projet, de personne ressource, d'administrateur, de développeur, d'utilisateur... Avant d'être un projet technique ou un ensemble organisé de données un projet d'informatisation reste un projet dans lequel la dimension humaine est fondamentale. Il ne faut jamais oublier que derrière les logiciels et les machines il y a des individus, et qu'un système d'information géographique reste un projet avant tout humain. Gérer des bases de données signifie donc gérer des relations entre des personnes ! Ainsi, comprendre ce que les SIG ont changé dans les manières de faire dans les organisations de l'archéologie, c'est aussi poser la question de la place des individus dans les projets géomatiques et archéologiques. On a dans ce mémoire toute une palette de ce que peuvent être les différents rôles d'un acteur au sein d'un projet géomatique.

Enfin un autre élément reste commun à tous les projets : celui du territoire. Dans le cas de figure du Val-d'Oise, le plus explicite sur la question, toutes les problématiques et les questions qui sont posées dans le projet départemental se rapportent de près ou de loin à l'espace géographique de référence du Val-d'Oise : les limites administratives actuelles du département. C'est lui qui constitue le cadre général à toute action de cette équipe et donne la cohérence première à l'ensemble du système d'information. Les frontières administratives du Val-d'Oise, même si elles n'ont aucun fondement historique ancien, sont les cadres structurants de la politique du SDAVO. En choisissant un espace géographique (le Val-d'Oise), en y exerçant une action inscrite dans la durée (développement d'un système d'information) et en y collectant des données (politique documentaire, mise en place de bases de données géographiques), on a créé du territoire c'est-à-dire de la cohérence pour des études et pour une approche qui dans ce cas de figure a été départementale.

6.12.2 – BILANS ET IMPACTS DES SIG SUR LES PROJETS :

Ainsi, selon nous, la principale originalité du développement de la géomatique dans les organisations de l'archéologie ne se situe pas fondamentalement au niveau des outils ou des techniques qu'elle mobilise, bien que ceux-ci puissent être innovant.

Il faut plutôt analyser trois phénomènes qui sont véritablement vecteur d'évolution :

- **Celui du changement d'échelle dans les traitements** permis par l'augmentation des puissances de calculs. Ce phénomène n'est pas spécifiquement lié aux SIG, mais est lié plus globalement à l'évolution des technologies de l'information. Il provoque de fait des changements dans les modalités de traitement de la donnée puisqu'il permet d'intégrer des *corpus* qui jusqu'alors étaient très difficiles (si ce n'est impossible) très à manipuler. Qui s'étonne aujourd'hui de manipuler des bases de données de plusieurs milliers (voire millions) d'objets ? Cette réalité jugée triviale parce que quotidienne, est pourtant une des causes des renouvellements de nos pratiques.
- **Celui de l'apparition de technologies réseaux** ensuite. Là aussi rien de propre aux SIG, même si le développement des outils réseaux (*webmapping*) devient une tendance lourde dans le domaine. Peu à peu les systèmes d'information géographique - ou non - dérivent de l'application monoposte vers l'outil client serveur. En

dématisant non seulement les données, mais aussi les systèmes on propose de nouveaux modes de gestion des données et de logiques de travail. La gestion collective des bases de données et des applications permet d'accéder à des niveaux d'intégration et de partage impossibles à imaginer sans ces outils. Ils sont les bases de la constitution de cultures techniques communes qui influent très largement sur nos pratiques de recherche en les rendant plus mutualisées.

- **Celui enfin de « l'accroche territoriale ».** C'est là un point fondamental, car c'est par rapport à la délimitation de l'espace étudié, qui est le préalable à tout travail, que l'on va non seulement construire sa démarche et définir son approche, mais aussi collecter des données, établir des contacts avec des acteurs locaux... Autant d'éléments qui globalement changent nos approches à la fois sur la forme (les manières de faire) mais aussi sur le fond (les manières de penser sa recherche). En effet, les SIG permettent de développer des visions dynamiques de la donnée qui s'approchent de ce que peut être une vision systémique des phénomènes. Une très bonne définition de ce qu'est une approche systémique est donnée par le groupe de réflexion CASSINI dans l'ouvrage « *Représentation de l'espace et du temps dans les SIG* » : « *Bien que les systèmes soient fondamentalement des totalités cohérentes et qu'en conséquence leur prise en considération soit en contradiction avec la décomposition à la base de la démarche analytique, le terme d'analyse systémique est consacré par l'usage pour désigner tous les raisonnements fondés sur l'utilisation des systèmes. Un système est une totalité délimitable constituée par un ensemble d'ensemble : éléments, relations entre ces éléments, relations entre le système et la partie du monde qui lui est extérieure tout en étant en rapport avec lui. (...) Les relations internes du système sont des interactions. Les systèmes se différencient par la nature de leurs éléments et des relations qui les lient. Dans les systèmes logiques, les éléments sont des propositions abstraites et des relations des rapports de cause à effet ; dans les systèmes matériels, les relations sont des flux entre des entités concrètes.* » [CNRS, GDR CASSINI 1998 : p.12]

L'utilisation des SIG et des systèmes d'information d'une manière plus générale n'est plus une chose neuve. Mais, le niveau technologique auquel nous sommes parvenus aujourd'hui, associé à l'affirmation de plus en plus marquée des identités des organisations de l'archéologie (provoquée notamment par l'importance de l'archéologie préventive, par le nouveaux contexte législatif ou encore par la réorganisation annoncée de la recherche et de l'enseignement supérieur) donne une nouvelle dimension à la question de l'impact de la géomatique sur nos organisations et donc nos pratiques.

Plus que sur les questions de techniques d'analyse de données, les problématiques que nous aurons à résoudre pour le développement harmonieux et la pérennité des systèmes d'information sont de l'ordre de la gestion de projet : Comment mettre en œuvre l'application la plus adaptée à tel projet ? Quels processus d'échange de données prévoir pour accéder et proposer des informations ? Sur quelles normes dois-je m'appuyer pour développer mes bases de données ? à partir de quels standards ? Comment mettre en œuvre des infrastructures partagées (de pratiques, de données...) ?



CHAPITRE 7
CONCLUSIONS - PERSPECTIVES

CHAPITRE 7

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

7.1 - RETOUR SUR UNE DÉMARCHE

Observer les changements ordinaires liés au monde numérique

Le développement des systèmes d'informations géographiques en archéologie depuis ces dernières décennies est prétexte à de nombreux superlatif, enthousiastes ou inquiets. Chacun a envie de croire aux bienfaits de la société de la connaissance, de la société en réseaux, de la société de l'innovation. Les observatoires ou laboratoires des usages sont devenus pour tous les acteurs et tous les décideurs une des principales sources d'information et d'analyse. L'évolution des usages, autrement dit le taux de pénétration des systèmes d'information est l'objet d'une attention particulière de la part de nos décideurs.

Bien que les études généralistes sur d'autres domaines d'action commencent à se révéler nombreuses, il est difficile de se frayer un chemin entre des approches quantitatives souvent abstraites. Malgré l'importance du phénomène numérique, notamment dans les sciences archéologiques, on est étonné de l'absence d'études récentes facilement identifiables. Pourtant plus que jamais, il devient possible et surtout nécessaire d'observer, pour les comprendre, les nouvelles pratiques qui se développent dans notre discipline et réfléchir sur de nouveaux processus pour piloter les développements technologiques à venir.

C'est ce que nous avons tenté de faire tout au long de ce travail. Nous avons été confronté à des difficultés d'observation. La diversité des exemples, la difficulté de leur lecture a rendu notre tâche complexe. Sur cette question, J.-F. MARCHANDISE dans une étude sur les impacts de l'Internet sur l'éducation [MARCHANDISES 2007] souligne différents points qui rendent complexe l'observation des pratiques :

- la première difficulté est une question de nuances. Il est toujours difficile de sortir de la vision binaire de l'usage ou du non usage (oui ou non, le oui ayant plus tendance à prospérer au cours du temps car il nous rassure sur le bien fondé de nos outils). Or dans notre analyse, nous avons pu faire le constat que la réalité des choses était moins tranchée et bon nombre de projets relevaient plutôt d'un état intermédiaire («je m'en sors pas très bien», «ça ne marche pas toujours», «je n'utilise pas tout», les diverses formes du mésusage). On a du mal à dépasser les indicateurs basiques qui prévalent encore aujourd'hui dans nos manières d'observer cette évolution des pratiques (nombre de postes connectés sur le net, nombre de licences produits installées sur site).
- la deuxième est relative à la nature du phénomène : on distingue toujours les usages pour les outils (logiciels) et les pratiques pour nos pratiques sociales (faire un article). Les dispositifs numériques rendent cette distinction malaisée, de plus en plus de pratiques, du moins dans le discours commun, s'identifiant dans un premier temps

aux outils et aux plate-formes techniques qui en sont les vecteurs (*je blogue, je fait du SIG...*). C'est là un des éléments qui transforme de manière radicale nos manières de faire et donc au final nos manières de penser ! Toute la difficulté est alors de garder une distance critique suffisante pour ne pas confondre outils, techniques et méthodes. Il faut cependant bien admettre qu'aujourd'hui on peut difficilement séparer l'outil, la technique et la méthode. Il nous faut donc construire et proposer des approches intégrées à la charnière entre la mise en œuvre de technologies, l'application de techniques de traitement de données et une méthodologie de conduite de projet que l'on peut concevoir comme un ensemble de processus où le système d'information est en interaction permanente avec les acteurs du projet.

- la troisième difficulté se trouve dans le fait que pour percevoir le changement, il faut analyser et comprendre ce qu'il y avait avant. Les civilisations prénumériques ont beau être beaucoup plus anciennes que les civilisations numériques qui émergent, à certains égards on les connaît moins bien et les pratiques qui les définissaient s'estompent déjà pour bon nombre. L'exemple est frappant dans le domaine de la collecte et de la gestion des données archéologiques : comment traitons nous nos *corpus* d'informations avant l'arrivée des ordinateurs, des SGBD et des SIG ? Comment faisons-nous pour acquérir sur nos chantiers de fouille les informations avant l'arrivée des théodolites ou des GPS ? Comment échangeons-nous avant l'arrivée des réseaux et d'Internet ? Ces questions peuvent paraître naïves car nos générations, qui ont vu les premières applications se mettre en place connaissent les réponses. Il ne faut pas oublier que les générations suivantes ignoreront totalement les pratiques non numériques, tant ces outils leurs semblent désormais naturels et sont intégrés dans le fonctionnement même de leur pensée.
- quatrième embarras, la rapidité des évolutions. L'observation d'un phénomène est d'autant plus difficile que la stabilité de l'environnement technique est faible. Ainsi, constituer des indicateurs pour analyser les contextes techniques (observer les flux d'un réseau, étudier les statistiques d'une plateforme technique ou recueillir les points de vue des usagers) est plus facile sur des ensembles fixes. Or la durée de vie des matériels ne cesse de se raccourcir (la durée de vie moyenne en fonctionnement d'un ordinateur dans une entreprise est de deux ans. La durée moyenne de maintien d'un produit logiciel ou matériel sur le marché est de moins de six mois) et le nombre de logiciels de s'agrandir (il y a en moyenne quatre mises à jour dites mineures et deux mises à jour dites majeures par an qui sont proposées / imposées aux utilisateurs. Même à un niveau plus bas du point de vue informatique, c'est à dire au niveau de la programmation, la durée de vie d'un langage est d'environ deux ans après quoi, une nouvelle version ou un nouveau langage viennent le remplacer.) Ainsi, il y a là une contradiction entre une pratique scientifique qui nécessite une certaine constance / pérennité (d'autant plus en archéologie qui est une science de cumul, donc d'érudition et de comparaison) et un environnement technologique qui évolue sans cesse.

Si l'on prend l'exemple des sites Web, qui n'est au final pas si lointain de celui des SIG,

on reprendra chez MARCHANDISE le texte suivant qui résume assez bien la situation à laquelle nous nous retrouvons confrontés:

«Ajoutons pêle-mêle qu'un site web n'est plus un site web (mais une cohorte de flux et d'applets) qu'un usager n'est plus un usager (mais une ribambelle d'identités personnelles et collectives), et que le temps de connexion n'est plus le temps de connexion - du moins pour les usagers à connexion haut débit forfaitaire, dont on ne sait dire s'ils sont devant leurs ordinateurs connectés pendant que celui-ci diffuse une radio en ligne et effectuent une opération de maintenance - ou par combien d'usages simultanés leur temps de cerveau est sollicité. Cette dernière remarques soulignent assez à quel point l'observateur des usages est héroïque et mérite l'estime de ses contemporains : car l'usager, non content de faire des choses imprévues avec des dispositifs qui changent tout le temps, a l'impudence de faire plusieurs choses à la fois, ou à défaut, plusieurs choses différentes au cours de la même connection.»
[MARCHANDISES 2007 : p.2]

D'une informatique omniprésente aux usages implicites

Il est donc complexe d'observer les usages, du moins tant que l'observation porte sur ce qui change. Faute de recul on préférera alors décrire la nouveauté que la véritable mutation. Il est notable qu'il n'est pas satisfaisant de raisonner sur ces bases, car l'essentiel, moins évident dans son expression, plus imperceptible et plus ordinaire reste difficile à appréhender.

Un point qu'il faut souligner est ce que J.-F. MARCHANDISE nomme la *disparition*. Les technologies lorsqu'elles se généralisent, irriguent en profondeur les pratiques et deviennent invisibles. A.-M. GUIMIER-SORBETS le soulignait aussi, lorsqu'elle mentionnait que nous n'avons sans doute pas encore pris toute la mesure des changements induits par l'utilisation des TIC. Nous analysons encore comme lointains et exceptionnels ces systèmes techniques dans lesquels nous baignons quotidiennement. Que nous l'appréhendions ou que nous le souhaitions, nous savons que progressivement tout notre environnement va devenir encore plus numérique et connecté. Les appareils qui ne le sont pas aujourd'hui s'apparentent déjà à des archaïsmes.

Ainsi pour comprendre l'impact des SIG sur les organisations de l'archéologie, le récit de cette « disparition » ne doit plus se faire sur le mode de l'extraordinaire, mais plutôt sur ses aspects les plus ordinaires. Il n'y a plus de récit spectaculaire à faire de cette disparition car elle est quotidienne : ce qui change nos habitudes de travail, nos comportements, nos analyses, est souvent très lent, invisible, difficile à qualifier et à quantifier. Il est difficile de cerner les temps de mise en œuvre, d'isoler un usage parmi d'autres.

Poser la question des SIG face à nos organisations de l'archéologie c'est donc poser celle du quotidien numérique de notre discipline en terme de mode de travail et d'outil de pensée. L'aborder délibérément sous les angles le plus ordinaire, c'est entrer au coeur des modifications structurelles que nous avons commencées à vivre : nos façons de penser les problématiques, d'envisager les questions historiques, d'analyser le déplacement de nos références. Dès lors, à côté de l'observation des usages, il convient d'observer des

petites choses qu'il est difficile, du moins au cas par cas, d'appeler usage et dont certaines s'apparentent plus à des habitudes, à des contraintes discrètes voire à de petites aliénations (ou usages implicites comme l'utilisation des mails et des téléphones portables ou le recours maintenant systématique aux GPS ou aux fonctionnalités de Google Earth®). Pour une bonne part, les méthodes qui émergent combinent les outils, les disciplines et convergent vers l'anthropologie, on entend alors parler « d'ethnographie des usages », « d'ethnographie numérique » voir de nethnographie [MARCHANDISES 2007], signe que nos modes de relations sont en cours de mutation.

7.2 - VERS DES ÉVOLUTIONS STRUCTURELLES

Depuis vingt ans, les SIG se sont révélés un bon catalyseur de l'ouverture inter-disciplinaire et inter-organisationnelle qu'à connue l'archéologie, en ce sens qu'ils questionnent, par leur seul déploiement, notre discipline et les organisations qui la pratiquent sur leurs relations avec d'éventuelles autres organisations partenaires. Le développement des technologies de l'information géographique en archéologie a donc généré une croissance continue de dispositifs inter-organisationnels variés tant dans leurs formalisations que dans les acteurs et les échelles impliqués (cf. Chap. 5).

Les infrastructures de données spatiales (IDS) autrement nommées infrastructures de données géographiques (IDG), qui voient le jour dans certains projets de recherche (cf. Crète numérique, Archaeodyn, Itanos, ReCIF...), correspondent donc à un premier niveau d'action collective. Elles favorisent l'organisation de la production (éviter les redondances, répondre à des normalisations *ad minima*) et de la diffusion (faciliter l'accès aux données) des données géo-historiques. Elles se structurent plutôt vers des principes à la fois institutionnels (politiques) et technologiques (normes) pour faciliter la logique du « décider seul avec les données des autres » [PORNON, NOUCHER 2007].

L'empilement des couches dans le « SIG millefeuilles » ne suffit plus à développer des programmes de recherche innovants : il faut désormais chercher à faciliter la compréhension et la réutilisation des données pour tenter de construire une connaissance collective de nos territoires sur la longue durée. Ainsi, d'autres dynamiques collaboratives verront progressivement le jour, donnant lieu à d'autres manières de faire l'histoire. En ce sens, les différentes expériences que nous avons tentées dans le cadre de ce travail pourront (si les moyens suivent...) sinon devenir exemplaires (Cf. Chap. 6 : Val-d'Oise, Recif, Alpage), du moins servir d'illustration par la diversité des espaces et des contextes organisationnels que nous avons traités et aussi par la diversité des acteurs qui ont été intégrés aux projets.

La construction des problématiques archéologiques et historiques ne peut plus se concevoir sans l'aide d'infrastructures technologiques complexes qui mêlent savoirs techniques et connaissances disciplinaires. L'archéologie doit être considérée comme une technoscience [LEVY 1997] où l'opposition entre une pratique strictement technicienne et technologique (la mise en oeuvre de logiciels) et une pratique plus fondamentale de recherche basée sur

une méthodologie strictement disciplinaire (le travail de recherche *stricto sensu*) n'est plus effective.

Cette complexification, ou plutôt ce changement radical des procédures et des outils de la recherche, demande au final un recul et une réflexion sur des dimensions liées aux pratiques des acteurs du projet. Il ne s'agit pas seulement de développer des outils performants ou des bases de données exhaustives, ni même des méthodes d'analyses de données nouvelles (statistiques ou spatiales), mais bien de développer le sentiment d'appartenance à des réseaux d'utilisateurs dans le but de développer une culture commune structurée autour d'un territoire d'étude donné [PORNON 2007b]. L'idée est d'utiliser la technologie pour rapprocher les acteurs et ainsi aboutir à une recherche véritablement collective. La logique du « *construire la connaissance ensemble* » tente ainsi de gagner du terrain.

Un des défis auquel va se trouver confronté notre discipline se situe donc au niveau de la création d'une géomatique collaborative appliquée à l'histoire et à l'archéologie qui favorise l'émergence de communautés de pratiques et de situations de géo collaboration, permettant aux acteurs de la recherche de passer progressivement du « travailler avec les SIG » au « travailler ENSEMBLE avec les SIG » !

7.3 – D'UNE DÉMARCHE D'OBSERVATION À UNE DÉMARCHE DE PRESCRIPTION ?

La plupart des projets géomatiques développés par les organisations de l'archéologie ne bénéficient que rarement de procédures de conduite de projet. La plupart de ces méthodes (dont MERISE reste encore aujourd'hui la plus répandue dans le monde de la géomatique francophone) sont teintées d'un très fort rationalisme et positivisme [ROCHE 2000]¹. Les SIG y sont généralement conçus comme des ensembles finis, constitués pour être techniquement performants. Ces méthodes sont de plus considérées comme universelles et applicables à tout type de projet, d'organisme et d'organisation. Pourtant, nous avons constaté (cf. Chap. 5 et Chap. 6) que les logiques de développement d'un SIG étaient soumises à une grande variabilité, liée notamment aux différentes organisations de l'archéologie qui possèdent chacune des structurations propres. Dans la majeure partie des cas, le processus de développement ne pouvait pas véritablement être qualifié de planifié mais était plutôt de type chaotique [CARON 1996]. Comment interpréter ce constat ?

Le SIG modifie dans une certaine mesure le fonctionnement d'un groupe tout autant qu'il doit s'adapter et évoluer de manière permanente au fonctionnement du groupe. Aussi, si l'application d'une méthode de conduite de projet donnée peut se révéler utile dans le cadre d'applications d'une certaine ampleur, elle nous semble plus difficilement adaptée aux réalités de nos pratiques en archéologie qui relèvent plus d'un certain « artisanat » que du

¹ - Même si les méthodes les plus récentes ont évolué dans leurs approches pour se rapprocher des utilisateurs, les démarches par prototypes avec un formalisme UML ou encore les démarches dites d'urbanisation tentent de minimiser les effets des approches traditionnelles. On doute cependant que ces méthodes dites orientées objet pourraient être applicable directement dans les projets archéologiques. Toute démarche formalisée de conduite de projet nécessite un seuil d'utilisateur, de moyens financiers et techniques qui dans le cas des organisations de l'archéologie est rarement atteint. Cependant, il est clair que ces approches socio-techniques permettent de développer des espaces de négociation qui peuvent réduire les conflits déclenchés par toute démarche d'informatisation.

développement d'une géomatique « lourde ». En effet, on voit rarement se développer en archéologie des projets mobilisant plus de quelques personnes et les moyens qui sont alloués à ces développements sont généralement modestes (cf. Chap. 5 : observatoire synthèse).

En revanche, on voit tout l'intérêt d'aborder la question de la conduite de nos projets à l'aide d'une approche plus souple prenant en compte les impératifs des problématiques scientifiques mais aussi les acteurs et les organisations qui y participent. Il n'y a pas de solution géomatique unique, ni techniquement, ni du point de vue de la conduite de projet, correspondant à toutes les situations, toutes les organisations et qui serait spécialement adaptée à nos organisations archéologiques, mais plutôt des solutions contextuelles très variables d'une organisation à l'autre et d'une problématique à l'autre.

Malgré cet état de fait, on peut cependant proposer quelques éléments de nature prescriptive à l'usage des collègues archéologues qui souhaitent s'investir dans la question des SIG. L'idée n'est pas de livrer une liste de recommandations normatives, ni même une liste de champs idéaux permettant de « ficeler » une base de données quelconque (ce qui irait à l'encontre de nos objectifs et de nos positions), mais de proposer quelques éléments de principe nous permettant d'inscrire ces éventuels développements dans des perspectives pérennes.

Globalement, les SIG nous apprennent qu'il est pertinent de questionner les méthodes et les techniques formelles de mise en œuvre afin qu'elles prennent d'avantage en compte la nature profonde des différents acteurs (ceux qui participent directement au projet SIG, mais également les autres usagers), leurs rationalités, leurs sensibilités, leurs perceptions. Le développement d'un projet SIG nous enseigne aussi qu'il faut prendre en compte le contexte organisationnel (sa structuration son mode de fonctionnement), le niveau de culture technique, mais aussi le contexte spatial, les problématiques territoriales environnantes.

Une fois la question initiale formalisée, tout nouveau projet géomatique doit d'abord se reposer sur une analyse de l'existant : en terme de données mais aussi en termes d'acteurs en place pour en comprendre les potentiels et les besoins...

Ensuite, la modélisation et la structuration des bases de données spatiales doivent s'intégrer dans un double processus d'intégration et de généralisation : intégration pour le développement de modèles de données permettant d'assimiler les spécificités métiers et généralisation par l'utilisation (et la réadaptation éventuelle) de standards existant.

La constitution de ces standards est aujourd'hui un des problèmes majeurs à résoudre pour les informaticiens et pour les archéologues.

L'utilisation de ces standards, d'autant plus lorsqu'ils proviennent d'une communauté élargie (CNIG pour l'information géographique ou DAPA pour le domaine du patrimoine²), permet de faciliter l'échange et la communicabilité des informations. Encore moins qu'avant, l'archéologie n'est pas une science isolée de son contexte social. Une information archéologique, malgré sa dimension historique indéniable est aussi (et avant toute chose ?) une information géographique.

Un service archéologique de collectivité territoriale, un service régional de l'archéologie, une UMR ou une équipe INRAP sont à la fois des acteurs de la recherche ayant une certaine

2 - Sur le sujet voir le site du ministère de la Culture : <http://www.culture.gouv.fr>

indépendance les uns par rapport aux autres mais ils sont aussi des éléments participant à la création permanente de la discipline archéologique. De plus ils sont des acteurs locaux qui possèdent tous, chacun à son niveau et de manière plus ou moins marquée, une inscription géographique. Ainsi, si l'archéologie est une science d'érudition, elle est aussi par ses implications et ses réseaux, une science profondément ancrée dans le développement des espaces contemporains. L'exemple de l'aménagement du territoire, nous apprend que l'archéologie sous toutes ses formes est une composante importante de la vie des espaces contemporains. Aussi, si le développement d'un SIG est une démarche propre à un individu, le niveau de développement auquel nous sommes parvenu répond à, et sous-tend aussi, une volonté politique d'établir du lien entre les organisations de l'archéologie et les autres acteurs locaux.

Enfin, le développement d'un SIG doit aussi tenir compte au plus près des spécificités métiers et des habitudes de travail préexistantes. Si on sait que les SIG transforment progressivement le fonctionnement des organisations et les modes de travail des individus [**CARON, ROCHE 2004**] cette transformation ne peut pas être brutale sous peine de rejet. Plutôt que d'imposer un outil radicalement différent, avec comme objectif utopique de tendre vers un mieux supposé, nous pensons qu'il est préférable de privilégier des mises en œuvre moins ambitieuses, plus légères, afin que les usagers retrouvent et reconnaissent le plus précisément et le plus facilement possible dans le SIG leurs propres représentations spatiales. Cette reconnaissance se fait à la fois par la production (cartographie) et par la structuration du système (interfaces). Il faut privilégier la souplesse d'adaptation et la robustesse du modèle à sa finesse et à son exhaustivité.

Il nous faut donc accepter l'idée que la simplicité, l'imprévu, l'ambiguïté, les logiques d'acteurs, l'existence de nombreux facteurs contingents agissent comme autant de déterminants pour le développement de nos bases de données géographiques et donc sur la production de notre discours scientifique. L'analyse de l'existant pourra fournir des exemples qu'on pourra réadapter au contexte local. Le nombre de cas de figure commence à devenir aujourd'hui suffisamment large pour que chacun puisse s'appuyer sur une démarche critique de remobilisation des expériences pour développer son propre projet

Ces éléments de réflexion et ces exemples ont pour objectif d'aider les acteurs à se lancer dans des projets en leur permettant de se situer par rapport à ces outils aux contours sans cesse mouvants. La diffusion et l'échange autour d'expériences, qu'elles soient considérées comme des succès ou des échecs permet en outre d'adopter une sincérité du discours en matière de projets SIG appliqués à l'archéologie.

En ce sens ce travail est aussi l'occasion de revoir notre définition du succès ou de l'échec d'un projet géomatique pour l'archéologie. Nous pensons que le succès peut-être ailleurs que dans l'amélioration des performances techniques d'une organisation ou dans l'implantation d'une solution technique qui fonctionne. Il est dans l'adoption des SIG par les acteurs eux-mêmes au service de leurs recherches et dans la modification de leurs pratiques vers un mode plus collaboratif quand bien même ces utilisations ne correspondraient pas à l'objectif

initial. Une informatisation réussie est une informatisation dévoyée [PAVE 1989].

L'enjeu de la constitution des métadonnées pour les organisations de l'archéologie

Les SIG avec leurs composantes matériel, logiciel, organisation, compétences humaines et données sont des outils dont l'utilisation s'est considérablement développée en archéologie et est encore promise à des développements futurs prometteurs. De fait, le développement de l'utilisation des outils de type *webmapping* [COSTA *et al.* 2008] repose la question de l'échange et de l'organisation de toute la chaîne de travail. Outre l'intérêt scientifique évident de l'échange et du partage, les contraintes économiques liées à la production et à l'acquisition des données géographiques demandent une modification progressive des processus de travail en rendant stratégique la question du partage et de la mutualisation de données et de compétences.

Il devient donc impératif de constituer des dictionnaires de métadonnées, décrivant les données afin de mieux les connaître et les faire connaître. A l'exception du travail réalisé par le ministère de la Culture (DAPA), les travaux et les propositions en archéologie sont encore peu nombreuses sur le sujet.

C'est du côté de l'actualité juridique sur la réutilisation des données publiques qu'il nous faut alors tourner notre regard avec la publication de la directive INPIRE [INSPIRE 2006]. Cette directive donne un cadre à ce nécessaire processus et laisse présager, si les acteurs s'y investissent, de profondes mutations dans les logiques de partage, de mise à disposition et d'exploitation des données géographiques dans le secteur public. Les organisations de l'archéologie, essentiellement publiques, vont alors devoir mettre en application ce texte.

La directive INSPIRE, adoptée par le Conseil des Ministres de l'Union Européenne, puis publiée au journal officiel de l'Union Européenne (JOUE) le 25 avril 2007 est entrée en vigueur le 15 mai 2007. Elle propose un cadre à la formulation des politiques environnementales de l'Union Européenne et des politiques ou activités susceptibles d'avoir une influence directe ou indirecte sur l'environnement. L'idée première d'INSPIRE et l'outil central de sa mise en œuvre, est la mise en place d'une infrastructure de données géographiques (IDG) faite pour coordonner les différentes actions nationales en matière de développement des bases de données géographiques. Les obligations engendrées par INSPIRE portent sur la mise en œuvre d'une IDG définie par :

- **des métadonnées** : production pour les données numériques et les services, mise en ligne, consultation gratuite
- **des données géographiques** : la directive n'impose pas la production de nouvelles données. Par contre, les données numériques rentrant dans le champs d'application devront respecter les règles de mise en œuvre définies par INSPIRE.
- **l'interopérabilité** : les normes et standards internationaux constituent le cadre général de toute production des règles de mise en œuvre dont le calendrier de développement est planifié dans la directive. Ces dernières devront comprendre la définition et la classification des objets géographiques ainsi que les modalités

de géoréférencement. INSPIRE demande la gratuité de la consultation des métadonnées, prône le respect des droits de propriété intellectuelle et invite au partage des données entre autorités publiques.

Les impacts sont au final très nombreux sur les acteurs de la géomatique et par conséquent sur les acteurs de l'archéologie : amélioration de la qualité des données, développement de la notion de partage, essor des communautés thématiques, usage potentiels plus nombreux et accès à l'information de référence largement facilité, utilisation d'Internet pour favoriser le partage...

Les enjeux auxquels nous allons être confrontés émergent alors :

- La transformation technique ne sera pas aisée : de nombreux acteurs en France ont déjà atteint un niveau de professionnalisme élevé mais pas tous, particulièrement en archéologie. Les spécifications qui devront être appliquées demanderont un professionnalisme élevé. Les archéologues pratiquant la géomatique devront produire globalement un effort de requalification de leurs données et de leurs pratiques afin de produire des données conformes aux standards INSPIRE et ainsi profiter de l'interopérabilité.
- Une évolution (révolution ?) culturelle est à accomplir. Elle concerne aussi bien les personnes que les institutions, qui chacune à leurs niveaux, s'approprient les données. La directive INSPIRE présuppose en effet, que les organisations, principalement publiques, redéfinissent
 - les logiques et les moyens pour mettre à disposition leurs données,
 - les échanger et les identifier clairement,
 - les rôles et les responsabilités de chacun,
 - les droits et obligations de tous les acteurs.

Les pratiques engagées par le ministère de la Culture ou dans le cadre du programme ArScAn - Archéologie du Bassin Parisien sont des prémices d'exemples à suivre et à développer.

Au-delà des changements qui de toute façon vont se dérouler avec la mise en œuvre effective de la directive INSPIRE, un vrai choix stratégique pour nos organisations (qu'il faudrait aussi évaluer sur les questions financières) serait de s'appuyer sur ce texte pour faire franchir une étape aux organisations de la recherche en archéologie. Le Ministère de la Culture avec son schéma DAPA s'y est déjà engagé... Ce choix est maintenant de la responsabilité des acteurs de l'archéologie qui seuls décident des axes qu'ils donnent à leurs développements.



BIBLIOGRAPHIE

Cette bibliographie propose les références des travaux qui ont servi de base à la constitution des tomes 1, 2 et 3. Elle propose aussi d'autres références, plus techniques ou plus générales sur les systèmes d'information, les organisations ou encore les organisations de la recherche archéologique qui ne sont pas cités directement dans les trois volumes de ce travail, mais qui ont été utiles dans l'élaboration de notre réflexion.

Il faut aussi noter que cette bibliographie est indépendante des bibliographies liées aux fiches projet de l'observatoire (volume 2, chapitre 5) dont nous n'avons pas reproduit ici l'intégralité des références citées dans les fiches.

(747 références)

- [ADDE 1999] Adde - Map-Info professionnel, T1 : Guide de référence ; T2 : Manuel d'utilisation, ADDE, 1999. [Manuel d'utilisation]
- [ADELE 2000a] Mission d'Audit et de Modernisation – Rapport sur la redevance d'archéologie préventive, Document d'audit, Janvier 2006, <http://Afigeo.fr>, 32 p. [Rapport, non publié]
- [ADELE 2000b] Mission d'Audit et de Modernisation – Rapport sur l'Institut national de recherche archéologique préventive, Janvier 2006, <http://Afigeo.fr>, 97 p. [Rapport, non publié]
- [AFAN 1997] Association pour les fouilles archéologiques nationales - *Un an d'archéologie*, 1997, Paris, AFAN, 43 p.
- [AFAN 1998] Association pour les fouilles archéologiques nationales - *Un an d'archéologie*, 1998, Paris, AFAN, 95 p.
- [AFAN 1999] Association pour les fouilles archéologiques nationales - *Un an d'archéologie*, 1999, Paris, AFAN, 139 p.
- [AFAN 2002] Association pour les fouilles archéologiques nationales - *Regards sur l'archéologie préventive*, 2002, Paris, AFAN, 15 p.
- [AFIGEO 1995] Association Française pour l'information géographique - *La géographie au service de l'histoire*, <http://www.Afigeo.asso.fr>, 1995, 2 p. [Consulté le 01/01/2009]
- [AFIGEO 1998] Association française pour l'information géographique, Conseil national de l'information géographique – *L'information géographique française dans la société de l'information*, Etat des lieux et propositions, Version 3, mai 1998, <http://Afigeo.fr>, 45 p. [Rapport, non publié]
- [AFIGEO 1999] Association française pour l'information géographique, Conseil national de l'information géographique – *L'information géographique au service de la modernisation de l'Etat*, Compte rendu de la journée du 28/04/99, <http://Afigeo.fr>, 47 p. [Compte rendu, non publié]
- [AFIGEO 2000] Association française pour l'information géographique, Conseil national de l'information géographique – Données de référence, Synthèse du séminaire du 20 Janvier 2000, <http://Afigeo.fr>, 12 p. [Rapport, non publié]
- [AFIGEO 2003a] Association française pour l'information géographique, Conseil national de l'information géographique – *Livre vert sur l'information émanant du service public*, <http://Afigeo.fr>, 8 p. [Rapport, non publié]
- [AFIGEO 2003b] Association française pour l'information géographique, Conseil national de l'information géographique – *Panorama des métiers de l'information géographique. La géomatique un secteur en croissance*, Etude Afigéo, document de synthèse, <http://Afigeo.fr>, 1 p. [Rapport, non publié]
- [AFIGEO, CNIG 1997] Association française pour l'information géographique, Conseil national de l'information géographique, Conseil national de l'information géographique – *Utilisation de l'information géographique dans les procédures de planification territoriale*, Analyse de l'utilisation de l'information géographique, Fiches par procédures, Etat Juin 1997, <http://Afigeo.fr>, 95 p. [Rapport, non publié]
- [AFIGEO, CNIG 2004a] Association française pour l'information géographique, Conseil national de l'information géographique, Conseil national de l'information géographique – *Synthèse sur les tendances du marché de l'information géographique*, <http://Afigeo.fr>, 10 p. [Rapport, non publié]
- [AFIGEO, CNIG 2004b] Association française pour l'information géographique, Conseil national de l'information géographique, Conseil national de l'information géographique – *Groupe de travail relation*

entre les acteurs publics de l'information géographique, Rapport final, <http://Afigeo.fr>, 26 p. [Rapport, non publié]

- [AFNOR 1997] Association Française pour la normalisation (AFNOR) - *Information géographique*, Modèle de référence, 1997, Paris : AFNOR, 14 p. [Rapport, non publié]
- [AGER 2003] AGER - Actualités de la recherche en Histoire et en Archéologie agraires, *Actes du colloque international AGER V*, 19-20 Septembre 2000 à Besançon, 2003, 375 p.
- [AILLAUD 1992] Aillaud (V.) - *La protection des données personnelles dans les systèmes d'information géographique mis en oeuvre par les collectivités locales*, 1992, Paris : IFU, 101 p.
- [AIVF, CNFPT 1995] Association des ingénieurs des villes de France (AIVF), Centre national de la fonction publique (CNFPT) - *Systèmes d'information géographique : stratégies pour les données*, 1995, Lyon : CNFPT, 222 p.
- [ALDENFER 1996] Aldenfer (M.) - *Anthropology, Space and geographic information systems*, Oxford : Oxford university Press, 1996, p. 3 – 16.
- [ALDENFER 1996] Aldenfer (M.) - *Introduction. Anthropology, Space and geographic information systems*, Oxford, 1996, p. 3 – 18.
- [ALINHAC 1965a] Alinhac (G.) - *Historique de la cartographie*, Vol I, Textes, Paris : IGN, 1965, 147 p.
- [ALINHAC 1965b] Alinhac (G.) - *Historique de la cartographie*, Volume II : Planches, Paris : IGN, 1965, 77 p.
- [ALLEN, GREEN, ZUBROV 1990] Allen (K.M.S.), Green (S.W.), Zubrov (E.B.W.) - *Interpreting Space : GIS and Archaeology*, 1990, Londres, 398 p.
- [ALPAGE 2007] Analyse Diachronique de l'espace Urbain Parisien – *Alpage : approche géomatique*, Rapport semestriel d'activité, 2007, 11 p. [Non publié, rapport d'activité]
- [ALTER 1985] Alter (N.) - *La bureautique dans l'entreprise : les acteurs de l'innovation*, 1985, Paris : Ed. Ouvrières.
- [ANACT 1993] Association nationale des archéologues de collectivités territoriales (ANACT) - Conserver ou détruire les vestiges archéologiques : la carte archéologique ; l'archéologie dans l'aménagement du territoire, *Actes des 4^{èmes} et 5^{èmes} rencontres internationales de l'archéologie*, Montpellier 8 - 9 - 10 avril 1992, Marseille 19 - 20 - 21 octobre 1993, Marseille, 141 p.
- [ANACT 1999] Association nationale des archéologues de collectivités territoriales (ANACT) - L'archéologie territoriale, la culture et l'aménagement du territoire, *Actes du colloque du Sénat*, 9 Juin 1999, Paris, 37 p.
- [ANACT 2000] Association nationale des archéologues de collectivités territoriales (ANACT) - La France explore son passé depuis 30 ans : l'archéologie territoriale, dernières recherches et derniers bilans, *Les dossiers de l'archéologie*, n°250, 2000, 119 p.
- [ANDERSEN, MADSEN, SCOLLAR 1993] Andersen (J.), Madsen (T.), Scollar (I.) - *Computing the past: computer application and qualitative methods in Archaeology*, Conference CAA 1992 – 1993, Oxford, 470 p.
- [ANDRÉ *et al.* 1990] André (Y.), Bailly (A.), Clary (M.), Ferras (R.), Guérin (J-P.) - *Modèles graphiques et représentations spatiales*, 1990, Paris : Anthropos/Reclus, 217 p.
- [ANDREA, NICCOLUCCI 2000] Andrea (N. A.), Niccolucci (F.) - A web access to GIS : integrating geographical database through the web, in : *Science and technology for the Safeguard of cultural heritage in the Mediterranean basin*, Vol 1, Paris : Elsevier, 2000, p. 83 – 85.
- [ANDRIEUX 1996] Andrieux (Ph.) - *Rapport d'activité du Laboratoire départemental d'archéologie*. 1996, <http://www.archeo.cg94.fr/rapports/rappactiv96.html>, 28 p. [Article en ligne au 21/11/2007]
- [ANDRIEUX 1999] Andrieux (Ph.) - *Deux cent mille ans d'intelligence en Val-de-Marne*, Conseil général du Val-de-Marne, 1999, Ivry, 33 p.
- [ANDRIEUX 2006] Andrieux (Ph.) – Les services territoriaux d'archéologie : un défi pour l'archéologie, in : *Positionnement des collectivités territoriales dans la chaîne de l'archéologie, vers une logique de coopération ?* Actes de la table ronde, Strasbourg, 21 – 22 Octobre 2005, Sélestat, p. 28 – 33.
- [ANDRIEUX, DUFAÏ 2000] Andrieux (Ph.), DufaÏ (B.) Dir. - La France explore son passé depuis 30 ans, L'archéologie territoriale : dernières recherches et derniers bilans, *Les dossiers d'Archéologie*, n°250, Février 2000, 119 p.

- [ANTOINE *et al.* 2000] Antoine (P.), Fagnart, (J.P.), Limondin-Louzouet (N.), Munaut (A.V.) - Le tardiglaciaire du bassin de la Somme : éléments de synthèse et nouvelles données, *Quaternaire*, 11, 2000, p.85-98.
- [APVM 1980] Atelier du Patrimoine de la ville de Marseille - *Atlas du patrimoine, Centre historique de Marseille*, 1980, Marseille, 15 p.
- [ARGYRIS, SCHON 2002] Argyris (C.), Schon (D.) - *Apprentissage organisationnel : théorie, méthode, pratique*, Bruxelles : De Boeck Université, 2002.
- [ARONOFF 1991] Aronoff (S.) – *Géographic information systems, a management perspective*, Ottawa, WDL Publication, 294 p.
- [ARROYO-BISHOP 1989] Arroyo-Bishop (D.) - L'archéo-informatique au quotidien : vos données dans le maquis des puces, *Les Nouvelles de l'archéologie*, n° 36, 1989, p. 34 – 37.
- [ARROYO-BISHOP 2001] Arroyo-Bishop (D.) – GIS and archaeology in France, *Archeologia e calcolatori*, n° 9, 2001, 15 p.
- [ARROYO-BISHOP, LANDATA ZARZOSA 1995] Arroyo-Bishop (D.), Landata Zarzosa (M.T.) - To be or not to be: will an object-space-time GIS/AIS become a scientific reality or end up an archaeological entity ? in : *Archaeology and geographical information systems*, 1995, Londres, p. 43 – 54.
- [ARROYO-BISHOP, LANDATA ZARZOSA 2005] Arroyo-Bishop (D.), Landata Zarzosa (M.-T.) - ArchENTITY, méthode analytique «objet espace-temps» du système ArchéoDATA, in : *Temps et espaces de l'homme en société, Analyses et modèles spatiaux en archéologie*, Actes des XXV^e rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, 2005, Antibes, p. 213 – 223
- [ARROYO-BISHOP, LANTADA ZARZOSA 1989] Arroyo-Bishop (D.), Lantada Zarzosa (M. T.) - L'informatisation des grandes fouilles urbaines et des chantiers archéologiques de sauvetage, in : *Bulletin de recherches en sciences économiques, humaines et sociales (Brises)*, n° 15, Paris, 1989, p. 5 – 15.
- [AUBRY 2003] Aubry (L.) - *Acquisition, traitement et restitution des données d'une reconnaissance archéologique : La Ville Gallo-romaine du Vieil-Evreux*, Université Pierre et Marie Curie Paris 6, Thèse de doctorat des sciences de la terre soutenue le 22 Janvier 2003 sous la direction de A. Tabbagh, 2003, 350 p.
- [BACHELARD 1934] Bachelard (G.) - *Le nouvel esprit scientifique*, Paris : PUF, Quadrige, 1934, 84 p.
- [BAENA, BLASCO, RECUERO 1995] Baena (J.), Blasco (C.), Recuero (V.) - The spatial analysis of Beaker sites in the Madrid region of Spain, in : *Archaeology and geographical information systems*, 1995, Londres, p. 101 – 116.
- [BAGLA 2003] Bagla (L.) - *Sociologie des organisations*, Coll. Repères, Paris : Ed. La Découverte, 2003, 122 p.
- [BAHAIN *et al.*] Bahain (J.J.), Daveau (I.), Dwirila (G.), Sumera (F.) - La construction de la liaison Cergy-Roissy et le respect du patrimoine archéologique, *Vivre en Val-d'Oise*, n° 40, 1996, p. 32 – 37.
- [BAHAIN, LOCHT 1997] Bahain (J.J.), Locht (J.L.) (dir.) – *Le gisement paléolithique moyen du «Petit Saule» et la séquence pléistocène du «Chamesson» de Villiers-Adam (Val-d'Oise)*, 95 678 006 AP, 95 678 005 AP, DFS de sauvetage urgent du 5/8/1996 au 7/11/1996, Saint-Denis, 1997, 142 p. [Non publié, DFS]
- [BAILLY *et al.* 1984] Bailly (A.) Dir. - *Les concepts de la géographie humaine*, 1984, Paris : Masson, 264 p.
- [BAILLY *et al.* 1995] Bailly (A.S.), Guesnier (B.), Paelinck (J.H.P.), Sallez (A.) - *Stratégies spatiales, Comprendre et maîtriser l'espace*, Montpellier : Ed. Reclus, 1995, 216 p
- [BAILLY, GOULD 1999] Bailly (A.), Gould (P.) - *Le pouvoir des cartes, Brian Arley et la cartographie*, 1999, Paris : Anthropos, Economica, 120 p.
- [BALUT, BRUNEAU 1997] Balut (P. Y.), Bruneau (Ph.) - Artistique et archéologie, *Mémoire d'archéologie générale (MAGE)*, Suppléments à Ramage, Fascicules 1 et 2, 1997, 389 p.
- [BARATIN, CUPPINI, SAINT-AUBIN 2000] Baratin (L.), Cuppini (G.), Saint-Aubin (J.-P.) - Système tridimensionnel d'information localisées pour l'étude et la conservation des biens architecturaux dans la cité historique : réflexions sur la structuration des données, in : *Science and technology for the Safeguard of cultural heritage in the Mediterranean basin*, Vol 1, 2000, Paris, p. 113 – 117.
- [BARBE 2002] Barbe (N.) - L'institution de l'archéologie, *Les nouvelles de l'archéologie*, n°87, 1^{er} trimestre 2002, p. 6 - 8.
- [BARBIER 1983] Barbier (F.) - La carte manuscrite et imprimée du XVI^e au XVIII^e siècle, in : *Journée*

- d'étude sur l'histoire du livre et des documents graphiques*, Valenciennes 17 novembre 1981, Munchen : Ed. Saur, 1983, 132 p.
- [**BARGE et al. 2003**] Barge (O.), Rodier (X.), Davtian (G.), Saligny (L.) - Information spatiale et archéologie, *Les Nouvelles de l'Archéologie*, n° 94, 4^{ème} trimestre 2003, p. 44-45.
- [**BARGE et al. 2004**] Barge (O.), Rodier (X.), Davtian (G.), Saligny (L.) - L'utilisation des systèmes d'information géographique appliquée à l'archéologie française, *Revue d'Archéométrie*, n° 28, 2004, p.15-24.
- [**BARGE, CHATAIGNER 2002**] Barge (O.), Chataigner (Ch.) - The procurement of obsidian: factors influencing the choice of deposits, *Journal of non-crystalline solids*, Vol. 323, Conference Natural Glasses 4, Glasses in Geosciences, Environmental Sciences and Archeometry, Août 2002, p.172-179.
- [**BARISANO 1998**] Barisano (E.) (Dir.) - *Téledétection et cartographie thématique en archéologie*, 1998, Paris, 214 p.
- [**BATARDY, BUCHSENSCHUTZ, DUMASY 2001**] Batardy (Ch.), Buchsenschutz (O.), Dumasy (F.) (dir.) - *Atlas du Berry antique, Homme, Espace, Milieu*, Supplément à la Revue Archéologique du Centre de la France, n° 24, 2001, Paris.
- [**BAVEREL 1998**] Baverel (J.M.) - Gestion et maintenance du patrimoine à la ville de Besançon, *Mari Europe* 98, 1998, 7 p.
- [**BAVOUX 1998.**] Bavoux (J.J.) - *Introduction à l'analyse spatiale*, Coll. «Géographie synthèse», Paris : Armand Colin, 1998, 96 p.
- [**BEDART 1993**] Bédart (Y.) – Sur les différents types de systèmes d'information à référence spatiale, in : *actes du congrès conjoint de Carto-Québec et de l'Association canadienne de cartographie*, 1993, Québec, p. 73-87.
- [**BEECHING 1991**] Beeching (A.) - Quelle carte? Carte de quoi ? *Les Nouvelles de l'archéologie*, n° 45, 1991, p. 10.
- [**BEGUIN 1979**] Beguin (H.) - *Méthodes d'analyse géographique quantitative*, Paris : Ed. LITEC, 1998, p. 78 – 80.
- [**BEILLON 1996**] Beillon (G.) - *SIG et groupements de petites communes*, 1996, Paris : IFU, 84 p.
- [**BENOIST, MERLINI 2001**] Benoist (J.), Merlini (F.) - *Historicité et spatialité, Recherche sur le problème de l'espace dans la pensée contemporaine*, Coll. Problèmes et controverses, dirigée par J.-F. Courtine, Paris : librairie philosophique VRIN, 2001, 255 p.
- [**BERGER et al. 1997**] Berger (J.-F.), Favory (F.), Odier (Th.), Zannier (M.-P.) - Pédologie et agrologie antique dans le Tricastin central (Drôme-Vaucluse), d'après les textes agronomiques et épigraphiques latins et les données géoarchéologiques, in : *La dynamique des paysages protohistoriques, antiques, médiévaux et modernes*, Actes des 18^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, 17-19 octobre 1997, Antibes, p.127-154.
- [**BERGER et al. 2005**] Berger (J.-F.), Bertoncello (F.), Braemer (F.), Davtian (G.), Gazenbeek (M.) (dir.) - *Temps et espaces de l'homme en société, analyses et modèles spatiaux en archéologie*, Actes des XXV^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 21-23 octobre 2004, 2005, Antibes, 534 p.
- [**BERGER, BROGIER 2004**] Berger (J.-F.), Brogier (J.-L.) - Approche taphonomique de l'échelle du site à l'échelle de la région : implications pour l'interprétation des sites archéologiques, des modèles de peuplement et la gestion patrimoniale, in : *Les nouvelles de l'archéologie*, n°95, 2004, p. 30 – 35.
- [**BERNARD, ESSEVAZ-ROULET 1995**] Bernard (J.-L.), Essevaz-Roulet (M.) - *Mise en oeuvre d'un système d'information géographique*, Ed. de La Lettre du cadre territorial 1995, 145 p.
- [**BERTIN 1977**] Bertin (J.) - *La graphique et le traitement graphique de l'information*, 1977, Paris : Flammarion.
- [**BESSE 2000**] Besse (J.M.) - Le rôle de la carte dans la construction du concept de terre aux XV^e et XVI^e siècle, *Comité Français de cartographie*, bulletin N° 163, Mars 2000, 2000, Paris : CFC. p.6 – 16.
- [**BIDDLE, HUDSON, HEIGWAY 1973**] Biddle (M.), Hudson (D.), Heigway (C.) - The Future of London's past: a survey of the archaeological implication of planning and development in the nation's capital, *Rescue*, n° 4, 1973, 94 p.
- [**BICQUAND 1998**] Biquand (J.) - L'information géographique française dans la société de l'information, *XYZ*,

n° 75, 1998, p. 53 – 56.

- [**BIRO, FEJES 1995**] Biro (K.T.), Fejes (I. Sz.) - GIS application at the Hungarian National Museum, *in* : *Archaeology and geographical information systems*, 1995, Londres, p. 261 – 268.
- [**BISWELL et al. 1995**] Biswell (S.), Cropper (L.), Evans (J.), Gaffney (V.), Leach (P.) - GIS and the excavation : a cautionary tale from Shepton Mallet, Somerset, England, *in* : *Archaeology and geographical information systems*, 1995, Londres, p. 269 – 286.
- [**BITELI, VITTUARI 2000**] Biteli (G.), Vittuari (L.) - Perspectives on the integration of modern surveying techniques for archaeology: a case study, *in* : *Science and technology for the Safeguard of cultural heritage in the Mediterranean basin*, Vol 1, 2000, Paris, p. 241 – 243.
- [**BLAZQUEZ, DUMAS, MENAUGE 1999**] Balzquez (C.), Dumas (J.), Menaugue (D.) - *Discours scientifiques et contextes culturels : géographies britanniques et françaises à l'épreuve post moderne*, Publication de la MSHA n°256, Talence : Maison des sciences de l'homme, 2000.
- [**BLOMAC 1997**] Blomac [de] (F.) - SIG et multimédia : vers la cartographie vivante pour tous, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n°151 – 152, p.105 – 107.
- [**BLOMAC 2004**] Blomac (Fr.) (de) - La géomatique à l'âge de la pierre, *SIG la Lettre*, n°53, 2004, p.2-6.
- [**BLOMAC et al. 1994**] Blomac (de) (F.), Gal (R.), Hubert (M.), Richard (D.), Tourret (Ch.) - *Arc Info, concept et applications en géomatique*, Paris : Hermes, 1994, 246 p.
- [**BOAZ, ULEBERG 1995**] Boaz (J.S.), Uleberg (E.) - The potential of GIS-based studies of Iron Age, cultural landscapes in eastern Northway, *in* : *Archaeology and geographical information systems*, 1995, Londres, p. 249 – 260.
- [**BOILY 2000**] Boily (Ch.) - *Guide pratique d'analyse systémique*, Paris : Gaétan Morin Editeur, 2000, 145 p.
- [**BOISSAVIT-CAMUS et al. 2005**] Boissavit-Camus (B.), Djament (G.), Dufayé (B.), Galinié (H.), Grataloup (C.), Guilloteau (C.), Rodier (X.) - Chrono-chorématique urbaine : figurer l'espace / temps des villes, *in* : *Temps et espaces de l'homme en société, Analyses et modèles spatiaux en archéologie*, Actes des XXV^e rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, 2005, Antibes, p.67-80.
- [**BOISSE 1979**] Boisse (C.) - *Atlas archéologiques opérationnels*, Paris, 1979, 24 p.
- [**BONIN 1983**] Bonin (S.) - *Initiation à la graphique*, 1983, Paris : Ed. EPİ, 170 p.
- [**BONIN 1998**] Bonin (S.) - Le développement de la graphique de 1967 à 1997, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n°156, Juin 1998, p.17 – 25.
- [**BORD 1998**] Bord (J.P.) - Géographie et sémiologie graphique : deux regards différents sur l'espace, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n°156, Juin 1998, Paris : CFC, p. 52 – 58.
- [**BORDIN 2002**] Bordin (P.) - *SIG. Concepts, outils et données*, Paris : Hermès - Lavoisier, 2002, 259 p.
- [**BORILLO, GARDIN 1970**] Borillo (M.), Gardin (J.-C.) - *Archéologie et calculateurs, problèmes sémiologiques et mathématiques*, Colloque CNRS, Marseille, 7 au 12 Avril 1969, 1970, Paris, 371 p.
- [**BOSTYN et al. 2000**] Bostyn (F.), Deschodt (L.), Dumont (A.), Karst (N.), Maillot (J.-F.), Pont-Tricoire (C.), Robert (S.), Krier (V.) – Oise-aval : un exemple d'étude documentaire pluridisciplinaire du potentiel archéologique d'une rivière, *in* : *Archéologie des fleuves et des rivières*, 2000, Paris, Errance, p. 21-24.
- [**BOUILLÉ 1977**] Bouillé (F.) – *un modèle de données simultanément portable, répartie*, thèse d'état, Université Pierre et Marie-Curie, Paris 1977.
- [**BOUIRON 1993**] Bouiron (M.) - Carte archéologique et cartographie informatisée, *in* : *Actes des quatrièmes rencontres nationales de l'archéologie, Marseille 19, 20, 21 Octobre 1993 - Montpellier 8, 9, 10 Avril 1992, Conserver ou détruire les vestiges archéologiques, La carte archéologique, L'archéologie dans l'aménagement du territoire*, 1993, Marseille, p.97 – 100.
- [**BOURDIEU 1997**] Bourdieu (P.) - *Les usages sociaux de la science*. 1997. Paris : Liber/Raisons d'agir.
- [**BOURGEOIS 1988**] Bourgeois (L.) - L'inventaire archéologique, un premier bilan, *in* : *Connaître les Yvelines*, 3^{ème} trimestre 1988, Versailles, p. 30 – 31.
- [**BOURGEOIS 1990**] Bourgeois (L.) - La carte archéologique des Yvelines et sa diffusion publique, Un patrimoine à enrichir, Prospection et inventaire archéologiques, *Actes des Journées d'étude à Epône, Samedi 27 Mai 1989*, 1990, p. 17 – 24.
- [**BOURGEOIS, OUZOULIAS 1988**] Bourgeois (L.), Ouzoulias (P.) - L'inventaire archéologique à l'échelle

- cantonale, *Mise en forme des données, Version 3.1/septembre 1988*, ATP occupation antique dans le Nord-Ouest de l'Ile-de-France, 50 p. [Non publié, rapport d'activité]
- [BOURGEOIS, OUZOULIAS 1991] Bourgeois (L.), Ouzoulias (P.) - Carte archéologique et géographie historique, *Manuel d'utilisation de la base de données Hérodote*, Version 4 / 1991, Versailles, 86 p. [Non publié, manuel technique]
- [BOUSQUET-BRESSOLIER 1995] Bousquet-Bressolier (C.) Dir. - *L'œil du cartographe et la représentation géographique du Moyen-Age à nos jours*, 1995, Paris : Ed. CHTS, 283 p.
- [BRANDT *et al.* 2005] Brandt (R.), Gazebeek (M.), Leeuw (S.V.d.), Verhagen (Ph.) - La gestion du patrimoine archéologique régional ou de l'usage des modèles prédictifs en SIG : l'Argonne, un cas d'école, *in : Temps et espaces de l'homme en société, Analyses et modèles spatiaux en archéologie*, Actes des XXV^e rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Berger *et al.* (coord.) 2005, Antibes, p. 93 – 103.
- [BREISCH 1997] Breisch (O.) - Un outil d'aide à la décision, Dossier : Les systèmes d'information géographiques, *Génie Urbain*, N° 433, Mars 1997, p.34 – 37.
- [BRETON 1998] Breton (C.) - Conférence CAA 98 : vers une archéologie assistée par ordinateur, *Archeologia*, n° 346, 1998, p. 8 – 10.
- [BREYSSE *et al.* 2002] Breysse (D.), Rodier (X.), Niandou (H.), Galinie (H.), Laurent (A.) - Le pénétromètre et l'hétérogénéité des sols archéologiques urbains, *Revue française de Géotechnique*, n°100, 2002, p.43-58.
- [BRUN 2003] Brun (P.)- Cartographie de la recherche archéologique en France, *Les nouvelles de l'archéologie*, n°94, 2003, p. 55.
- [BRUN, COUDART 1993] Brun (P.), Coudart (A.). (dir.) – *Rapport d'activité : Cinq mille ans de peuplement dans la Vallée de l'Aisne et ses environs*, Paris, 230 p. [Non publié, rapport d'activité]
- [BRUN, KARLIN 2005] Brun (P.), Karlin (Cl.) (dir.) - Archéologie du Bassin Parisien, Réseaux de sites et réseaux d'acteurs, *Rapport pour les années 2002 – 2003*, 2005, 132 p. [Non publié, rapport d'activité]
- [BRUN, KARLIN 2004] Brun (P.), Karlin (C.) (dir.) – *Archéologie du Bassin Parisien. Rapport pour les années 2002 – 2003*, Nanterre, 130 p. [Non publié, rapport d'activité]
- [BRUN, SOULIER 2007] Brun (P.), Soulier (Ph.) (dir.) – *Archéologie du Bassin Parisien. Rapport pour les années 2004 – 2005*, Nanterre, 88 p. [Non publié, rapport d'activité]
- [BRUNEAU 1976] Bruneau (Ph.) - Quatre propos sur l'archéologie nouvelle, *Bulletin de correspondance Hellénique* (BCH), n° 100, 1976, p. 103 – 105.
- [BRUNET 1987] Brunet (R.) - *La carte mode d'emploi*, 1987, Paris : Ed. Reclus - Fayard. 269 p.
- [BRUNET 1997] Brunet (M.) - Territoires ruraux en Grèce, Archéologie, Géographie et Histoire, *Les nouvelles de l'archéologie*, n° 69, 1997, p. 19 – 23.
- [BRUNET, FERRAS, THERY 1992] Brunet (R.), Ferras (R.), Thery (H.) - *Les mots de la géographie : dictionnaire critique*, 1992, Paris : Ed. Reclus, la documentation française.
- [BUCHSENSCHUTZ, DORION, QUERRIEN 1979] Buchsenschutz (O.), Dorion (J.), Querrien (A.) - *Carte archéologique du Cher : pour une banque de données des sites archéologiques de la France*, 1979, 424 p.
- [BUCHSENSCHUTZ, GANDINI, MAUSSION 2004] Buchsenschutz (O.), Gandini (C.), Maussion (A.) - L'archéologie à la conquête de l'espace : les cartes à pois et le poids des cartes, de la carte archéologique au système d'information géographique, *Revue d'Archéométrie*, n° 28, 2004, p. 5 – 13.
- [BUCHSENSCHUTZ 1972] Buchsenschutz (O.) - Sémiologie graphique et cartographie archéologique, *in : Colloque international sur la cartographie archéologique et historique*, Paris, 1972, p. 131 – 137.
- [BUCHSENSCHUTZ 1978] Buchsenschutz (O.) - Pour une étude des établissements humains dans leur milieu géographique, *in : Actes du 100^e congrès national des sociétés savantes*, 1978, Paris, p. 15 – 20.
- [BUCHSENSCHUTZ 1981] Buchsenschutz. (O.) - Quelques réflexions sur l'espace archéologique et la manière de l'aborder, *Revue d'Archéométrie*, n° 5, 1981, p. 11 - 21
- [BUCHSENSCHUTZ 1987] Buchsenschutz (O.) - Archéologie, typologie, technologie, *Techniques et culture*, n° 9, 1987, p. 17 – 27.
- [BURNOUF 1994] Burnouf (J.) - Informatisation des archives du sol en archéologie de sauvetage : les expériences lyonnaises, 1984 – 1994, *Le médiéviste et l'ordinateur*, 1994, 15 p.

- [**BURNOUF et al. 2000**] Burnouf (J.), Carcaud (N.), Garcin (M.), Giot (D.), Galinie (H.), Rodier (X.), Blin (Ch.), Taberly (Ch.), Marlet (O.) - Fluvial metamorphosis of the Loire river during Holocene : variability of natural factors and the answers of the societies (Tours case study, France), in : *Alluvial archaeology in Europe, The Alluvial Archaeology Of North-West Europe And The Mediterranean Conference*, 18-19 December 2000, Leeds, p.163-172.
- [**BURNOUF, JOURNOT 2004**] Burnouf (J.), Journot (F.) - L'archéologie moderne : une archéologie opportuniste et dérobée, *Les nouvelles de l'archéologie*, n° 96 - 2^e trimestre 2004, p. 5 – 42.
- [**BURROUGH 1994**] Burrough (P. A.) - *Principles of geographical information systems for land resources assessment*, 1994, Oxford : Oxford University press, 194 p.
- [**BURROUGH 1996**] Burrough (P. A.) - *A European view on the global spatial data infrastructure*, Emerging global spatial data infrastructure, 1996, Königswinter, 10 p.
- [**BURROUGH, MC DONNEL 1998**] Burrough (P.A.), McDonnel (R.A.) - *Principles of geographical information systems*, Oxford : Oxford University press, 1998, 333 p.
- [**BUSCAIL et al. 2008**] Buscail (M.P.), Bridault (A.), Burnouf (J.), Chouquer (G.) – Utilisation des Systèmes d'information Géographique en archéologie environnementale, *Cahier des thèmes transversaux ArScAn* (vol. VIII) 2006/2007, Novembre 2008, Nanterre, p.167 – 227.
- [**BUSINO 1998**] Busino (G.) - *Sociologie des sciences et des techniques*, 1998, Paris : PUF, 127 p.
- [**CABIN 1999**] Cabin (Ph.) - *Les organisations, Etat des savoirs. Les théories, le pouvoir et la stratégie, les acteurs et le changement, les outils de management*, 1999, Paris : Editions Sciences humaines, 412 p.
- [**CACALY 1984**] Cacaly (S.) - *Les banques de données en science de l'homme et de la société, Le centième de la centaine*, 1984, Paris, 71 p.
- [**CACALY 1989**] Cacaly (S.) - Les banques de données de la recherche en archéologie : aperçu historique et problématique, *Bulletin de recherches en sciences économiques, humaines et sociales (Brisés)*, n° 15, 1989-2, p. 147 – 153.
- [**CAIROL, PIVETEAU 2001**] Cairol (D.), Piveteau (V.) - Les relations chercheurs-acteurs : place des représentations spatiales, in : *Représentations spatiales et développement territorial*, 2001, Paris : Hermes sciences, p. 57 – 74.
- [**CALLON, LATOUR 1991**] Callon (M.), Latour (B.) - *La science telle qu'elle se fait*, Paris : ed. La Découverte, 1991, 389 p.
- [**CAMBRESY 1995**] Cambrésy (L.) - De l'information géographique à la représentation cartographique, Une liaison subordonnée par une certaine vision de l'espace, in : *La cartographie en débat, Représenter ou convaincre*, Paris : Ed. Karthala / Orstom, 1995, p. 129 – 156.
- [**CAMBRÉSY, DE MAXIMY 1995**] Cambrésy (L.), De Maximy (R.) - *La cartographie en débat : représenter ou convaincre*, 1995, Paris : Karthala, ORSTOM, 198 p.
- [**CAMPBELL 1997**] Campbell (H.) - Institutional consequences of the use of GIS, in : *Geographical Information systems*, vol 2, New York : John Wiley, 1997, p. 621 – 631.
- [**CAMPBELL, MASSER 1995**] Campbell (H.), Masser (I.) - *GIS and organizations: how effective are GIS in practice*, Londres : Taylor and Francis.
- [**CANEVET 1993**] Canevet (A.) – SIG : Notions de base, in : *Actes des quatrièmes rencontres nationales de l'archéologie, Marseille 19, 20, 21 Octobre 1993 - Montpellier 8, 9, 10 Avril 1992, Conserver ou détruire les vestiges archéologiques, La carte archéologique, L'archéologie dans l'aménagement du territoire*, 1993, Marseille, p.87 – 89.
- [**CANUTI et al. 2000**] Canuti (P.), Catani (F.), Casagli (N.), Fanti (R.) - GIS for hydro-geological hazard and risk assessment in archaeological sites, in: *Science and technology for the Safeguard of cultural heritage in the Mediterranean basin*, Vol 1, 2000, Paris, p. 50 – 66.
- [**CAPIZZI 2004**] Capizzi (V.) - Les recompositions foncières dans une commune coupée par les fortifications de Paris, Gentilly, 1840-1860, *Histoire & Mesure*, Vol. XIX - n°3/4, 2004, p. 243-270.
- [**CAQUARD 2000**] Caquard (S.) - L'information géographique et ses utilisateurs : les nouveaux supports cartographiques sont-ils adaptés aux nouveaux besoins ? *Actes électroniques du Salon MARI 2000 MARI*, Paris, 5 p.
- [**CARON 1996**] Caron (Cl.) - *Cadre descriptif des projets d'implantation de technologies géomatiques dans*

les organisations thèse de doctorat, <http://www.bibl.ulaval.ca>. 1996, Québec, CRG - Université de Laval.

- [CARON 1997] Caron (Cl.) - Est-il rationnel pour une organisation d'implanter un système d'information géographique ? *Géomatique, revue de l'ordre des arpenteurs-géomètres du Québec*, vol. 24, N°3, Octobre 1997, p. 20 – 23.
- [CARON, PORNON 1994] Caron (Cl.), Pornon (H.) - *SIRS, organisation et méthodes*, 1994, Revue INFOSIT de l'EPFL : Lausanne.
- [CARON, ROCHE 2001] Caron (C.), Roche (S.) - Vers une typologie des perceptions spatiales, *in : L'espace géographique*, n°1, 2001, p. 1 – 12.
- [CARON, ROCHE 2004] Caron (C.), Roche (S.) dir. - *Aspects organisationnels des SIG*, Traités IGAT, Série géomatique, Paris : Lavoisier, 2004, 312 p.
- [CARON, ROCHE, SUREAU 2003] Caron (C.), Roche (S.), Sureau (K.) - How to improve the Social-utility value of geographic information technologies for French Local Governments? A delphi Study, *in : Environment and planning B*, 30 (3), 2003, p. 429 – 447.
- [CAROZZA 2005] Carozza (J.M.) - *Les modèles spatiaux en archéologie, un état des lieux*, documents de l'Institut d'Analyse Géographique, 2005. [Article en ligne au 15/12/08]
- [CARTWRIGHT 1997] Cartwright (W.) - Multimédia interactifs et nouveaux produits de cartographie, *Comité Français de Cartographie*, N° 151-152, Mars - Juin 1997, Paris : CFC, p. 10 – 21.
- [CASSÉ 1995] Cassé (M.C.) - Réseaux de communication et production de territoires, *Sciences de la société, Colloque territoire, société et communication*, N°35, 1995, Toulouse : PUM, p. 35 – 38.
- [CASTEL *et al.* 2002] Castel (C.), Awad (N.), Barge (O.), Boudier (T.), Cuny (A.), Delattre (L.), Joannès (F.), Moulin (B.) Et Sanz (S.) - Rapport préliminaire sur les activités de la première mission archéologique syro-française dans la micro-région d'al-Rawda (Syrie intérieure), *Akkadica*, 125/1, 2004, p. 27-77.
- [CAUVIN 1998] Cauvin (C.) - Raisonnement cartographique et démarche scientifique expérimentale, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n°156, Juin 1998, Paris : CFC, p 9 – 14.
- [CAVAILLES 2000] Cavaillès (M.) – Genèse d'une démarche, La carte archéologique de la commune sur le Web, *Les dossiers de l'archéologie*, n° 250, Février 2000, p. 81 – 83
- [CDAASSO 1889] Commission départementale des antiquités et des arts de Seine et Oise - *Commission départementale des antiquités et des arts de Seine et Oise à l'exposition universelle de 1889*, 1889, Versailles, 31 p.
- [CENTRE GEORGE POMPIDOU 1980] Collectif - *Cartes et figures de la terre*, 1980, Paris : Ed. du Centre G. Pompidou.
- [CERISIER, GARNIER 1984] Cerisier (J.F.), Garnier (A.) - *Schéma directeur de l'inventaire archéologique national*, Rapport multigraphié, Paris, 1984. [Non publié, rapport interne]
- [CERTU 2001] Centre d'étude sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques - *La 3^{ème} dimension géographique, Utilisation des modèles numériques de terrain illustrée par la Bd Alti de l'IGN*, Paris : Ed. Ministère de l'équipement, des transports et du logement, 2001, 98 p.
- [CG95 1998 a] Conseil général du Val-d'Oise, Direction des systèmes d'information, Société Réalia - *Schéma cadre SIG, Etape 2, Elaboration du schéma cadre du projet, rapport d'étape CGVO DSI 1998 - Cergy Pontoise*, 1998, 40 p. [rapport non publié]
- [CG95 1998b] Conseil général du Val-d'Oise, Direction des systèmes d'information, Société Réalia. – *Schéma cadre SIG : Etape 2, Elaboration du schéma cadre du projet, rapport d'étape*, Cergy Pontoise, 1998, 40 p. [Non publié, rapport interne]
- [CG95 1998c] Conseil général du Val-d'Oise, Société RSII – *Application SDAVO : Réunion de spécifications générales, Compte rendu d'interview, Documentation papier, iconographie, cartes et cadastres*, Cergy Pontoise, 1998, 90 p. [Non publié, rapport interne]
- [CG95 1998d] Conseil général du Val-d'Oise, Société RSII – *Proposition d'étude technique de l'Intranet documentaire du Conseil Général du Val-d'Oise, Réf. 98.10.02, version 1.1*, Cergy Pontoise, 1998, 100 p. [Non publié, rapport interne]
- [CG95 1998e] Conseil général du Val-d'Oise, Société RSII - *Application SDAVO : Réunion de spécifications générales : Compte rendu d'interview : Documentation papier, sites, fouilles, dépôts de fouille*, 08/12/98, Cergy Pontoise, 1998, 20 p. [Non publié, rapport interne]

- [CG95 1998f] Conseil général du Val-d'Oise, Société RSII – *Application SDAVO : Réunion de spécification générales : Compte rendu d'interview : Sites archéologiques et fichiers SIG, Ref. 15/12/98*, Cergy Pontoise, 1998, 50 p. [Non publié, rapport interne]
- [CHAILLOU 2003] Chaillou (A.) – *Nature, statut et traitements informatisés des données en archéologie] les enjeux des systèmes d'information archéologiques*, Université Lumière, Lyon 2, Thèse de doctorat de Sciences humaines et sociales dirigée par B. HELLY, Juin 2003, 285 p.
- [CHAILLOU, THOMAS 2007] Chaillou (A.), Thomas (J.) - La carte archéologique nationale et l'application PATRIARCHE, in : *Les Nouvelles de l'Archéologie*, n°107 - Mai 2007, p. 52 – 56.
- [CHAMBAT 1992] Chambat (P.) - *Communication et lien social : usage des machines à communiquer*, Paris : cité des sciences et l'industrie, 1992, 290 p.
- [CHAMPAGNE 1997] Champagne (P.) - *La sociologie*, Coll. «Les essentiels Milan», Ligugé : Aubin imprimeur, 1997, 64 p.
- [CHAREILLE, RODIER, ZADORA-RIO 2004a] Chareille (P.), Rodier (X.), Zadora-Rio (E.) - L'utilisation des outils SIG pour l'analyse des transformations du maillage paroissial et communal en Touraine, In : *SIG 2004*, Actes de la conférence francophone ESRI, 6-7 octobre 2004. [Article en ligne au 01/06/2008]
- [CHAREILLE, RODIER, ZADORA-RIO 2004b] Chareille (P.), Rodier (X.), Zadora-Rio (E.) - Analyse des transformations du maillage paroissiale et communal en Touraine, *Géomatique Expert*, n°37, 2004, 19 p.
- [CHAREILLE, RODIER, ZADORA-RIO 2004c] Chareille (P.), Rodier (X.), Zadora-Rio (E.) - Analyse des transformations du maillage paroissial et communal en Touraine à l'aide d'un SIG, *Histoire & Mesure*, Volume XIX - n°3/4, Paris, 2004, p.317-344.
- [CHAREILLE, RODIER, ZADORA-RIO 2005] Chareille (P.), Rodier (X.), Zadora-Rio (E.) - La construction de territoires paroissiaux en Touraine : modélisation à l'aide d'un SIG, in : *Temps et espaces de l'homme en société, Analyses et modèles spatiaux en archéologie*, Actes des XXV^e rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Berger et al. (coord.) 2005, Antibes, p.175-186.
- [CHARMASSE 2004] Charmasse (S.) - *Délos, Mission GPS : détermination de coordonnées de points terrains dans le but de faire une restitution photogrammétrique de l'île*, Rapport de mission du 19 au 25 juin 2004, ESGT (Ecole supérieure des géomètres topographes), 2004, 150 p. [Non publié, Rapport de mission]
- [CHARRAUT, FAVORY 1994] Charraut (D.), Favory (F.) – De la carte topographique à l'analyse d'image : méthodologie de l'intensification des limitations antiques, *revue archéologique de narbonnaise*, 26, 1993, Montpellier, p. 19 – 57.
- [CHARTRON *et al.* 1994] Chartron (G.), Fayet-scribe (S.), Guyot (B.), Noyer (J-M) - *Pour une nouvelle économie du savoir*, Rennes : PUF., 1994, 155 p.
- [CHENORKIAN 1996] Chenorkian (R.) - *Pratique archéologique statistique et graphique*, 1997, 162 p.
- [CHESNEAU 2004] Chesneau (E.) - Propositions pour une cartographie du risque, in : *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, N° 181 - Septembre 2004, Paris : CFC, 2004, p. 55 – 63.
- [CHEVALIER 1972] Chevalier (R.) Dir. - *Colloque international sur la cartographie archéologique et historique*, Volume 1, Paris, 1972, 250 p.
- [CHEYLAN 1997] Cheylan (P.) - SIG et cartographie, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n°151 – 152, Mars - Juin 1997, Paris : CFC, p 22 – 34.
- [CHEYLAN 1999] Cheylan (P.) Dir. - Représentation de l'espace et du temps dans les SIG. *Numéro spécial de la revue internationale de géomatique, Cassini, Groupe temps – espace*, 1999, Paris : Editions Hermès, 121 p.
- [CHEYLAN, MIELLET, WANIEZ 1993] Cheylan (J.-P.), Miellet (P.), Waniez (P.) - Facettes de SIG, *Mappemonde*, n° 4, 1993, 48 p.
- [CHOUQUER 2000a] Chouquer (G.) - *L'étude des paysages. Essais sur leurs formes et leur histoire*, Paris, Errance, 2000
- [CHOUQUER 2000b] Chouquer (G.) - *L'archéologie des paysages au service de l'aménagement*, géomètres, n°5, Paris, 2000, p. 33 - 49
- [CHOUQUER 2001] Chouquer (G.) - *dynamiques des paysages et politiques d'aménagement*, Rapport de recherche remis au Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'environnement, Tours, CNRS, 2001, 154 p.

- [CHRISMANN 1997] Chrismann (N.) – *Exploring geographic Information and Analysis*, New York : John Wiley & Sons, 1997, 268 p.
- [CIEZAR, EUSEBE, NAVECTH-DOMIN 1999] Ciezar (P.), Eusebe (S.), Navecth-Domin (A.) – Interventions archéologiques dans l'emprise de l'aéroport Roissy-Charle-de-Gaule, in : *Afan, un an d'archéologie 1999*, Paris, p. 35 – 37
- [CLARKE 1977] Clarke (D.) - *Spatial Archaeology*, London, 1977, 386 p.
- [CLAVAL, WIEBER 1969] Claval (P.), Wieber (J-Cl.) - *La cartographie thématique comme méthode de recherche*, Annales littéraires de l'université de Besançon, Besançon : Les Belles Lettres, 1969, 188 p.
- [CLAVEL-LEVEQUE 2000] Clavel-Levêque (M.) - Archéologie spatiale, cadastre et territoire, Occupation du sol et analyse spatiale en Biterrois méridional, le développement du SIG BITTERSIG, in : *Dialogues d'histoire anciennes, Paysages et cadastres de l'Antiquité*. Chroniques, 2000, p. 218 – 222.
- [CLAXTON 1995] Claxton (J.B.) - Future enhancements to GIS, implications for archaeological theory, in : *Archaeology and geographical information systems*, Londres, 1995, p. 335 – 348.
- [CLEUZIQU, GRUEL 1996] Cleuziou (S.), Gruel (C.) - Le CNRS et les publications archéologiques, Dossier : Analyses et propositions à propos de la publication archéologique en France, *Les nouvelles de l'archéologie*, n° 63 - printemps 96, p. 5 – 9.
- [CLIC DEVELOPPEMENT 1992] Clic Développement - *Mac-Map, T1 - Manuel de référence, T2 - Manuel utilisateur*, 1992, Paris, 350 p. [*Manuel d'utilisation*]
- [CNIG, AFIGEO 1998] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Association Française pour l'information géographique (AFIGéo) - *L'information géographique française dans la société de l'information*, Etat des lieux et propositions d'action, Site web : www.cnig.fr/livre-bl.html, Paris : Mai 1998. 35 p.
- [CNIG, APUR 1998a] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Atelier parisien d'urbanisme (APUR) - Cartographie, DAO et SIG, *Fiches techniques CNIG : Groupe de travail "aide à la maîtrise des SIG"*, avril 1997, [http : www.cnig.fr/livre-bl.html](http://www.cnig.fr/livre-bl.html), avril 1998, Paris : CNIG, APUR.
- [CNIG, APUR 1998b] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Atelier parisien d'urbanisme (APUR) – Normalisation, *Fiches techniques CNIG*, avril 1997, [http : www.cnig.fr/livre-bl.html](http://www.cnig.fr/livre-bl.html), avril 1998, Paris : CNIG, APUR.
- [CNIG, APUR 1998c] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Atelier parisien d'urbanisme (APUR) - Conduite projet : meilleure prestation ou meilleure commande, *Fiches techniques CNIG : Groupe de travail "aide à la maîtrise des SIG"*, avril 1997, [http : www.cnig.fr/livre-bl.html](http://www.cnig.fr/livre-bl.html), avril 1998, Paris : CNIG, APUR.
- [CNIG, APUR 1998d] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Atelier parisien d'urbanisme (APUR). - Les structures et organisations en information géographique, *Fiches techniques CNIG : Groupe de travail "aide à la maîtrise des SIG"*, avril 1997, [http : www.cnig.fr/livre-bl.html](http://www.cnig.fr/livre-bl.html), avril 1998, Paris : CNIG, APUR.
- [CNIG, APUR 1998e] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Atelier parisien d'urbanisme (APUR) - Plan de ville et SIG, *Fiches techniques CNIG*, avril 1997, [http : www.cnig.fr/livre-bl.html](http://www.cnig.fr/livre-bl.html), avril 1998, Paris : CNIG, APUR.
- [CNIG, APUR 1998f] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Atelier parisien d'urbanisme (APUR). - Economie de l'information géographique : un jeu d'acteur en mutation. *Fiches techniques CNIG : Groupe de travail "aide à la maîtrise des SIG"*. avril 1997. [http : www.cnig.fr/livre-bl.html](http://www.cnig.fr/livre-bl.html). avril 1998. Paris : CNIG, APUR.
- [CNIG, APUR 1998g] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Atelier parisien d'urbanisme (APUR) - SIG et référentiels géodésiques, *Fiches techniques CNIG : Groupe de travail "aide à la maîtrise des SIG"*, avril 1997, [http : www.cnig.fr/livre-bl.html](http://www.cnig.fr/livre-bl.html), avril 1998, Paris : CNIG, APUR.
- [CNIG, APUR 1998h] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Atelier parisien d'urbanisme (APUR) - Les choix techniques, *Fiches techniques CNIG : Groupe de travail "aide à la maîtrise des SIG"*, avril 1997, [http : www.cnig.fr/livre-bl.html](http://www.cnig.fr/livre-bl.html), avril 1998, Paris : CNIG, APUR.
- [CNIG, APUR 1998i] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Atelier parisien d'urbanisme (APUR). - Données publiques localisées, aspects juridiques, *Fiches techniques CNIG : Groupe de travail "aide à la maîtrise des SIG"*, avril 1997, [http : www.cnig.fr/livre-bl.html](http://www.cnig.fr/livre-bl.html), avril 1998, Paris : CNIG, APUR.

- [**CNIG, APUR 1998j**] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Atelier parisien d'urbanisme (APUR). - Bibliographie, ouvrages généraux, *Fiches techniques CNIG : Groupe de travail "aide à la maîtrise des SIG"*, avril 1997, [http : www.cnig.fr/livre-bl.html](http://www.cnig.fr/livre-bl.html), avril 1998, Paris : CNIG, APUR.
- [**CNIG, APUR 1998k**] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Atelier parisien d'urbanisme (APUR) - Révision des textes réglementaires sur l'information géographique : modification de l'arrêté de 1948, *Fiches techniques CNIG : Groupe de travail "aide à la maîtrise des SIG"* j avril 1997, [http : www.cnig.fr/livre-bl.html](http://www.cnig.fr/livre-bl.html), avril 1998, Paris : CNIG, APUR.
- [**CNIG, APUR 1998l**] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Atelier parisien d'urbanisme (APUR). - Des données organisées en modèle utilisateur, *Fiches techniques CNIG : Groupe de travail "aide à la maîtrise des SIG"*, avril 1997, [http : www.cnig.fr/livre-bl.html](http://www.cnig.fr/livre-bl.html), avril 1998, Paris : CNIG, APUR.
- [**CNIG, APUR 1998m**] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Atelier parisien d'urbanisme (APUR). - Numérisation du plan cadastral, *Fiches techniques CNIG : Groupe de travail "aide à la maîtrise des SIG"*, avril 1997, [http : www.cnig.fr/livre-bl.html](http://www.cnig.fr/livre-bl.html), avril 1998, Paris : CNIG, APUR.
- [**CNIG, APUR 1998n**] Conseil national de l'information géographique (CNIG), Atelier parisien d'urbanisme (APUR). - Politique conventionnelle de la DGI avec les collectivités locales, *Fiches techniques CNIG : Groupe de travail "Topographie et SIG"*, avril 1997, site web : www.cnig.fr/livre-bl.html avril 1998, Paris : CNIG, APUR.
- [**CNRS 31 2002**] CNRS, Section 31, Hommes et milieux, évolutions, interactions - *Rapport de conjoncture*, 2002, 17 p.
- [**CNRS 32 2002**] CNRS, Section 32, Mondes Antiques et Médiévaux - *Rapport de conjoncture*, 2002, 26 p.
- [**CNRS 33 2002**] CNRS, Section 33, Formation du monde moderne - *Rapport de conjoncture*, 2002, 36 p.
- [**CNRS 39 2003.**] CNRS, Section 39, Espace, Territoire, Sociétés - *Rapport de conjoncture*, 2003, 18 p.
- [**CNRS, GDR CASSINI 1998**] GDR 1041, CNRS, MIS-CASSINI. – *Dossier programme SIG : proposition 1997-1999, Description générale*, Adresse URL : <http://lieu.univ.fr/GDR-CASSINI/fr/pr9799-P1.html>, 12 p.
- [**CODATSI 1996**] Comité directeur des applications techniques et scientifiques de l'informatique (CODATSI). - *Des données localisées aux systèmes d'information géographique : conseils aux services*, 1996, Paris - La Défense : MELTT-DPS, 149 p.
- [**COHEN-TANGUY 2000**] Cohen-Tanguy (L.) - *Le nouvel ordre numérique*, Texte de la 247^e conférence de l'Université de tous les savoirs, donnée le 3 Septembre 2000, 15 p. [Non publié]
- [**COL 1994**] Ouvrage collectif - *Archéologues et aménageurs*, 1994, 178 p.
- [**COL 1996**] Article collectif - Archéologie multiple, Aérophoto : les relevés archéologiques informatisés, *L'archéologue*, n°26, 1996, p. 54 – 55.
- [**COSTA 2000**] Costa (L.) - *La carte en archéologie, Représentation et élaboration cartographique en archéologie, L'expérience du service départemental d'archéologie du Val-d'Oise*, Université de Paris X, Mémoire de Maîtrise sous la direction de A.-M. Guimier-Sorbets, 2000, Nanterre, 179 p.
- [**COSTA 2002a**] Costa (L.) - SIG et Archéologues en Val-d'Oise, *Les petits cahiers d'Anatole*, n°10, Tours, 2002, http://citeres.univ-tours.fr/compo.php?niveau=lat&page=p_lat/lat_online. [Article en ligne au 15/12/08]
- [**COSTA 2002b**] Costa (L.) - *SIG et archéologues, Introduction aux approches géomatiques dans les organisations en archéologie*, Université de Paris X – Nanterre, Mémoire de DEA sous la direction de A.-M. Guimier-Sorbets, Septembre 2002, 132 p.
- [**COSTA 2006**] Costa (L.) – L'atlas des patrimoines. Un outil pour la gestion des territoires. L'exemple développé dans le Val-d'Oise, in : *Positionnement des collectivités territoriales dans la chaîne de l'archéologie : vers une logique de coopération ?* Acte de la table ronde, Strasbourg, 21 – 22 Octobre 2005, sous la dir. de Matthieu Fuchs, Sélestat, p. 16 – 22.
- [**COSTA 2007a**] Costa (L.) - *La Malladeta, Villajoyosa (Generalitat Valenciana, Espagne), A propos du relevé des façades de la Villa Ciacomina*, Rapport de mission, campagne 2006 - 2007, 26 p. [Non publié, rapport de mission]
- [**COSTA 2007b**] Costa (L.) - *Wadi Kufrein, Umm Haddar (Jordanie)*, Catalogue des relevés et des coupes, Rapport de mission, campagne 2006 - 2007, 88 p. [Non publié, rapport de mission]

- [**COSTA et al. 2000a**] Costa (L.), Gaultier (M.), Danion (B.), Philippe (M.), Robert (S.), Soulier (Ph.), Suméra (F.) – *Archéologies, territoriale et nationale : Proposition pour définir des missions territoriales*, Montreuil, août 2000, 11 p. [Non publié]
- [**COSTA et al. 2000b**] Costa (L.), Dietrich (A.), Robert (S.), Vermeersch (D.) – Chaussy (Val-d'Oise), site antique du Bois de Villers : Document d'étude, évaluation archéologique, SDAVO, 18 p. [Rapport d'étude]
- [**COSTA et al. 2002**] Costa (L.), Robert (S.), Vermeersch (D.) - Archéologues et aménageurs : un partenariat pour demain, Colloque du 5-6 février 2002, musée des Beaux-arts de Lyon, in : *Les nouvelles de l'archéologie*, n°86, 2002, p. 12-16.
- [**COSTA et al. 2008a**] Costa (L.), Dallo (A.), Blary (G-X.) Noizet (H.), Pouget (F.) - Alpage : towards the setting-up of a collaborative work tool, Webmapping dans les sciences historiques et archéologique, acte du colloque international de Paris 3 et 4 juin 2008, *archeologia e calcolatori*, n°19, 2008, p. 87 – 101
- [**COSTA et al. 2008b**] Costa (L.), Duploux (A.) Eyraud (F.), Sarris (A.) – Mise en ligne des données de la prospection d'Itanos, webmapping dans les sciences historiques et archéologique, acte du colloque international de Paris 3 et 4 juin 2008, *archeologia e calcolatori*, n°19, 2008, p. 103 – 122
- [**COSTA, GAULTIER 2000**] Costa (L.), Gaultier (M.) - *Bilan technique de la Francilienne : rapport technique*, 2000, Saint-Ouen l'Aumône. [Non publié, rapport d'étude]
- [**COSTA, MARMET, ROBERT 1999**] Costa (L.), Marmet (E.), Robert (S.) - *Atlas archéologique opérationnels*, Zone 4, 1999, Saint-Ouen l'Aumône. [Non publié, rapport d'étude]
- [**COSTA, PARIENTE, ROBERT 2003**] Costa (L.), Pariente (A.), Robert (S.) - De Vollgraff au SIG, ou l'espace argien revisité, Cahier V des thèmes transversaux ArScAn - 2003/2004, Table ronde - Villes et SIG : Quels sont les besoins en géomatique de l'archéologie urbaine ? : Autour du thème 7 et du thème 8, p. 284-291.
- [**COSTA, ROBERT 2003**] Costa (L.), Robert (S.) - *SIG Argos*, Rapport de mission du 19 juillet 2003 au 2 Août 2003, Conseil Général du Val-d'Oise, Ecole Française d'Athènes. [Rapport d'activité]
- [**COSTA, ROBERT 2008**] Costa (L.), Robert (S.) – Développement d'un outil de géo collaboration au sein d'une collectivité territoriale : l'exemple de l'atlas historique du Val-d'Oise, webmapping dans les sciences historiques et archéologique, acte du colloque international de Paris 3 et 4 juin 2008, *archeologia e calcolatori*, n°19, 2009, p. 123 – 136
- [**COSTA, ROBERT 2009**] Costa (L.), Robert (S.) – *Guide de lecture des cartes anciennes*, 2009, Paris : Ed. Errance, 104 p.
- [**COSTA, ROBERT, FOUCAULT 2007**] Costa (L.), Foucault (M.), Robert (S.) - *Atlas historique du Val-d'Oise*, Rapport d'étude, 2007, 167 p. [Non publié, rapport d'étude]
- [**COSTA, SABATIER 2007**] Costa (L.) Dir., Sabatier (R.) - Architecture, porter à connaissance & géomatique, *Actes de séminaire de l'EnSAV*, Jeudi 26 Octobre 2006, 2007, 95 p.
- [**COTTENCEAU, FROMENTIN 2001**] Cottenceau (A.M.), Fromentin (F.) - PATRIARCHE (Patrimoine archéologique), *Culture et recherche*, n° 85 - 86, 2001, p. 16.
- [**COUDERCY 1994**] Coudercy (L.) - Les révolutions en cours dans le monde l'information géographique, *Signature n° 0*, 1994, p. 8 – 10.
- [**COUDERCY 1995**] Coudercy (L.) - La réussite de la mise en place d'un SIG passe par une réflexion de projet, *Signature N° 2*, 1995, p. 12 – 14.
- [**CRA 1990**] Centre de recherches archéologiques, Valbonne. - *Archéologie et espace*, Actes des rencontres du 19-20-21 Octobre 1989, Juan-les-Pins, 1990, 523 p.
- [**CRA 1995**] Centre de recherches archéologiques, Valbonne. - *Carrefour des métiers : les dessinateurs en archéologie*, 1995, Sophia Antipolis, 37 p. [Non publié, actes de rencontres]
- [**CREPEAU 1995**] Crepeau (C.) - Métadonnées et géo management, *SIG et télédétection*, n° 14, juillet 1995. p. 7 – 10.
- [**CRESSWELL 1996**] Cresswell (R.) - *Prométhée ou Pandore*, Propos de technologie culturelle, Paris : Kimé, 1996.
- [**CRIVELLI 2002**] Crivelli (R.) - L'espace lest du temps, in : *NTIC et territoires, Enjeux territoriaux des nouvelles technologies de l'information et de la communication*, Lausanne : Presses universitaires romandes,

2002, p.77 – 86.

- [**CROZIER 1963**] Crozier (M.) - *Le phénomène bureaucratique*, Paris : Ed. du Seuil, 1963, 383 p.
- [**CROZIER, FRIEDBERG 1977**] Crozier (M.), Friedberg (E.) - *L'acteur et le système*, 1977, Paris : Seuil.
- [**CUENIN 1972a**] Cuenin (R.) - *Cartographie générale*, Tome 1 : notions générales et principes d'élaborations, Coll. «Scientifique» de l'institut géographique national, Paris : Ed. Eyrolles, 1972, 324 p.
- [**CUENIN 1972b**] Cuenin (R.) - *Cartographie générale*, Tome 2 : méthodes et techniques de productions, Coll. «Scientifique» de l'institut géographique national, Paris : Ed. Eyrolles, 1972, 208 p.
- [**CULTURE 1980**] Ministère de la culture et de la communication - Direction du patrimoine, sous direction des fouilles et Antiquités - conseil supérieur de la recherche archéologique - *Colloque international d'Archéologie Urbaine. Tours, 17, 20 Novembre 1980*, Rapports préliminaires, 1980, 529 p.
- [**CULTURE 1990**] Ministère de la Culture, de la communication et des grands travaux et du Bicentenaire, Direction du patrimoine, Sous direction de l'archéologie - *La recherche archéologique en France 1985 / 1989*, Paris, 1990, 286 p.
- [**CULTURE 1992**] Ministère de la culture, Sous direction de l'archéologie – DRACAR : inventaire informatisé des sites archéologiques, *Support de formation*, 1992, 42 p. [*Non publié, rapport d'étude*]
- [**CULTURE 1998**] Ministère de la culture - Nouvelle application informatique pour les services régionaux de l'archéologie, *Etat du dossier septembre 1998*, 8 p. [*Non publié, courrier circulaire interne*]
- [**CULTURE 1999**] Ministère de la Culture et de la Communication, Direction du patrimoine, sous Direction de l'Archéologie, Direction de l'administration générale, Département de l'organisation et des systèmes d'information - *Application PATRIARCHE, Cahier des charges, Analyse détaillée*, Dernier enregistrement le 29/04/99, 129 p. [*Non publié, documentation technique*]
- [**CULTURE, DOSI 1999**] Ministère de la Culture et de la Communication, Direction du Patrimoine, Sous Direction de l'Archéologie, Direction de l'Administration Générale, Département de l'Organisation et des Systèmes d'Information (DOSI) - *Application PATRIARCHE. Cahier des charges, Analyse détaillée. Dernier enregistrement le 29/04/99*, Paris, 1999, 129 p. [*Document technique, non publié*]
- [**CULTURE 2001a**] Ministère de la culture, Sous Direction de l'archéologie - Carte archéologique informatisée de la France, *Etat de la base de données au 31 décembre 1999*, 2001, 35 p. [*Non publié, rapport d'étude*]
- [**CULTURE 2001b**] Ministère de la culture et de la communication, Mission de la recherche et de la technologie - La recherche archéologique, *Culture et recherche*, n° 85 -86, 2001, 24 p.
- [**CULTURE, DAPA, CSRA 1980**] Ministère de la Culture et de la Communication, Direction du Patrimoine, sous Direction des Fouilles et Antiquités, Conseil Supérieur de la Recherche archéologique - *Colloque international d'Archéologie Urbaine. Tours, 17, 20 Novembre 1980*, Rapports préliminaires, 1980, 529 p.
- [**CULTURE, DAPA, OPC 2002**] Ministère de la Culture et de la Communication, Direction du Patrimoine et de l'Architecture, Observatoire des politiques culturelles - *La place du patrimoine culturel et de l'architecture dans les politiques des conseils généraux*. 2002, 105 p. [*Document technique, non publié*]
- [**CULTURE, SDA 1990**] Ministère de la Culture, de la Communication, des Grands Travaux et du Bicentenaire, Direction du patrimoine, Sous Direction de l'Archéologie - *La recherche archéologique en France 1985 – 1989*, 1990, 286 p.
- [**CULTURE, SDA 1992**] Ministère de la Culture, de la Communication, des Grands Travaux et du Bicentenaire, Direction du patrimoine, Sous direction de l'archéologie - *DRACAR inventaire informatisé des sites archéologiques*, Support de formation, 1992, 42 p. [*Document technique, non publié*]
- [**CULTURE SDA 1999**] Ministère de la Culture, Sous Direction de l'Archéologie - *Carte archéologique informatisée de la France*, Etat de la base de données au 31 décembre 1999, 35 p. [*Document technique, non publié*]
- [**CULTURE, CNAU 1986**] Ministère de la Culture, Direction du Patrimoine, Sous Direction de l'Archéologie, Centre National d'Archéologie Urbaine - Expériences d'informatisation en archéologie urbaine, *Actes de la table ronde de Tours 21 et 22 Novembre 1985*, Textes réunis par B. Randoin (CNAU), 1986, 85 p.
- [**CULTURE, CNAU 1991**] Ministère de la Culture, Direction du Patrimoine, Sous Direction de l'Archéologie, Centre National d'Archéologie Urbaine - Guide pour l'élaboration des documents d'évaluation du patrimoine archéologique urbain, 1991, 36 p. [*Document technique, non publié*]
- [**CULTURE, CNAU 2003**] Ministère de la Culture, Direction du Patrimoine, Sous Direction de l'Archéologie,

Centre National d'Archéologie Urbaine - *Application prototype pour les documents d'évaluation du patrimoine archéologique des villes de France*, 2003, 7 p.

[**CULTURE, CNAU 2004**] Ministère de la Culture, Direction du Patrimoine, Sous-Direction de l'Archéologie, Centre National d'Archéologie Urbaine (CNAU) - *Informatisation des Documents d'Évaluation du Patrimoine Archéologique des Villes de France, bilan d'étape 2002-2003*, Tours, 2004.

[**CULTURE, DAPA, SDA 1999**] Ministère de la Culture et de la Communication, Direction du Patrimoine, sous Direction de l'Archéologie, Direction de l'Administration Générale, Département de l'Organisation et des Systèmes d'Information - *Application PATRIARCHE, Cahier des charges, Analyse détaillée*, Dernier enregistrement le 29/04/99, 129 p. [*Document technique, non publié*]

[**CULTURE, SDA, CNAU 2004**] Ministère de la Culture, Direction de l'Architecture et du Patrimoine, Sous direction de l'archéologie, Centre National d'Archéologie Urbaine - *Diagnostics archéologiques en milieu urbain, Objectifs, méthodes et résultats*, in : *Actes de la table ronde organisée par la Sous Direction de l'Archéologie et le Centre National d'Archéologie Urbaine, Tours, 6 et 7 octobre 2003*, 2004, 272 p.

[**DABAS 1999a**] Dabas (M.) - Contribution à la prospection géophysique à large maille et de la géostatistique à l'étude des tracés autoroutiers, Application aux ferriers de la Bussière sur l'A77, *Revue d'archéométrie*, n°23, 1999, p. 17 – 33.

[**DABAS 1999b**] Dabas (M.) - Diagnostic et évaluation du patrimoine archéologique dans le cadre de tracés linéaires : Apport des systèmes d'information géographiques, *Revue d'archéométrie*, n°23, 1999, p 5 – 16.

[**DAINVILLE 1986**] Dainville (L.) - *La cartographie reflet de l'histoire*, 1986, Paris-Genève : Ed. Slatkine, 489 p.

[**DALAINÉ, MAINGUENNE 1995**] Dalainé (B.), Mainguenne (C.) - Les paramètres techniques, économiques et juridiques de la diffusion des données, *Génie urbain*, n° 415, mars 1995, p. 38 – 40.

[**DARIN 1998**] Darin (M.) - The study of urban form in France, *Urban Morphology*, 2, n° 2, 1998, p. 63-76.

[**DAULL 1997**] Daull (B.) - l'évolution du métier et la recherche identitaire, *Génie Urbain*, N° 433, Mars 1997, p. 18 - 20.

[**DAUPHINÉ 1998**] Dauphiné (A.) - Espace terrestre et espace géographique, *Les concepts de la géographie humaine*, collection géographie générale, 1998, Paris : Armand Colin, p. 51 – 62.

[**DAVEAU 1997**] Daveau (I.) – *Opération Roissy-Charles-de-Gaule, Etude documentaire*, Saint-Denis, 1997, 49 p. [*Non publié, rapport d'étude*]

[**DAVEAU, GOUSTARD 1994**] Daveau (I.), Goustarde (V.) - *Un complexe métallurgique et minier du haut Moyen Âge, habitats gaulois, gallo-romain et du haut Moyen Âge : Vert-Saint-Denis, Les Fourneaux (77234495 - 2 AH)*, Saint-Denis, 1994. [*Non publié, DFS*]

[**DE SILVA 2000**] De Silva (M.) - An archaeological GIS in the Hisma basin, in : *Science and technology for the Safeguard of cultural heritage in the Mediterranean basin*, Vol 1 2000, Paris, p. 331 - 333.

[**DEBARBIEUX 1998**] Debarbieux (M.) - Les problématiques de l'image et de la représentation en géographie, *Les concepts de la géographie humaine*, collection géographie générale. 1998, Paris : Armand Colin, p. 199 – 211.

[**DEBARBIEUX, LARDON 2003**] Debarbieux (B.), Lardon (S.) Dir. - *Les figures du projet territorial*, 2003, Paris : Datar, éd. de l'Aube, 269 p.

[**DEBRAY 1991a**] Debray (R.) - *Cours de médiologie générale*, 1991, Paris : Gallimard, 196 p.

[**DEBRAY 1991b**] Debray (R.) - Les diagonales du médiologue. Transmission, influences, mobilités, 1991, Paris : BNF, 75 p.

[**DEBRAY 1998**] Debray (R.) - Histoire des quatre M, in : *Les cahiers de médiologie*, 2^{ème} semestre 1998, N°6, Paris : Gallimard, p. 7 – 25.

[**DECHAVANNE 1999**] Dechavanne (S.) – *La politique de communication du Service départemental d'archéologie du Val-d'Oise (1993-1999)*, Saint-Ouen-l'Aumône. [*Non publié, document interne*]

[**DECHAVANNE et al. 1991**] Dechavanne (S.), Halbout (P.), Lebret (H.), Soulier (Ph.). – *120 000 ans de paysages en Val-d'Oise* : catalogue d'exposition, Saint-Ouen-l'Aumône, 1991. 63 p.

[**DEFONTAINES, MARCELPOIL, MOQUAY 2001**] Defontaines (J.-P.), Marcelpoil (E.), Moquay (P.) - Le développement territorial : une diversité d'interprétations, *Représentations spatiales et développement territorial*, 2001, Paris : Hermes sciences publications, p. 39 – 56.

- [**DELPORTE 1984**] Delporte (H.) - *Archéologie et réalité, Essai d'approche épistémologique*, 1984, Paris, 140 p.
- [**DEMERS 1997**] DEMERS (M.N.) - *Fundamentals of geographic information systems*, 1997, New York : John Wiley & sons, inc., 486 p.
- [**DEMOULE 1992**] Demoule (J.-P.) - Vingt ans après : Bohumil Soudsky et la Protohistoire Française, in : *La préhistoire en France. Musées, écoles de fouille, associations. Du XIX^e siècle à nos jours. Actes du 114^e colloque national des sociétés savantes. Paris 3 - 9 Avril 1989,1992*, p. 49 – 59.
- [**DEMOULE 2001**] Demoule (J.-P.) - *Bilan et perspectives de l'archéologie préventive au moment de la création de l'institut national de recherches archéologiques préventives*, 2001, Paris, 16 p.
- [**DEMOULE, POIGNANT, PECHEUR 1998**] Demoule (J.-P.), Poignant (B.), Pécheur (B.) – L'organisation de l'archéologie préventive en France, Rapport au Ministre de la Culture, 20 p. [*Rapport parlementaire*]
- [**DENÈGRE, SALGÉ 1996**] Denègre (J.), Salgé (F.) - *Les systèmes d'information géographique*, 1996, Paris : PUF, 128 p.
- [**DESACHY 1989**] Desachy (B.) - Le traitement formalisé des données en archéologie, *Bulletin de recherches en sciences économiques, humaines et sociales (Brises)*, n° 15, 1989, Paris, p. 16 – 20.
- [**DESACHY 2004**] Desachy (B.) - L'informatique au service de l'archéologie, *Méthodes et initiations d'histoire et d'archéologie*, 2004, p. 170 – 192.
- [**DESACHY 2008**] Desachy (B.) – Le stratifiant un outil de traitement des données stratigraphiques, *Archeologia ecalcolatori*, 19, 2008, p. 197 – 194.
- [**DEYBER-PERSIGNAT 2000**] Deyber-Persignat (D.) (Dir.) - Le dépôt archéologique, conservation et gestion, pour un projet scientifique et culturel, *Actes des assises nationales de la conservation archéologique, Bourges le 26, 27, 28 novembre 1998*, Bourges, 2000, 455 p.
- [**DIDIER 1990**] Didier (M.) - *Utilité et valeur de l'information géographique*, 1990, Paris : Economica, 255 p.
- [**DIDIER, BOUVEYRON 1993**] Didier (M.), Bouveyron (C.) - *Guide économique et méthodologique des SIG*, 1993, Paris : Ed. Hermès, 330 p.
- [**DIEBOLT 1993**] Diebolt (W.) - La politique de la Sous direction de l'archéologie en matière d'inventaire archéologique, in : *Actes des quatrièmes rencontres nationales de l'archéologie, Marseille 19, 20, 21 Octobre 1993 - Montpellier 8, 9, 10 Avril 1992, Conserver ou détruire les vestiges archéologiques, La carte archéologique, L'archéologie dans l'aménagement du territoire*, Marseille, 1993, p. 47 – 49.
- [**DIRE 2001**] Délégation interministérielle à la réforme de l'Etat (DIRE) - *L'impact des technologies de l'information et de la communication (TIC) sur l'organisation du travail des services dans l'administration*, Rapport au premier ministre, Paris : la documentation française, 2001, 76 p.
- [**DJINDJIAN 1985**] Djindjian (F.) - Informatique et mathématiques appliquées à l'archéologie : une introduction, *Bulletin des Antiquités Nationales*, n°16/17, 1985.
- [**DJINDJIAN 1986**] Djindjian (F.) - Apport des techniques statistiques et informatiques aux méthodes et aux théories de l'archéologie, *Bulletin de la société préhistorique Française*, t. 83, n° 10, 1986, p. 372 –377.
- [**DJINDJIAN 1990**] Djindjian (F.) - Nouvelles méthodes pour l'analyse spatiale des sites archéologiques, *Histoire et mesure*, Vol. 5, N° ½, 1990, p. 11 – 34.
- [**DJINDJIAN 1991**] Djindjian (F.) - *Méthodes pour l'archéologie*, Paris, 1991, 401 p.
- [**DJINDJIAN 1996**] Djindjian (F.) - L'apport des sciences cognitives à l'archéologie, in : *XIII International Congress of Prehistoric and protohistoric sciences Forli - Italia - 8/14 September 1996, Colloquim I, Theoretical and methodological problems : The debate on function and meaning in prehistoric archaeology*, 1996, p. 17 – 27.
- [**DONNEFORT, GARRY, LE MOIGNE 1995**] Donnefort (S.), Garry (G.), Le Moigne (M.) 1995 - *La carte, de la conception à la réalisation*, 1995, Paris-La Défense : Ed. Villes et territoires, 90 p.
- [**DORION 1981**] Dorion (J.) - Une carte archéologique de la France, *Les dossiers de l'archéologie*, n°49. Dossier : l'archéologie et la nation, Paris, 1981, p. 26 - 27.
- [**DRESCH 1971**] Dresch (J.) - Mémoires et documents, in : *Cartographie géomorphologique. travaux de la RCP 77*, Année 1971, Vol. 12, 1971, 263 p.

- [DROCOURT 1993] Drocourt (D.) - Patrimoine archéologique et aménagement urbain, L'atlas informatisé du centre historique de Marseille, in : *Actes des quatrièmes rencontres nationales de l'archéologie, Marseille 19, 20, 21 Octobre 1993 - Montpellier 8, 9, 10 Avril 1992, Conserver ou détruire les vestiges archéologiques, La carte archéologique, L'archéologie dans l'aménagement du territoire*, Marseille, 1993, p. 95 – 96.
- [DROCOURT 2001] Drocourt (D.) - Un siècle d'archéologie urbaine à Marseille, Marseille : trames et paysages urbains de Gyptis au Roi René. Actes du colloque de Marseille 1999. Aix-en-provence, 2001, *Etudes Massaliès*, 7, 2001, Marseille, p. 13 – 20.
- [DUBOULOZ 2003] Dubouloz (J.) - L'évaluation des méthodes de diagnostic, Simulation sur des sites de l'Aisne, in : *Les nouvelles de l'archéologie*, n°91- 1^{er} trimestre 2003, p. 46 – 50.
- [DUCASSE 1986a] Ducasse (H.) - Les nouveaux outils en archéologie, *Courrier du CNRS*, n° 65, 1986, Paris, p. 68 – 40.
- [DUCASSE 1986b] Ducasse (H.) - La néo-archéo-informatique ou les possibilités de faire du neuf avec de l'ancien, Applications informatiques en archéologie, Séance du 10 décembre 1983 organisée avec le concours du ministère de la culture et de la communication, in : *Bulletin de la société préhistorique française*, Tome 83, n° 10, 1986, p. 291 – 293.
- [DUFAY 1992] Dufay (B.), 1992 - Mémoire(s) pour un département, Pour qui pour quoi ? in : *Connaître les Yvelines, Histoire et archéologie*, 2^{ème} semestre 1992, Versailles, p. 69 – 71.
- [DUFAY 1998] Dufay (B.) - Des communes et des départements, Archéologie politique et politique archéologique, Dossier les archéologues des collectivités territoriales : problèmes, convergences et différences de points de vues, *Les nouvelles de l'archéologie*, Paris, p. 16 – 17.
- [DUFAY 2000] Dufay (B.) - Histoires de territoires, *Les dossiers de l'archéologie* n° 250, p. 2 – 3.
- [DUFAY 2001] Dufay (B.) - Quel avenir pour la carte archéologique urbaine ? Eléments de réflexion, *Les nouvelles de l'archéologie*, n°85, 3^e trimestre 2001, p. 37 – 50.
- [DUFAY 2002a] Dufay (B.) - De la topographie à l'histoire, Comprendre l'évolution des villes anciennes, *Mappemonde*, 67, 2002, p.32-37.
- [DUFAY 2002b] Dufay (B.) - Les services territoriaux de l'archéologie, Etat des lieux, in : *Les nouvelles de l'archéologie*, n°89 - 3^e trimestre 2002, p. 25 à 53.
- [DUFAY, LANGLOIS 1993] Dufay (B.), Langlois (M.) - L'inventaire archéologique, in : *Actes des quatrièmes rencontres nationales de l'archéologie, Marseille 19, 20, 21 Octobre 1993 - Montpellier 8, 9, 10 Avril 1992, Conserver ou détruire les vestiges archéologiques, La carte archéologique, L'archéologie dans l'aménagement du territoire*, Marseille, 1993, p.65 – 79.
- [DUMOLARD 1981] Dumolard (P.) - *L'espace différencié, Introduction à une géotaxinomie*, Coll. « Géographica » dirigée par Chesnais (M.) et Dauphiné (A.), Paris : Ed. Economica, 1981, 202 p.
- [DUMONT, MAILLOT, ROBERT 2002] Dumont (A.), Maillot (J. -F.), Robert (S.) - Le cours de l'Oise entre Janville et Conflans-Sainte-Honorine à travers l'analyse des archives médiévales, modernes et contemporaines, in : *Archives, objets et images des constructions de l'eau, du Moyen-âge à l'ère industrielle*, CNAM, décembre 1999, Cahiers d'Histoire et de Philosophie des sciences de la SFHST, n°51, p. 223-239
- [DUPE 1997] Dupé (A.) - L'enjeu économique des SIG, Dossier : Les systèmes d'information géographiques, *Génie Urbain*, N° 433, Mars 1997, p.38 – 40.
- [DURAND-DASTÈS *et al.* 1998a] Durand-dastès (F.), Favory (F.), Fiches (J.L.), Mathian (H.), Pumain (D.), Raynaud (C.), Sanders (L.), Van der Leeuw (S.) - *Des oppida aux métropoles : archéologues et géographes en Vallée du Rhône*, 1998, Paris, 280 p.
- [DURAND-DASTÈS *et al.* 1998b] Durand-dastès (F.), Favory (F.), Fiches (J.L.), Mathian (H.), Pumain (D.), Raynaud (C.), Sanders (L.), Van der Leeuw (S.) - *The ARCHAEOMEDES Project. Understanding the natural and anthropogenic causes of land degradation and desertification in the Mediterranean basin. Research results*, Luxembourg, European Communities, 1998, 280 p.
- [DURANTHON 1978] Duranthon (M.) - *La carte de France et son histoire*, 1978, Paris : Solar, 64 p.
- [DUVAL 1992] Duval (A.) Dir. - La préhistoire en France, Musées, écoles de fouille, associations... du XIX^e siècle à nos jours. in : *Actes du 114^e colloque national des sociétés savantes*, Paris 3 - 9 Avril 1989, 1992, 148 p.
- [DUVIGNAUD 1979] Duvignaud (P.) - *Sociologie de la connaissance*, Paris : Payot, 1979, 286 p.

- [**EA DGXII 2000**] European Union, Directorate general XII, Environment (IV) Framework Climatology and natural Programme - *Modulus, A spatial modelling tool for integrated environmental decision-making*, Final report, Contract ENV4 - CT97-0685, 2000, 34 p.
- [**ECOBICHON 1994**] Ecobichon (C.) - *L'information géographique, Nouvelles techniques nouvelles pratiques*, 1994, Paris : Hermès, 122 p.
- [**ECOBICHON 1996**] Ecobichon (C.) - Le I de SIG : points de vue, *Les cahiers du génie urbain*, n° 11, 1996. p. 31 – 32.
- [**EFA 2004**] Ecole Française d'Athènes - *Histoire de l'Ecole Française d'Athènes*, 2004, 10 p. <http://www.efa.gr/bibliotheque/bibliothequeDefault.htm> [Article en ligne au 15/12/2008]
- [**ERMINE 1993**] Ermine (J.-L.) - *Génie logiciel et génie cognitif : pour les systèmes à base de connaissance*, Volumes 1 et 2, 1993, 215 p.
- [**ESSEVAZ-ROUILLET 1999**] Essevaz-Roulet (M.) - La mise en oeuvre d'un système d'information géographique dans une collectivité territoriale, *La lettre du cadre territorial*, Dossier Expert, 1999, 193 p.
- [**ESSEVAZ-ROUILLET 2000**] Essevaz-Roulet (M.) - Fichiers raster et données maillées : l'autre façon de numériser des données, *Revue XYZ*, N° 84, 3^e trimestre 2000, p. 62 – 65.
- [**ETAYA et al. 2000**] Etaya (M.), Hasegawa (J.), Kondo (J.), Sakata (T.), Yoshimura (S.) - Space archaeology, *Discovering Archaeology*, vol 2, n°1, 2000, p. 78 – 85.
- [**EUROGI 1996**] European umbrella organisation for geographic information - *A European view on the global spatial data infrastructure*, Emerging global spatial data infrastructure, Königswinter, 1996, 10 p.
- [**EUROPE 1993**] Parlement et Conseil de l'Europe – *Directive 2003/98/CE du parlement Européen et du Conseil du 17 novembre 2003 concernant la réutilisation des informations du secteur public*, JO CE n° L 77 janvier 1993, 21 p.
- [**EUROPE 1996a**] Parlement et Conseil de l'Europe - Directive 96/9/CE du Parlement européen et du Conseil, du 11 mars 1996, concernant la protection juridique des bases de données, *Journal officiel de la Communauté européenne*, JO CE n° L 77 du 27 mars 1996. p. 20-28.
- [**EUROPE 1996b**] Parlement et Conseil de l'Europe - Directive du parlement Européen et du Conseil du 11. mars 1996 concernant la protection juridique des bases de données. D'après Journal officiel des communautés Européennes, *Comité Français de Cartographie*, N° 149 Septembre 1996, Paris : CFC, p. 23 – 30.
- [**FADIN 1996**] Fadin (L.) - *Le SIG Alexandrin : Essai de définition et d'implémentation d'un modèle entité-relation appliqué à l'archéologie*, Mémoire en vue d'obtenir le diplôme d'ingénieur de l'Ecole supérieure de géomètres topographes (ESGT), 1996, 85 p.
- [**FAGNART, COUDRET 2000**] Fagnart (J.P.), Coudret (P.) - Le tardiglaciaire dans le Nord de la France, in : *L'Europe centrale et septentrionale au Tardiglaciaire*, 2000, éd. A.P.R.A.I.F., Nemours, p. 111-128.
- [**FARRUGIA-TAYAR 1999**] Farrugia-Tayar (Cl.) - Toulouse intègre l'inventaire à son SIG multimédia, in : *La gazette des communes*, n° 1516, 1999, p. 39.
- [**FAVORY et al. 1994**] Favory (F.), Girardot (J.-J.), VanDer Leeuw (S.), Tourneux (F. P.), Verhagen (Ph.) - L'habitat rural romain en basse vallée du Rhône, De l'utilisation de la télédétection et des SIG en archéologie, *Les nouvelles de l'archéologie*, n° 57, 1994, p. 46 – 50.
- [**FAVORY et al. 1999a**] Favory (F.), Girardot (J.-J.), Nuninger (L.), Tourneux (F.-P.) - Archaeomedes II : une étude de la dynamique de l'habitat rural en France méridionale, dans la longue durée (800 av. J.-C. - 1600 ap. J.-C.), *AGER*, Bulletin de liaison n° 9, 1999.
- [**FAVORY et al. 1999b**] Favory (F.), Raynaud (C.), Mathian (H.), Sanders (L.) - Système de peuplement et réseaux d'habitat dans l'Antiquité et le Moyen Âge en Languedoc oriental, L'habitat, source d'interprétation de l'organisation et de la complexité sociale en Archéologie, in : *Actes des XIX^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Habitat et Société*, Braemer F., Cleziou S. et Coudart A. (dir.), 1999.
- [**FAVORY et al. 2006**] Favory (F.), Nuninger (L.) - Dynamique spatiale du peuplement et ressources naturelles : vers une analyse intégrée dans le long terme, de la préhistoire au Moyen-âge, *AGER*, Bulletin de liaison n° 16, 2006, p. 7 – 11.
- [**FAVORY, FICHES, RAYNAUD 2000**] Favory (F.), Fiches (J.-L.), Raynaud (C.) - L'évolution de l'habitat rural dans le Midi méditerranéen : le programme européen Archaeomedes II, *CNRS Info*, 2000, <http://www.cnrs.fr/Cnrspresse/Archeo2000/html/archoedito.htm>. [Article en ligne au 15/12/2008]

- [FAVORY, VAN DER LEEUW 1998] Favory (F.), Van der Leeuw (S.). – *Des oppida aux métropoles : Archéologues et géographes en vallée du Rhône*, 1998, Paris, 280 p.
- [FERDIÈRE, ZADORA-RIO 1982] Ferdière (A.), Zadora - Rio (E.) - Paysage et peuplement, La prospection archéologique - La prospection archéologique et l'évolution de la notion de site, in : *Documents d'Archéologie Française (DAF), Actes de la table ronde des 14 et 15 Mai 1982, Paris, publiés sous la direction de Alain Ferdière et d'Elisabeth Zadora-Rio*, 1982, Paris, p. 11 - 15.
- [FERLAND 1998] Ferland (Y.) - Les défis théoriques posés à la cartographie mènent à la cognition, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n°156, Juin 1998, p. 44 – 51.
- [FERRAS, HUSSY 1998] Ferras (R.), Hussy (CH.). – Les concepts de la cartographie et leur rôle dans la recherche géographique, in : *Les concepts de la géographie humaine*, Paris : Armand Colin, 1998, p. 287-298.
- [FICHES 1991] Fiches (J. L.) - La carte archéologique : enjeux de cartes, in : *Les nouvelles de l'archéologie*, N° 45, 1991, p. 44 – 51.
- [FICHES, VAN DER LEEUW 1990] Fiches (J.-L.), Van der Leeuw (S. E.) - De la structuration et de l'analyse spatiale aux processus historiques, in : *Archéologie et espaces, X^e rencontre Internationales d'Archéologie et d'histoire*, Antibes, Octobre 1990, p. 503 – 520.
- [FLICHY 2003] Flichy (P.) – *L'innovation technique, Récents développements en Sciences Sociales, Vers une nouvelle théorie de l'innovation*, Col. Sciences et société, 2003, Paris : ed. La Découverte, 251 p.
- [FLYG, BODIN 1996] Flyg (P.), Bodin (U.) - GIS applications in Swedish archaeology, in : *Colloquim I, The debate on function and meaning in prehistoric archaeology, processual versus post processual archaeology in the 90^e Colloquia, XIII International Congress of Prehistoric and protohistoric sciences Forli - Italia - 8/14 September 1996*, Forli, p. 67 – 68.
- [FONTAINE 1992] Fontaine (B.) Dir. - *L'informatique et l'Etat : évaluation du développement de l'informatique et de son impact sur l'efficacité de l'administration*, 1992, Paris : Documentation française.
- [FORTIN *et al.* 2004] Fortin (M.), Pouliot (J.), Lachance (B.), Brisebois (A.), Bédard (Y.) - A la rencontre de l'archéologie et de la géomatique : développement d'un système de découverte des connaissances spatio-temporelles pour les chantiers de fouilles archéologiques. *Colloque national de Géomatique 2004 de l'ASG-CIG, Montréal, 27-28 Octobre 2004*, 12 p.
- [FOSSE *et al.* 2001] Fosse (G.), Roumegoux (Y.), Hannois (Ph.), Cotteceau (A.M.) - Le projet européen PLANARCH, in : *Culture et recherche*, N° 85 -86, 2001, p. 17 – 18.
- [FOTSING 2005] Fotsing (J.-M.) (dir.) - Apport des SIG à la recherche, in : *Actes du colloque international Géomatique et application*, n° 1 Apport des Système d'information géographiques au monde de la recherche, 13 et 14 mars 2003, Orléans, 2005.
- [FOURNILLIER 1996] Fournillier (J.M.) - Systèmes d'information géographique et normalisation des données, *Les cahiers du génie urbain*, n° 1, 1996, p. 33 – 35.
- [FOURNILLIER 1997] Fournillier (J.M.) - Normaliser les données. *Génie Urbain*, N° 433, Dossier : Les systèmes d'information géographiques, Mars 1997, p.30 – 33.
- [FRANCFORT 1989] Francfort (H.P.) - L'apport des systèmes experts à l'archéologie, *Bulletin de recherches en sciences économiques, humaines et sociales (Brises)*, n° 15, 1989, p. 137 – 141.
- [FRANCHOMME *et al.* 2003] Franchomme (M.), Salvador (P.-G.), Kergomard (C.) - Conception et utilisation d'un SIG pour l'étude des données (paléo-) environnementales et archéologiques dans le bassin versant de la haute Deûle, in : *Revue du Nord, Archéologie de la Picardie et du Nord*, Tome 85, 2003, p. 35 - 45
- [FROMENTIN, LAUZANNE, ROPARS 2006] Fromentin (F.), Lauzanne (S.), Ropars (A.) - L'inventaire archéologique national, in : *La Prospection*, Ferdière (dir.), coll. Archéologiques, 2006, p. 78 – 81.
- [FRUITET *et al.* 1989] : Fruitet (J.), Kalloufi (L.), Canals i Salomo (A.), De Lumley (H.), Laurent (D.), Bourret (C.) - «Archeo-net»: Un système d'information archéologique, l'informatique au service de la recherche préhistorique, in : *Les systèmes d'informations élaborées. Congrès de la société Française de Bibliométrie appliquée*, 1989, p. 226-236, <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=6705098> [Article en ligne au 31/05/2008]
- [FUCHS 200] Fuchs (M.) (Dir.) - *Positionnement des collectivités territoriales dans la chaîne de l'archéologie, vers une logique de coopération ?* Actes de la table ronde, Strasbourg, 21 – 22 Octobre 2005, Selestat, 119 p.

- [GADEA, SALIGNY 2004] Gadea (A.), Saligny (L.) - Les systèmes d'information géographique et les photographies aériennes, in : *Archéologie aérienne dans l'Yonne*, Baray L. (dir.), St-Cyr-sur-Loire, 2004, p.77-84.
- [GAFFNEY, STANCIC 1991] Gaffney (V.), Stancic (Z.) - *GIS approaches to regional analysis : a case study of the island of Hvar*, Ljubljana, 1991, 100 p.
- [GAFFNEY, STANCIC, WATSON 1995] Gaffney (V.), Stancic (Z.), Watson (H.) - The impact of GIS on archaeology: a personal perspective, in : *Archaeology and geographical information systems*, 1995, Londres, p. 211 – 231.
- [GAFFNEY, VAN LEUSEN 1995] Gaffney (V.), Van Leusen (P.M.) - Postscript-GIS, environmental determinism and archaeology, in: *Archaeology and geographical information systems*, 1995, Londres, p. 367 – 383.
- [GALINIE 2000] Galinié (H.) - *Ville, espace urbain et Archéologie*, Coll. Sciences de la Ville, n°16. 2000, 128 p.
- [GALINIÉ *et al.* 2003a] Galinié (H.), Laurent (A.), Rodier (X.), Breyse (D.), Houy (L.), Niandou (H.), Breul (P.) - Utilisation du pénétromètre dynamique du type PANDA en milieu urbain pour l'évaluation et la caractérisation du dépôt archéologique, *Revue d'archéométrie*, n°27, 2003.
- [GALINIÉ *et al.* 2003b] Galinié (H.), Moreau (A.), Rodier (X.), Zadora-Rio (E.) - Utilisation des SIG en archéologie : application à la topographie historique en Indre-et-Loire (France). in : *Apport des SIG à la recherche, Actes du colloque international Géomatique et application n°1*, 13 et 14 mars 2003, Fotsing Jean-Marie (dir.), Orléans, 2005, p.163-181.
- [GALINIÉ *et al.* 2005] Galinié (H.), Husi (P.), Rodier (X.), Theureau (C.), Zadora-Rio (E.) - ArSol, La chaîne de gestion des données de fouilles du Laboratoire Archéologie et territoires, *Les petits cahiers d'Anatole*, n°17, Tours, 2005, http://citeres.univ-tours.fr/compo.php?niveau=lat&page=p_lat/lat_online. [article en ligne au 15/12/2008]
- [GALINIÉ, RODIER 2002] Galinié (H.), Rodier (X.) – TOTOPI : TOpographie de TOurs Pré-Industriel, un outil d'analyse urbaine, *Les petits cahiers d'Anatole*, n°11, Tours, 2002, http://citeres.univ-tours.fr/compo.php?niveau=lat&page=p_lat/lat_online. [article en ligne au 15/12/2008]
- [GALINIÉ, RODIER 2004] Galinié (H.), Rodier (X.) - La formalisation des données de la topographie historique, in : *Informatisation des Documents d'Evaluation du Patrimoine Archéologique des Villes de France, bilan d'étape 2002-2003*, Tours, 2004, p.25-34.
- [GALINIÉ, RODIER, SALIGNY 2004] Galinié (H.), Rodier (X.), Saligny (L.) - Entités fonctionnelles, entités spatiales et dynamique urbaine dans la longue durée, *Histoire & Mesure*, Vol. XIX, n°3/4, Paris, 2004, p.223-242.
- [GALLAY 1986] Gallay (A.) - *L'archéologie demain*, 1986, Paris, 320 p.
- [GARCIA 2000] Garcia (P.) - L'espace géographique et les historiens. Logiques de l'espace, esprit des lieux, *Géographies à Cerisy*, Paris, 2000 p. 73 – 92.
- [GARCIA 2000] Garcia (P.) - L'espace géographique et les historiens, in : *Logiques de l'espace, esprit des lieux, Géographies à Cerisy*, Paris : Belin, 2000, p. 73 – 92.
- [GARDIN 1972] Gardin (J.Cl.) - Les projets de banques de données archéologiques, Problèmes méthodologiques et institutionnels, Les banques de données archéologiques, in : *Colloques nationaux du centre national de recherche scientifique, N°932, Marseille 12-14 Juin 1972*. 1972, Paris, p. 15 – 35.
- [GARDIN 1975] Gardin (J.Cl.) - Effets logiques des bases de données sur les disciplines d'érudition, *Revue internationale des sciences sociales*, n° 27, 1975, p. 815 – 830.
- [GARDIN 1979] Gardin (J.Cl.) - *Une archéologie théorique*, 1979, Paris, 339 p.
- [GARDIN 1986] Gardin (J.Cl.) - *Systèmes experts et sciences humaines, le cas de l'archéologie*, 1986, Paris, 269 p.
- [GARMY 1991] Garmy (P.) - La carte et - ou la loi, *Les nouvelles de l'archéologie*, N° 45, 1991, p. 9 – 11.
- [GAUBERT 1993] Gaubert (J.) - Une banque de données cartographiques informatique pour la gestion du territoire d'une commune, le système d'information géographique de la ville de Marseille, in : *Actes des quatrièmes rencontres nationales de l'archéologie, Marseille 19, 20, 21 Octobre 1993 - Montpellier 8, 9, 10 Avril 1992, Conserver ou détruire les vestiges archéologiques, La carte archéologique, L'archéologie dans l'aménagement du territoire*, Marseille, 1993, p. 91 – 93.

- [GAUCHER 1996] Gaucher (G.) (dir.) - *Fouilles de Pincevent II - Le site et ses occupations récentes*, 1996, Mémoires de la société préhistorique française, t. 23.
- [GAUTHIER 1994] Gauthier (M.) - Rapport au ministère de l'Éducation nationale et de la Culture, in : *Les nouvelles de l'archéologie*, n°57, 1994, p. 5 – 21.
- [GAUTHIER E. 2004] Gauthier (E.) - L'évolution de la consommation du métal à l'Âge du Bronze, en France orientale et en Transdanubie, *Histoire & Mesure*, volume XIX - n°3/4, Paris : CNRS, 2004, p. 345-376.
- [GAUTHIEZ B. 2004] Gauthiez (B.) - Des unités pertinentes pour mesurer la ville concrète, *Histoire & Mesure*, Vol. XIX, n°3/4, Paris, 2004, p.295-316.
- [GAYTE 1997] Gayte (O.) - *Conception des systèmes d'information sur l'environnement*, 1997, Paris : éd. Hermès, 153 p.
- [GEBARA 2000] Gebara (C.) - Fréjus antique redécouverte, *Les dossiers de l'archéologie*, n° 250, Février 2000, p. 109 – 111.
- [GEBARA, TRENAC 1993] Gebara (C.) - Trenac (P.-M.) - Intégration de la carte archéologique informatisée à une banque de données urbaines, L'exemple de Fréjus, in : *Actes des quatrièmes rencontres nationales de l'archéologie, Marseille 19, 20, 21 Octobre 1993 - Montpellier 8, 9, 10 Avril 1992, Conserver ou détruire les vestiges archéologiques, La carte archéologique, L'archéologie dans l'aménagement du territoire*, Marseille, 1993, p.137 – 141.
- [GENELOT 1992] Genelot (D.) - *Manager dans la complexité*, 1992, INSEP éditions, 363 p.
- [GENESTE 2003] Geneste (J.-M.) - L'évaluation en archéologie préventive du paléolithique, *Les nouvelles de l'archéologie*, N° 91 - 1er trimestre 2003, p. 46 – 50
- [GENEVOIS 2008] Genevois (S.) – *Quand la géomatique rentre en classe, usages cartographiques et nouvelle éducation géographique dans l'enseignement secondaire*, thèse de doctorat de l'université Jean Monnet de Saint-Étienne, sous la direction de J.-L. BARON, 2008, 357 p.
- [GENTELLE 2003] Gentelle (P.) - *Traces d'eau, Un géographe chez les archéologues*, 2003, 239 p.
- [GEORGES-LEROY 2003] Georges-Leroy (M.) - L'évaluation en milieu rural ouvert, L'exemple de la Lorraine, *Les nouvelles de l'archéologie*, n°91 - 1^{er} trimestre 2003, p. 37 – 39.
- [GÉRARD 1995] Gérard (B.) - *Une archéologie pour quoi faire ? Milieux, sociétés et archéologues*, 1995, Paris, p. 277 – 302.
- [GEYER 1995] Geyer (B.) – Cartographie, SIG, Représentations de l'espace et du temps, in : *Le carrefour des métiers, Les dessinateurs en archéologie*, Compte rendu de l'école thématique organisé par le CRA du 27 novembre au 1^{er} décembre 1995, p. 12 – 13.
- [GHOZZI, DAVTIAN, THOMASSIN 2004] Ghozzi (F.), Davtian (G.), Thomassin (Ph.) - Apport d'un SIG à l'étude du cadastre dit Napoléonien, *Géomatique Expert*, n°38, 2004, p.33-38.
- [GHOZZI, DAVTIAN, THOMASSIN 2005] Ghozzi (F.), Davtian (G.), Thomassin (Ph.) - Utilisation d'un SIG pour l'étude d'un cadastre dit Napoléonien] exemple des hameaux de Barel, commune de Guillaume (Alpes-Maritimes), in : *Temps et espaces de l'homme en société, Analyses et modèles spatiaux en archéologie*, Actes des XXV^e rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Berger et al. (coord.) 2005, Antibes, p.263 - 267.
- [GIANNINI, PARESCCHI, STEFANI 2000] Giannini (F.), Parescchi (M. T.), Stefani (G.) - A GIS for archaeological sites in densely populated areas : the case of the ancient and new Pompeii, in : *Science and technology for the Safeguard of cultural heritage in the Mediterranean basin*, Vol 1, 2000. Paris, p. 195 – 198.
- [GILLE 1978] Gille (B.) dir. - *Histoire des techniques*, Coll. Bibliothèque de la Pléiade, Paris : Gallimard, 1978.
- [GILLINGS 1995] Gillings (M.) - Flood dynamics and settlement in the Tisza valley of north-east Hungary: GIS and the Upper Tisza project, in : *Archaeology and geographical information systems*, 1995, Londres, p. 67 – 84.
- [GILLINGS 1996] Gillings (M.) - Not drawing but waving? - Re-humanising GIS, the Tisla flood plain revisited, in: *Colloquim I, The debate on function and meaning in prehistoric archaeology, processual versus post processual archaeology in the 90s Colloquia*. XIII International Congress of Prehistoric and protohistoric sciences Forli - Italia - 8/14 September 1995, Forli, p. 69 – 84.

- [GILLINGS, MATTINGLY, DALEN 1999] Gillings (M.), Mattingly (D.), Dalen (J.-V.) - Geographical information systems and Landscape Archaeology, in : *The Archaeology of Mediterranean Landscapes* 3, 1999, Oxford, 137 p.
- [GILLINGS, WISE 1990] Gillings (M.), Wise (A.) (Dir.) - *Archaeology data service: GIS guide to good practice*, 1990, Oxford, 88 p.
- [GINOUVÈS 1971] Ginouvès (R.) - Archéographie, archéométrie, archéologie : pour une informatique de l'archéologie gréco-romaine, *Revue archéologique*, n°1, 1971, p. 93 – 126.
- [GINOUVÈS 1989] Ginouvès (R.) - Des banques de données pour l'archéologie ? in : *Bulletin de recherches en sciences économiques, humaines et sociales (Brises)*, n° 15, 1989, p. 142 – 146.
- [GINOUVÈS, GUIMIER-SORBETS 1978] Ginouvès (R.), Guimier-Sorbets (A.-M.) - *La constitution des données en archéologie classique*, 1978, Lyon, 161 p.
- [GINOUVÈS, GUIMIER-SORBETS 1998] Ginouvès (R.), Guimier-Sorbets (A.-M.) - *Archéologie et informatique*. 1998, Paris, version CD Rom. [Document électronique]
- [GIRARD 2000] Girard (H.) - Quand les communes dressent la carte de leur patrimoine archéologique, *Gazette des communes*, 2 Mai 2000, p. 22 – 33.
- [GIRARD 2005] Girard (H.) - Archéologie préventive, Les services territoriaux ont le vent en poupe, *La gazette des communes*, 6 juin 2005, p. 25.
- [GLEIZES 1998] Gleizes (M.F.) - SIG et archéologie, *Archéologie Ile-de-France*, Bulletin de liaison n°7, 1998, Paris, p. 3.
- [GLEIZES, HERON 2006] Gleizes (M.F.), Héron (Cl.) - De la carte archéologique à l'Atlas du Patrimoine en Seine-Saint-Denis, in : *Positionnement des collectivités territoriales dans la chaîne de l'archéologie] vers une logique de coopération*, Actes de la Table ronde de Strasbourg le 21-22 Octobre 2005, 2006, p. 13 – 15.
- [GODART 1996] Godart (H.) - Le système d'information géographique de Quito, recherche scientifique ou recherche opérationnelle ? *Cahiers de science humaine*, vol 32 N°4, 1996, p. 803 – 821.
- [GOLAY RIEDO 2002] Golay (F.), Riedo (M.) - NTIC et systèmes d'information territoriale, in : *NTIC et territoires, Enjeux territoriaux des nouvelles technologies de l'information et de la communication*, Lausanne : Presses universitaires romandes, 2002, p.11 – 30.
- [GONZALES VILLAESCUSA 2002] Gonzales Villaescusa (R.) - *Las formas de los paisajes mediterraneas : ensayos sobre las formas, funciones e epistemología parcelaria : estudios comparativos en medios mediterraneo entre la antigüedad e la época moderna*, 2002, Jaén, 506 p.
- [GRANGER 1999] Granger (G.) - *La pensée de l'espace*, 1999, Paris : Odile Jacob, 238 p.
- [GRELOT 1997] Grelot (J.Ph.) - La cartographie à l'ère des systèmes d'information géographique, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n°153, Septembre 1997, p 54 – 59.
- [GROSLIER 1980] Groslier (B.P.) - *Coûts et profits en archéologie*, Paris : Lavoisiers, 1980.
- [GRUEL *et al.* 1995] Gruel (K.), Bernard (R.), Boumier (F.), Nogues (N.) - Le relevé de terrain automatisé, in : *Le carrefour des métiers, Les dessinateurs en archéologie*, Compte rendu de l'école thématique organisé par le CRA du 27 novembre au 1^{er} décembre 1995, Valbonne, p. 16 – 17.
- [GUERMANDI 2000] Guermandi (M. P.) - GIS as a tool for archaeological heritage safeguard CART systemic emila-romagna region, in : *Science and technology for the Safeguard of cultural heritage in the Mediterranean basin*, Vol 1, 2000, Paris, p. 71 – 77.
- [GUERREAU 2004] Guerreau (P.) - Les enclos funéraires protohistoriques dans le bassin supérieur de l'Yonne : analyse spatiale par le biais d'un système d'information géographique, in : *Archéologie aérienne dans l'Yonne*, Baray L. (dir.), St-Cyr-sur-Loire, 2004, p.85-92.
- [GUILAINE 1991] Guilaine (J.) dir - *Pour une archéologie agraire, à la croisée des sciences de l'homme et de la nature*, 1991, 576 p.
- [GUILHON 1993] Guilhon (B.) - *Les dimensions actuelles du phénomène technologique*, 1993, L'Harmattan.
- [GUILLOT 1993] Guillot (D.) - DRACAR et SCALA, Deux outils informatiques au service de la gestion du patrimoine archéologique au Ministère de la Culture et de la Francophonie, in : *Actes des quatrièmes rencontres nationales de l'archéologie, Marseille 19, 20, 21 Octobre 1993 - Montpellier 8, 9, 10 Avril*

1992, *Conserver ou détruire les vestiges archéologiques, La carte archéologique, L'archéologie dans l'aménagement du territoire*, Marseille, 1993, p.51 – 54.

- [GUILLOT, LEROY 1995] Guillot (D.), Leroy (G.) - The use of GIS for archaeological resource management in France : the SCALA project, with a case study in Picardie, in : *Archaeology and geographical information systems*, Londres, 1995, p. 15 – 26.
- [GUIMIER-SORBETS 1978] Guimier-Sorbets (A.M.) - *La constitution des données en archéologie classique : recherches et expériences en vue de la préparation des bases de données*, 1978, Paris, 161 p.
- [GUIMIER-SORBETS 1989] Guimier-Sorbets (A.M.) Coord. - Le traitement de l'information en archéologie, *Bulletin de recherches en sciences économiques, humaines et sociales (Brises)*, N° 15. 1989, 153 p.
- [GUIMIER-SORBETS 1990a] Guimier-Sorbets (A.M.) - *Les bases de donnée en archéologie : conception et mise en œuvre*, 1990, Paris, 272 p.
- [GUIMIER-SORBETS 1990b] Guimier-Sorbets (A.M.) (Dir.) - Le traitement de l'information en archéologie, *Bulletin de recherche sur l'information en sciences économiques, humaines et sociales (BRISES)*, n° 15, 1990, 153 p.
- [GUIMIER-SORBETS 1996a] Guimier-Sorbets (A.M.) - Le traitement de l'information en archéologie : Archivage, publication et diffusion, Dossier Analyses et propositions à propos de la publication archéologique en France, *Les nouvelles de l'archéologie*, n° 63 - printemps 1996, p. 10 – 13.
- [GUIMIER-SORBETS 1996b] Guimier-Sorbets (A.M.) - Le traitement de l'information en archéologie, *Les nouvelles de l'archéologie*, n° 63, 1996, p.10 -13.
- [GUIMIER-SORBETS 1999] Guimier-Sorbets (A.M.) - Des bases de données à la publication électronique, une intégration des données et des outils de recherche, *Archeologia e calculatori*, n° 10, 1999, p. 101 – 115.
- [GUMUCHIAN 1991] Gumuchian (H.) - *Représentation et aménagement du territoire*, Paris : Anthropos, 140 p.
- [GUYARD, HAIRY 1999] Guyard (Y.), Hairy (I) - Exemple d'utilisation du SIG : Les citernes d'Alexandrie, *Archeologia e Calcolatori*, 1999, p. 8 – 9.
- [HALBOUT, LEBRET 1991] Lebreton (P.), Halbout (H.). – Le quaternaire dans le Val-d'Oise, *Bulletin du centre de géomorphologie de Caen*, n° 39-40, 1991, 267 p
- [HARRIS, LOCK 1995] Harris (T.), Lock (G.) - Toward an evaluation of GIS in European archaeology : the past, present and future of theory and applications, in : *Archaeology and geographical information systems*, 1995, Londres, p. 349 – 366.
- [HEDORFER, BIANCHIN 1998] Hedorfer (M. M.), Bianchin (A.) - Un modèle structurel pour métadonnées, in : *Revue internationale de géomatique*, Volume 8 - n°1-2, Paris : Hermes, 1998, p. 75 – 97.
- [HERON 2003] Héron (Cl.) - La carte archéologique de Seine-Saint-Denis, description et organisation des données, *Les petits cahiers d'Anatole*, n°12, Tours, 2003, http://citeres.univ-tours.fr/compo.php?niveau=lat&page=p_lat/lat_online. [article en ligne au 15/12/2008]
- [HERON 2008] Héron (Cl.) – The patrimony atlas of Seine-Saint-Denis, Webmapping dans les sciences historiques et archéologique, acte du colloque international de Paris 3 et 4 juin 2008, *archeologia e calculatori*, n°19, 2009, p. 45 – 60.
- [HIETALA 1984] Hietala (H.) Dir. - *Intrasite spatial analysis in archaeology*, 1984, 284 p
- [HODDER, ORTON 1976] Hodder (I.), Orton (C.) - *Spatial analysis in archaeology*, Cambridge, 1976, 270 p.
- [HOFFMANN 2006] Hoffmann (E.) – Présentation de la base Alyas : de l'entre deux eaux à l'entre deux fleuves ou les méandres du SIG Lyonnais, in : *Positionnement des collectivités territoriales dans la chaîne de l'archéologie : vers une logique de coopération ?* Acte de la table ronde, Strasbourg, 21 – 22 Octobre 2005, sous la dir. de Matthieu Fuchs, Sélestat, p. 23 – 27.
- [HOFFSAE 1978] Hoffsaë (C.) - L'informatique dans l'organisation : changement ou stabilité ? *Sociologie du travail*, N°3, 1978, 307 p.
- [HOLTON 1981] Holton (G.) - *L'imagination scientifique*. Coll. Bibliothèque des sciences humaines, Paris : Ed. Gallimard, 1981, 487 p.
- [IAURIF 1981] Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'Ile-de-France (IAURIF) – *Ecothek*,

Application au département de l'Essonne. La prise en compte des informations archéologiques, 1981, Paris, 26 p. [Document non publié, rapport d'étude]

- [IAURIF 1997] Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'Ile-de-France (IAURIF) - Trois siècles d'aménagement et d'urbanisme en Ile-de-France, *Cahiers de l'institut d'aménagement d'urbanisme d'Ile-de-France*, Vol 1 et 2, 1997, Paris : IAURIF, 425 p.
- [IGN, AABF 2001] Institut Géographique National (IGN), Association des architectes des bâtiments de France (AABF) - La représentation du paysage, De la carte au numérique, *La pierre d'angle*, N° 28, 2000 – 2001, 70 p.
- [IGN, MEL 1999] Institut géographique national (IGN), Ministère de l'équipement et du logement (MEL) - *Système d'information géographique*, Dossier documentaire, 1999, Paris : Ed. CDU et Edipro, 235 p.
- [INSPIRE 2007] Conseil de l'Europe - *Directive INSPIRE*, approuvée par le Conseil des ministres de l'Union européenne et par le Parlement européen puis publiée au Journal officiel des Communautés européennes (JOCE) le 25 avril 2007, est entrée en vigueur le 15 mai 2007 http://fr.wikipedia.org/wiki/Directive_INSPIRE [Texte législatif]
- [JACOB 1992] Jacob (C.) - *L'empire des cartes, Approche théorique de la cartographie à travers l'histoire*, 1992, Paris : Albin Michel, 537 p.
- [JACOBSON, MEACHAM 1998] Jacobson (E.), Meacham (J.E.) - When stones speaking, Mapping and Mongolian surface archaeology, *Geo Info system, February 1998*, Février 1998, p 15 – 22.
- [JAMBU 1999] Jambu (M.) - *Méthodes de base de l'analyse des données*, 1999, Paris : Ed. Eyrolles techniques et sciences, 412 p.
- [JAN 1994] Jan (L.) - Un système d'information modèle à Marseille, *La Gazette des communes*, n°1260, 2 mai 1994, p. 18 – 21
- [JOBIC, VERMEERSCH 1989] Jobic (F.) - Vermeersch (D.) - Le vicus Gallo-Romain de Beaumont-sur-Oise (95), Premier bilan des fouilles (1988 - 1991), *Bulletin archéologique du Vexin Français*, n°25, 1992, p. 85 – 111.
- [JOBIC, VERMEERSCH 1992] Jobic (F.), Vermeersch (D.) - Le vicus gallo-romain de Beaumont-sur-Oise (95), Premier Bilan des nouvelles fouilles (1988-1991), *Bulletin archéologique du Vexin français*, n° 25, 1992, p. 85-111.
- [JOBIC, VERMEERSCH 1996] Jobic (F.), Vermeersch (D.) - *Le vicus Gallo-romain de Beaumont-sur-Oise (95), bilan des connaissances*, Saint-Ouen-l'Aumône, 1996, 32 p.
- [JOCKEY 1999] Jockey (Ph.) - *L'archéologie*, Paris, 1999, 399 p.
- [JODELET *et al.* 1989] Jodelet (D.) Dir. - *Les représentations sociale*, 1989, Paris : PUF, 447 p.
- [JOHNSON 1995] Johnson (I.) - *Mapping Archaeological Data, A structured Introduction to MapInfo*, Series 3, Sydney, 1995.
- [JOLIVEAU 1991] Joliveau (Th.) - Bases de données, observatoires et systèmes d'informations urbains, *Lettre d'information du réseau ADOC*, n° 5, 1991, 7 p.
- [JOLIVEAU 2004] Joliveau (Th.) - *Géomatique et gestion environnementale du territoire. Recherche sur un usage géographique des SIG*, Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches (HDR) sous la direction du Professeur Y. Guermond, Université de Rouen, 2004.
- [JONES 1997] Jones (C.B.) - *Geographical information systems and computer cartography*, 1997, Edinburgh : Longman, 319 p.
- [JULIEN, RIEU 1999] Julien (M.), Rieu (J.L.) (dir.) - *Le Paléolithique supérieur dans le sud-est du Bassin parisien*, éd. de la Maison des sciences de l'homme, Documents d'archéologie française, n° 78.
- [KAESER 2002] Kaeser (M-A.) - L'archéologie, les représentations collectives et la construction identitaire face aux contraintes matérielles, Dossier : Construction identitaires dans les sociétés passées et présentes, *Les nouvelles de l'archéologie*, n° 90 - 4^e trimestre 2002, p. 12 – 16.
- [KHALATBARI 2007] Khalatbari (A.) - La Carte de l'île aux trésors, *Le journal du CNRS*, n° 208, Mai 2007, p. 13.
- [KIRKINEN 1996] Kirkinen (T.) - Center in the wilderness area using a geographical information system (GIS) in modelling the late Iron age settlement in eastern Finland, in : *Colloquim I, The debate on function and meaning in prehistoric archaeology, processual versus post processual archaeology in the 90s Colloquia*,

- XIII International Congress of Prehistoric and protohistoric sciences*, Forli - Italia - 8/14 September 1996, p. 93 – 100.
- [**KOHLER, GUMERMAN 1996**] Kohler (T. A.), Gumerman (G. J.) - Beyond GIS : populating worlds with agents, in : *Colloquium I, The debate on function and meaning in prehistoric archaeology, processual versus post processual archaeology in the 90s Colloquia, XIII International Congress of Prehistoric and protohistoric sciences*, Forli - Italia - 8/14 September 1996, p. 101 – 106.
- [**KRIER 1991**] Krier (V.) - La carte archéologique : inventaire ou diagnostic ? *Les nouvelles de l'archéologie*, n°45 - automne 1991, p.9 – 11
- [**KRIER 1995**] Krier (V.). – *Liaison Cergy-Roissy (LCR) : rapport d'évaluation 1994, systèmes d'information géographique : aide à l'évaluation des gisements archéologiques par unités géomorphologiques, commune de Fontenay-en-Parisis (Val-d'Oise 95)*, Saint-Ouen-l'Aumône, 1995, 27 p. [Document non publié, rapport d'évaluation archéologique]
- [**KRIER 1996**] Krier (V.) - *Prévision et recherche en archéologie : l'approche géomorphologique*, Rapport d'activité, 1996, Saint-Ouen l'Aumône, SDAVO, 49 p.
- [**KRIER 1998**] Krier (V.). – *Fichier géologique, information ponctuelle*, IPO (Base SIG / Carte archéologique du Val-d'Oise), Saint-Ouen-l'Aumône, 1998. [Document non publié, Rapport d'étude]
- [**KRIER 2004**] Krier (V.) - *La plaine alluviale de l'Oise dans le Val-d'Oise. Stratigraphie des formations alluviales et archéologie du Tardiglaciaire à l'Holocène dans le Val-d'Oise*, 2004, Saint-Ouen-l'Aumône, SDAVO.
- [**KRIER 2007**] Krier (V.) – *La plaine alluviale de l'Oise : milieu et système fluvial, stratigraphie des formations alluviales et archéologie*, Saint-Ouen-l'Aumône, 2007, 188 p.
- [**KUHN 1962**] Kuhn (T.) - *La structure des révolutions scientifiques*, 1962, Paris : Ed. Flammarion.
- [**KUNA, ADELSBERGEROVA 1995**] Kuna (M.), Adelsbergerova (D.) - Prehistoric location preferences: an application of GIS to the Vinorsky protok project, Bohemia, The Czech Republic, in : *Archaeology and geographical information systems*, 1995, Londres, p. 117 – 133.
- [**KUNTZ 1997**] Kuntz (C.) - *Mise en œuvre du SIG Alexandrin*, Mémoire en vue d'obtenir le diplôme de l'Ecole supérieur de Géomètres Topographes (ESGT), 1997, 78 p.
- [**KVAMME 1995**] Kvamme (K.L.) - A view from across the water: the North American experience in archaeological GIS, in: *Archaeology and geographical information systems*, 1995, Londres, p. 1 – 14.
- [**LANG, CHAUSSEE 2000**] Lang (L.), Chaussée (C.) - *Elargissement de la RN104 (Francilienne), emprise du décanteur 3 à Étioilles et les Tarterêts à Corbeil-Essonnes*, Rapport d'évaluation archéologique DDE Essonne, 2000, SRAIF, 10 p.
- [**LARDON, MAUREL, PIVETEAU 2001**] Lardon (S.), Maurel (P.), Piveteau (V.) Dir. - *Représentations spatiales et développement territorial*, 2001, Paris : Hermès sciences, 437 p.
- [**LASALLE 1990**] Lasalle (T.) - *Cartographie. 4000 ans d'aventures et de passions*, 1990, Paris : Nathan / IGN, 156 p.
- [**LATERRASSE 1992**] Laterrasse (J.) - *Informatisation des réseaux urbains : choix technologiques, enjeux sociaux et organisationnels*, 1992, Paris : LATTS, 89 p.
- [**LATOUR 1989a**] Latour (B.) - Dix-huitième bifurcation : Qui combat ? Les hommes ou les choses ? Pasteur et Pouchet : hétérogenèse de l'histoire de sciences, in : *Eléments d'histoire des sciences*, Paris Bordas, 1989, p. 423 – 446.
- [**LATOUR 1989b**] Latour (B.) - *La science en action*, 1989, Paris : Ed. La découverte,
- [**LATOUR 1989c**] Latour (B.) - Vingt et unième bifurcation : Guerre et Paix ? Science ou société ? Joliot l'histoire et la physique mêlées, in : *Eléments d'histoire des sciences*. 1989, Paris : Bordas, p. 493 – 514.
- [**LATOUR 2007**] Latour (B.) - *L'espoir de Pandore, Pour une version réaliste de l'activité scientifique*, 2007, Paris : La Découverte, 347 p
- [**LATOUR, CALLON 1991**] Latour (B.), Callon (m.) dir. - *La Science telle qu'elle se fait, Anthologie de la sociologie des sciences de langue anglaise*, 2001, Paris : La Découverte, 391 p.
- [**LAURINI, MILLERET-RAFFORT 1993**] Laurini (R.), Milleret-Raffort (F.) - *Les bases de données en géomatique*. 1993. Paris : Ed. Hermès, 340 p.

- [LAURINI, SERVIGNE 1994] Laurini (R.), Servigne (S.) - Systèmes d'information pour la planification urbaine, *Le courrier du CNRS*, N° 81, 1994, p. 98 – 99.
- [LAURINI, THOMPSON] Laurini (R.), Thompson (D.) - *Fundamentals of spatial information systems*, 1992, Londres : Academic Press, 680 p.
- [LE MAITRE 1978] Le Maitre (J.) - *La rationalisation des systèmes de traitement de l'information documentaire en archéologie*, Mémoire n°1, Centre de recherches archéologiques, 1978, 211 p.
- [LE MOUËL, PIROT 1992] Le Mouël (J.-F.), Pirot (F.) - Structuration de l'Information et modèle conceptuel de données appliqués à l'archéologie, *Lettre du CRA*, Archéologie et ordinateurs, n°18, 40, 1992, p.1-8.
- [LECLERC 1991] Leclerc (J. Ph.) - *La CAO, Le DAO*, Coll. Que Sais-je ? 1991, Paris : PUF, 127 p.
- [LECLERC 1995] Leclerc (J. Ph.) - *Le SIG et le droit*, 2^{ème} édition revue et augmentée, 1995, Paris : Hermès, 249 p.
- [LECLERC 1996] Leclerc (J. Ph.) - *Les contraintes juridiques soulevées par l'introduction d'un système d'information géographique*, 1996, Paris : IVF services, 11 p
- [LECLERC 1998] Leclerc (J. Ph.) - Circulation des données géographiques : aspects juridiques, *La circulation des données au service des technologies de l'information géographique*, Conférence IMAR, 25 juin 1998, 13 p.
- [LEFEBVRE 2000] Lefebvre (H.) - *La production de l'espace*. Paris] Ed. Anthropos, 2000, 485 p
- [LEFEUVRE, PHILIPPON 2001] Lefevvre (J.), Phillippon (J.) - La carte archéologique de la France, *Culture et recherche*, n° 85 -86, Juillet, Août, Septembre 2001, 2001, p. 14 – 15.
- [LEGOUPIL 2003] Legoupil (D.) (dir.) - Les chasseurs cueilleurs de Ponsby (Pantagonie Australe) et leur environnement du VI^{ème} au III^{ème} millénaire av. J.C., *Magallania, Tirada especial (Documentos)*, Vol. 31, 2003, p. 263 – 300.
- [LEGRAND Y, BRUNET P. 1994] Legrand (Y), Brunet (P.) - *Étiolles « Les Coudray » DFS de diagnostic archéologique*, 1994, Service régional de l'archéologie d'Ile-de-France, 20 p.
- [LENGAGNE 1999] Lengagne (G.) – *Les perspectives d'évolution de l'information géographique et ses conséquences pour l'IGN*, Rapport présenté au premier ministre, Septembre 1999, Paris : La documentation Française, 59 p.
- [LEPETIT 1995] Lepetit (B.) (dir.) - *Les formes de l'expérience, Une autre histoire sociale*, coll. L'évolution de l'humanité, Paris, Albin Michel, 1995.
- [LEROI GOURHAN 1948] Leroi-Gourhan (A.) - Evolution et techniques, vol I : L'homme et la matière, vol II : Milieux et techniques, Paris : Albin Michel, 1948, 879 p.
- [LEVY 1989] Lévy (P.) - Vingt deuxième bifurcation : Machine programmée ou bricolée peu à peu ? L'invention de l'ordinateur, in : *Eléments d'histoire des sciences*, 1989, Paris Bordas, p. 515 – 537.
- [LEVY 1990] Levy (P.) - *Les technologies de l'intelligence : l'avenir de la pensée à l'ère informatique*, 1990, Paris : Ed. La découverte, 233 p.
- [LEVY 1997] Lévy (P.) – *Cyberculture*, Rapport au Conseil de l'Europe dans le cadre du projet Nouvelles technologies : coopérations culturelles et communication, 1997, Mesnil sur l'Estrée : Ed. Odile Jacob, 313 p.
- [LEVY 1999] Levy (P.) - *Le tournant géographique, Penser l'espace pour lire le monde*, 1999, Paris : Ed. Belin, 400 p.
- [LEVY 2007] Levy (P.) - L'intelligence collective notre plus grande richesse, in : *Le monde, Dimanche 24, Lundi 25 Juin 2007*, Decryptages, Entretien avec Pierre Levy, Le Monde, 2007, p. 14
- [LEVY, LUSSAULT 2000] Lévy (J.), Lussault (M.) - *Logiques de l'espace, esprit des lieux*, Géographies à Cerisy, 2000, Paris : Belin, 352 p.
- [LIBOUREL, MOTET 1998] Libourel (Th.), Motet (S.) - Les nouveaux usages de l'information géographique, *Revue internationale de géomatique*, Volume 8 - n°1-2, 1998, Paris : Hermes, 227 p.
- [LIMP 1994] Limp (W.F.) - Developing methodologies in the analysis of spatially referenced data and their impacts on archaeological methods and theory, in : *Colloquim I, The debate on function and meaning in prehistoric archaeology, processual versus post processual archaeology in the 90s Colloquia, XIII International Congress of Prehistoric and protohistoric sciences*, Forli - Italia - 8/14 September 1996, p.

115 – 125.

- [**LOCK, STANCIC 1995**] Lock (G.), Stancic (Z.) - *Archaeology and geographical information systems*, 1995, Londres, 392 p.
- [**LORHO 2009**] Lorho (Th.) – SIGUR : un SIG pour la pratique de l'archéologie en milieu urbain, webmapping dans les sciences historiques et archéologique, acte du colloque international de Paris 3 et 4 juin 2008, *archeologia e calcolatori*, n°19, 2009, p. 61 - 72
- [**LORTHOIS 2001**] Lorthoïs (C.) - *La topographie : méthode d'étude et de prospection en archéologie*, Mémoire en vue d'obtenir le diplôme d'ingénieur de l'Ecole Supérieure des Géomètres topographes (ESGT), 2001, 70 p.
- [**LYON 2007**] Municipalité de Lyon, Service archéologique municipal - La Carte archéologique de Lyon, http://www.culture.lyon.fr/culture/sections/fr/patrimoine__histoire/actualites/la_carte_archeologique_de_lyon.2007 [Article en ligne au 16/12/2008]
- [**MAAP 2003**] Mission archéologique de la Ville d'Aix-en-Provence - Formation CNFPT : Carte archéologique et SIG, in : *Séminaire de formation : Archéodrome de Beaune, CNFPT*, 12 décembre 2003, 11 p. [Document non publié, rapport d'activité]
- [**MADVO 2004**] Musée archéologique départemental du Val-d'Oise - «Pre-histoire», *150 ans d'archéologie en Val-d'Oise*, Catalogue d'exposition, 2004, 107 p.
- [**MAEYER, PELLE 2000**] Mayer (Ph.), Pellé (J-M.) - Du virtuel au réel, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n° 166, 2000, p. 35 – 40.
- [**MAISL 1996**] Maisl (H.). – *Le droit des données publiques*, 1996, Paris : LGDJ, 167 p.
- [**MARCH 2001**] March (R.) - Information, image, réalité virtuelle et réalité, Nouvelles formes de transmission du patrimoine, *Archeologia e calcolatori*, 2001.
- [**MARCHANDISES 2007**] Marchandises (J.-F.) – Internet l'infrastructure d'échange, 2007, LGDJ,
- [**MARMET 2000**] Marmet (E.). – *Marines (Val-d'Oise), pré-rapport géologique et géophysique sur le tracé de la déviation de Marines (D915 - D28)*, document d'étude, Saint-Ouen-l'Aumône, 2000, 33 p.
- [**MARTIN 2006**] Martin (G.) - « l'âge de Peer : quand le choix du gratuit rapporte gros », Ed. Pearson, 203 p.
- [**MAUREL 2001**] Maurel (P.) - Les représentations spatiales : concepts de base et typologie, *Représentations spatiales et développement territorial*, 2001, Paris : Hermes sciences, p. 57 – 74.
- [**MAUSSION 2004**] MauSSION (A.) - Le rôle des limons dans l'implantation antique en Champagne berrichonne (Indre et Cher), L'apport d'une approche par un SIG, *Histoire & Mesure*, Vol. XIX, n°3/4, Paris, 2004, p.399-420.
- [**MERLIN 1972**] Merlin (A.) - *La cartographie*, Que Sais-Je, N°937, 1972, Paris : 127 p.
- [**METL, CDU 1999**] Ministère de l'équipement, des transports et du logement, Direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction, Centre de documentation de l'urbanisme, Conseil général des ponts et chaussée - SIG GIS, Systèmes d'Information Géographique, les utilisations nouvelles de l'information géographique numériques en urbanisme, in : *Actes de la Rencontre Urbadata des 17 et 18 juin 1999, Paris, sous la direction du METL et de l'association Urbadata*, <http://www.equipement.gouv.fr/urbanisme/cdu/accueil/biblif.htm>.1999 [Consulté le 01/01/2009]
- [**METT 1997**] Ministère de l'équipement des transports et du tourisme, Ministère de l'environnement, Direction de l'architecture et de l'Urbanisme, Direction de la prévention, des pollutions et des risques, Direction de l'eau. – *Fonds de plan : études d'aménagement et de prévention des risques*, Paris : Ed. Villes et territoires, 1997, 64 p.
- [**MEYNIER 1969**] Meynier (A.) – *Histoire de la pensée géographique en France*, Paris : Presses Universitaires de France, 1969, 224 p.
- [**MIELLET 1996**] MIELLET (Ph) – France : a historical perspective on GIS diffusion, in : *GIS diffusion, the adoption and use of GIS in local government in Europe*, 1996, Londres : Taylor & Francis, p.163-182.
- [**MIELLET 1996**] Miellet (Ph.) - SIG et collectivités en France : panorama et tendances, *Mari Europe 96*, les géo conférences, 2 - 4 avril 1996, p. 51 – 59.
- [**MINELLE 1992**] Minelle (F.) - *Représenter le monde, du compas à l'ordinateur*, Paris : Presses Pocket, 1992, 127 p.

- [MINTZBERG 1982] Mintzberg (H.) – *Structure et dynamique des organisations*, collection références, 1982, ed. organisation, 440 p.
- [MOBERG 1979] Möberg (C. A.) - *Introduction à l'archéologie*, 1979, Paris, 224 p.
- [MOLINER 1993] Moliner (M.) - Cartographie numérique et organisation d'un chantier en milieu urbain, l'exemple de Marseille, in : *Actes des quatrièmes rencontres nationales de l'archéologie, Marseille 19, 20, 21 Octobre 1993 - Montpellier 8, 9, 10 Avril 1992, Conserver ou détruire les vestiges archéologiques, La carte archéologique, L'archéologie dans l'aménagement du territoire*, Marseille, 1993, p.101 – 104.
- [MONTCULIER, SAGOT 1998] Montculier (C), Sagot (F.). – Systèmes d'information géographique : améliorer la gestion du patrimoine, *Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment*, n° 4926, 24 avril 1998, p. 69-72.
- [MORDANT 2003] Mordant (C.) - Les dépôts d'objets métalliques de l'âge du Bronze et de l'âge du Fer : l'Est de la France, Nouvelles approches et méthodes d'études, *Documents d'Archéologie Méridionale*, n°26, 2003, p.371-376.
- [MOREAU, RODIER 2009] – Moreau (A.), Rodier (X.) – *Un grain de SIG dans le processus, outil d'aide à la recherche pour les opérations d'archéologie préventive à l'INRAP*, Rapport d'expertise, Avril 2009, Tours : Université François Rabelais, 62 p.
- [MORIN 1990] Morin (E.) – *Introduction à la pensée complexe*, 1990, Seuil.
- [MOSCATI 1998] Moscati (P.) - Methodological Trends and Future perspectives in the application of GIS in Archaeology, *Archéologia e Calcolatori*, n°9, 1998.
- [MOSCATI 2000] Moscati (P.) - The “caere project” : methodological and technical considerations, in : *Science and technology for the Safeguard of cultural heritage in the mediterranean basin*, Vol 1, 2000, p. 119 – 128.
- [MPAT 1984] Ministère du plan et de l'aménagement du territoire, Commissariat général du plan (MPAT) - L'information géographique, *Rapport de la commission nationale, préparation du IX^{ème} plan 1984 – 1988*, 1984, Paris : La documentation française, 156 p.
- [MUCCHIELLI 2005] Mucchielli (A.) – *Approche par contextualisation*, Paris, Armand Colin.
- [MUL 1982] Ministère de l'Urbanisme et du Logement (MUL) - *P.O.S de Vieux (Calvados) : Risques archéologiques, Octobre 1982*, Etude faite par l'IAURIF, Paris, 32 p. [Document non publié, rapport d'étude]
- [MUL 1985] Ministère de l'urbanisme et du logement, Ministère des transports, secrétariat d'état à l'environnement, Secrétariat d'état à la mer (METL) - *Les fonds de plan à moyenne et à grande échelle*, 1985, Paris : ed. du STU, 39 p.
- [NAVECTH-DOMIN, CIEZAR, EUSÈBE 1999] Navecth-Domin (A.), Ciezar (P.), Eusèbe (S.) - Interventions archéologiques dans l'emprise de l'aéroport Roissy-Charles-de-Gaulle, in : *un an d'archéologie, 1999*, Paris, p. 35 – 37.
- [NEGRI 1992] Négri (V.) (dir.) - L'organisation de l'archéologie territoriale en Europe, *Actes des rencontres Européennes de l'Archéologie*, Montpellier, 22, 23, 24 Mai 1991, 1992, 183 p.
- [NEUSCH, BAHR 2004] Neusch (T.), Bähr (H.-P.) - Géomatique, la chenille ou l'imago ? Question de définition..., *XYZ*, N° 100 - 3^{ème} trimestre 2004, p. 85 – 91.
- [NGUYEN HUYNH 2002] Nguyen Hyunh (A.) - Les NTIC, les territoires, les hommes et les institutions : une vision de consultant en organisation, in : *NTIC et territoires, Enjeux territoriaux des nouvelles technologies de l'information et de la communication*, 2002, Lausanne : Presses universitaires romandes, p.95 – 108.
- [NINN 1994] Ninn (N.) - Les étapes d'une prise en compte de l'archéologie à Aix-en-Provence, in : *Archéologues et aménageurs 1994*, Paris, p. 32 – 42.
- [NINN 2000] Ninn (N.), 2000 – De la fouille préventive à la recherche scientifique, *Les dossiers de l'archéologie*, N° 250, Février 2000, p. 105 – 107.
- [NINN, SORIANO 2001] Ninn (N.), Soriano (Cl.) – *Projet de système d'information géographique appliqué à l'archéologie*, Document technique : ville d'Aix-en-Provence, Direction des systèmes d'information, Service archéologique (Département études et travaux), Octobre 2001, 25 p.
- [NIZET, PICHAULT 1985] Nizet (J.), Pichault (F.) - *Comprendre les organisations : Mintzberg à l'épreuve des faits*, 1985, Paris : Gaétan Morin.

- [**NOE-DUFOUR 2000**] Noé-Dufour (A.) - Toulouse, l'inventaire du patrimoine architectural dans un SIG multimédia, in : *Ville d'hier, Ville d'aujourd'hui en Europe, Actes des entretiens du patrimoine*, 2000, Paris, p. 176 – 185.
- [**NOIZET 2006**] Noizet (H.) - Méthodologie des SIG appliqués à l'histoire urbaine, *Le médiéviste et l'ordinateur*, vol. 44, p. 6 – 14 <http://www.lemo.irht.cnrs.fr/44/introduction-sig.htm>. [article en ligne au 16/12/2006].
- [**NUNINGER 2002**] Nuninger (L.) - *Peuplement et Territoires protohistoriques du VIII^e au I^{er} siècle avant J.-C. en languedoc oriental (Gard-Hérault)*, Université de Franche-Comté, Thèse sous la direction de Alain Daubigny et François Favory, soutenue le 11 décembre 2002, Besançon.
- [**NUNINGER 2004a**] Nuninger (L.) - Contribution à la modélisation des finages protohistoriques : un cas d'étude micro-régional en Languedoc oriental (Gard), *Bulletin de liaison AGER*, 13, 2004, p.6-23.
- [**NUNINGER 2004b**] Nuninger (L.) - Understanding the protohistorical territorial heritage by means of Iron Age settlement system analysis in GIS : a case study in the eastern Languedoc (France), In : *Enter the past, the E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage CAA2003, Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, Borner W. (ed.), Oxford, 2004, p.286-289.
- [**NUNINGER, TOURNEUX 2001**] Nuninger (L.), Tourneux (F.) - Le projet Archaeores, Système d'information en archéologie spatiale, partagé sur internet par un réseau d'acteurs distants, In : *Cahier des thèmes transversaux ArcScan*, Vol. 2, 2000 – 2001, p. 295 – 303.
- [**NYERGES 1993**] Nyerges (T.L.) – Understanding the scope of GIS : It's relationship to environmental modeling, in : *Environmental Modeling with GIS*, 1993, Oxford : Oxford University Press, p. 75 - 93.
- [**OBERMEYER 1996**] Obermeyer (N.) - GIS and society, *Geographic information systems-materials for a post-graduate course*, Geo-info 6, vol. 3, GIS organization, 1996, Vienne : COMETT, p.827-864.
- [**OLIVE et al. 2003**] Olive (M.) (Dir.), Christensen (M.), Pigeot (N.), Taborin (Y.) – *Etiolles : Rapport triennal*, 2001 - 2003, 46 p.
- [**OLIVIER 200**] Olivier (L.) - Ces choses du passé qui survivent dans le présent, in : *Cahier des thèmes transversaux ArScAn*, Thème V : Culture et Identité, 2002, p. 125.
- [**OUZOULIAS 1988**] Ouzoulias (P.) – *Un inventaire archéologique du canton de Magny-en-Vexin (Val-d'Oise) pour les périodes antique et médiévale*, Université de Paris I - Panthéon-Sorbonne mémoire de Maîtrise en archéologie, 1988.
- [**OZANNE, PELLETIER 1995**] Ozanne (H.), Pelletier (M.) - *Portraits de la France, Les cartes témoins de la France*, Octobre 1995, Paris : Hachette, 259 p.
- [**PAIR 2006**] Pôle d'archéologie interdépartemental rhénan – *Positionnement des collectivités territoriales dans la chaîne de l'archéologie : vers une logique de coopération ?* Acte de la table ronde, Strasbourg, 21 – 22 Octobre 2005, sous la dir. de Matthieu Fuchs. Selestat, 119 p.
- [**PALSKY, ROBIC 1998**] Palsky (G.), Robic (M.C.) – Aux sources de la sémiologie graphique, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n° 156, juin 1998, p. 32-43.
- [**PANTAZIS, DONNAY 1996**] Pantazis (D.), Donnay (J.-P.) - *La conception des SIG, Méthode et formalisme*, 1996, Paris : Hermes, 343 p.
- [**PARIENTE, TOUCHAIS 1998**] Pariente (A.), Touchais (G.) (éds.) - *Argos et l'Argolide, Topographie et urbanisme*, Actes de la table ronde organisée par l'École Française d'Athènes et la 4^e Éphorie des antiquités préhistoriques et classiques, Athènes-Argos, 28 avril-1^{er} mai 1990, Paris, 1998 (études franco-helléniques III).
- [**PASTRE et al. 2000**] Pastre (J.F.), Leroyer (C.), Limondin-Lozouet (N.), Chaussée (C.), Fontugne (M.), Gebhardt (A.), Hatté (C.), Krier (V.) - Le Tardiglaciaire des fonds de vallée du Bassin Parisien (France), 2000, *Quaternaire*, 11, 2, p.107-122.
- [**PAVE 1989**] Pave (F.) - *L'illusion informaticienne*, 1989, Paris : L'Harmattan.
- [**PEBEREAU 2006**] Pebereau (M.) - *Rompre avec la facilité de la dette publique, pour des finances publiques au service de notre croissance économique et de notre cohésion sociale*. Rapport au Ministre de l'économie des finances et de l'industrie, Paris : la documentation française, 136 p.
- [**PELLECUER, VERMEERSCH, WABONT 1989**] Pellecuer (Ch.), Vermeersch (D.), Wabont (M.) – *Beaumont-sur-Oise (Val-d'Oise) : Une ville de carrefour fluvio-routier d'époque gallo-romaine*, Saint-Ouen-l'Aumône, 1989, 19 p. [Document non publié, rapport d'étude]

- [PELLETIER 1998] Pelletier (M.) Dir. - *Couleurs de la terre : des mappemondes médiévales aux images satellites*, 1998, Paris : Seuil, BNF, 175 p.
- [PELLETIER 2001] Pelletier (M.) - *Cartographie de la France et du monde de la Renaissance au siècle des lumières*, 2001, Paris : Ed. de la BNF, 107 p.
- [PERRIN 1988] Perrin (J.) - *Comment naissent les techniques, La production sociale des techniques*, 1986, Ed. Publisud, 183 p.
- [PERRIN 1991] Perrin (J.) - *Méthodologie d'analyse des systèmes techniques, Figures de l'irréversibilité*, 1991, Paris : Ed. EHESS / Boyer, 161 p.
- [PESEZ 1997] Pesez (J.M.) - *L'archéologie, mutations, missions, méthodes*, 1999, Paris, 128 p.
- [PEUQUET, MARBLE 1990] Peuquet (D.J.), Marble (D.F.) - *Introductory readings in geographic information system*, 1990, Londres : Taylor & Francis, 371 p.
- [PICARLE 1997] Picarle (A.) - Dossier : Les systèmes d'information géographique : du plan Haussman au STDF de Paris. *Génie urbain*, n° 433, mars 1997, p. 21-25.
- [PICHAULT 1990] Pichault (F.) - *Le conflit informatique : gérer les ressources humaines dans le changement technologique*, 1990, Paris : Ed. De Boeck Université.
- [PIERART 1992] Pierart (A.) - Polydipsion Argos. Argos de la fin des palais mycéniens à la constitution de l'état classique, *Supplément BCH*, Athènes : EFA, Fribourg : Etudes universitaires, Paris : De Boccard. 321 p.
- [PINCHEMEL 1988] Pinchemel (G.), Pinchemel (Ph.) - *La Face de la terre. Eléments de géographie*, Troisième édition mise à jour, Paris : Armand Colin, 517 p.
- [PINÇON 2005a] Pinçon (G.) - La politique du ministère et de la direction de l'Architecture et du Patrimoine en matière d'information spatialisée, in : *Temps et espaces de l'homme en société, Analyses et modèles spatiaux en archéologie*, Actes des XXV^e rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Berger et al. (coord.) 2005, Antibes, p. 189 – 198.
- [PINÇON 2005b] Pinçon (G.) - *L'Atlas du patrimoine : un outil stratégique simplifié*, Séminaire tenu à l'INP du 16 au 18 Février 2005, Dossier documentaire préparé par le centre de ressources documentaires de la DAPA. 2005. [Document non publié, Acte de séminaire]
- [PINÇON 2005c] Pinçon (G.) - Le projet Atlas du patrimoine du ministère de la Culture : un outil stratégique à partager, *Acte de séminaire, Ensa-V, Architecture, porter à connaissance & géomatique*, 2005, p. 57 – 87. [Document non publié, Acte de séminaire]
- [PINÇON 2007] Pinçon (G.) - L'information géographique, *Culture et Recherche*, n° 111, Printemps 2007, Paris, 2007, 40 p.
- [PIROT, ERNOULD, FOURNET 2002] Pirot (F.), Ernould (J.-C.), Fournet (F.) - Disparités spatiales de santé dans la ville de Ouagadougou (Burkina Faso), Une modélisation d'une genèse des espaces à risques sanitaires selon la méthode hypergraphique H.B.D.S., in : *SIG 2002, Actes de la conférence francophone ESRI, 2-3 octobre 2002*. [Article en ligne au 16/12/2008]
- [PIROT, SAINT-GÉRARD 2003] Pirot (F.), Saint-Gérard (Th.) - Arc Info, un logiciel pour thématiciens, in : *SIG 2003, Bilan de 10 années d'expérience de formation par la recherche dans le secteur des Sciences de l'homme et de la société*, Actes de la conférence francophone ESRI, 1-2 octobre 2003. [Article en ligne au 16/12/2008]
- [PIROT, SAINT-GÉRARD 2004] Pirot (F.), Saint-Gérard (Th.) - Du concept HBDS à la geodatabase topologique : 25 ans les séparent, in : *SIG 2004, Actes de la conférence francophone ESRI, 6-7 octobre 2004*, 2004. [Article en ligne au 16/12/2008]
- [PIROT, VALLET-VITU 2007] Pirot (F.), Vallet-Vitu (A.) (Dir.) - Système d'information géographique, Archéologie et Histoire, *Histoire et Mesure, Vol. XIX, n° 3/4*, 2007, 437 p. <http://histoiremesures.revues.org/documents1216.html>. [Article en ligne au 16/12/2008]
- [POIDEVIN 1999] Poidevin (D.) - *La carte moyen d'action, guide pratique pour la conception et la réalisation de cartes*, 1999, Paris : éditions Ellipses, 199 p.
- [POIRRIER, VADELORGE 2003] Poirrier (Ph.), Vadelorge (L.) - *Pour une histoire des politiques du patrimoine*, 2003, 615 p.
- [PORNON 1992] Pornon (H.) - SIG dans les villes : la querelle des topographes et des urbanistes, *XYZ*, N°

53, 1992, p. 43 – 44.

- [**PORNON 1992**] Pornon (H.) - *Systèmes d'information géographique pour petites communes : guide méthodologique*, 1992, Paris : STU, 127 p.
- [**PORNON 1993**] Pornon (H.) - Les collectivités locales françaises et les SIG, *Revue info site*, 1993, p. 5 – 15.
- [**PORNON 1995**] Pornon (H.) - *Les SIG, mise en oeuvre et applications*, 1995, Paris : Hermès, 158 p.
- [**PORNON 1997**] Pornon (H.) - *SIG pouvoir et organisations, géomatique et stratégies d'acteurs*, 1997, Paris : L'harmattan, 255 p.
- [**PORNON 1998a**] Pornon (H.) - 1992-1997, le marché des SIG ; 1997-2002, évolutions et perspectives, *XYZ*, n° 75, 1998, p. 68 – 70.
- [**PORNON 1998b**] Pornon (H.) - *Organisation et SIG*, Fiches techniques CNIG : Groupe de travail "aide à la maîtrise des SIG", Avril 1997, Site web : www.cnig.fr/livre-bl.html, Paris : CNIG, APUR [Consulté au 01/01/2009]
- [**PORNON 2007a**] Pornon (H.) – Bilan et perspectives de 20 années de géomatique, *Géomatique expert* – N° 57, Juin - Juillet 2007. p. 36 – 46.
- [**PORNON 2007b**] Pornon (H.) – Bilan et perspectives de 20 années de géomatique, vers des SIG plus collaboratifs, la Géo-collaboration, *Géomatique expert*, N° 58, Août - Septembre 2007, p. 56 – 60.
- [**PORNON, NOUCHER 2007**] Pornon (H.), Noucher (M.) – Bilan et perspectives de 20 années de géomatique, vers des SIG plus collaboratifs, les communautés de pratiques, *Géomatique expert*, N° 59, Juin juillet 2007, p. 54 - 60.
- [**PORTET 2006**] Portet (P.) (dir.) - Les systèmes d'information géographique, *Le Médiéviste et l'ordinateur*, n°44, Orléans, 2006.
- [**PRELAZ-DROUX 1995**] Prelaz-Droux (R.) - *Système d'information et gestion du territoire*, 1995, Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, 156 p.
- [**PRODHOMME 1987**] Prodhomme (J.) - La préparation des publications archéologiques, Réflexions méthodes et conseils pratiques, *Document d'archéologie Française n°8*, 1987, 183 p.
- [**PUMAIN, BEGUIN 1996**] Pumain (D.), Beguin (M.) - *La représentation des données géographiques, statistique et cartographie*, 2^{ème} tirage, 1996, Armand Colin : cursus géographie, 192 p.
- [**PUMAIN, SAINT-JULIEN 1996**] Pumain (D.), Saint-Julien (T.) - *L'analyse spatiale*, Tome 1 : localisation dans l'espace, 1996.
- [**QUODVERTE 1997a**] Quodverte (Ph.) - La représentation cartographique ou l'art de concevoir des cartes, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n°153, Septembre 1997, p 19 – 31.
- [**QUODVERTE 1997b**] Quodverte (Ph.) - Penser autrement la cartographie, *Cartographie, SIG et géomatique*, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n°153, Septembre 1997, p 32 – 37.
- [**RABEHARISOA 1990**] Rabeharisoa (V.) - De la sociologie des techniques à une sociologie des usages, l'impossible intégration du magnétoscope dans les réseaux câblés de première génération, *Techniques et culture*, n° 16, Juillet – Décembre 1990, p. 83 – 110.
- [**RANDOIN 1985**] Randoïn (B.) - *Expériences d'informatisation en archéologie urbaine*, Actes de la Table ronde de Tours : 21 et 22 novembre 1985, 81 p.
- [**RENIMEL 1979**] Renimel (S.) - Reconnaître l'espace archéologique, *Les dossiers de l'archéologie*, n° 39, 1979, p. 7 – 21.
- [**RESWEBER 1995**] Resweber (J.-P.) - *La recherche action*, Que Sais-je ? 1995. Paris : PUF.
- [**REVEL 1996**] Revel (J.) Dir. - *Jeux d'échelles, la micro-analyse à l'expérience*, 1996, Paris : Ed. Seuil Gallimard, 245 p.
- [**REYNAL ET RIO 1980**] Reynald (P.), Rio (E.) - Urbanisme et patrimoine (fascicule 1, 3 et 3), Athènes : EFA. Paris : CNRS, 97 p.
- [**RIMBERT 1990**] Rimbert (S.) - *Carto-graphies*, 1990, Paris : Hermes, 176 p.
- [**ROBERT 1997**] Robert (S.) - *L'étude des formes paysagères en milieu urbain, l'exemple de Pontoise* (Val-d'Oise), Université F. Rabelais de Tours, mémoire en vue de l'obtention d'un Diplôme d'étude approfondie

- (DEA) des Sciences de la Ville, sous la direction de G. Chouquer, 1997, Tours, 60 p.
- [ROBERT 1999a] Robert (S.) - *Etude de la structure ancienne de la commune de Cergy*, Rapport d'étude pour la ville de Cergy, 1999, Saint-Ouen l'Aumône, 47 p. [Document non publié, rapport d'étude]
- [ROBERT 1999b] Robert (S.) - *Etude des formes paysagères du centre de Cergy-Pontoise : Plateau Saint-Martin, vallées de l'Oise et de la Viosne*, Rapport d'étude pour l'EPA de la ville nouvelle de Cergy-Pontoise, 1999, Saint-Ouen l'Aumône, 56 p. [Document non publié, rapport d'étude]
- [ROBERT 2003] Robert (S.) - *L'analyse morphologique des paysages entre archéologie, urbanisme et aménagement du territoire*, Thèse de doctorat sous la direction de G. CHOUQUER, soutenue publiquement le 2003, Paris Panthéon Sorbonne, 621 p.
- [ROBERT 2005] Robert (S.) - *L'insertion des données archéologiques dans les documents d'urbanisme au Conseil Général du Val-d'Oise*, Rapport de stage CNFPT, Mai 2005, Dunkerque, 65 p. [Document non publié, rapport d'étude]
- [ROBERT 2007a] Robert (S.) - *Compte rendu du PCR DYNARIF : Dynamique et résilience des réseaux routiers et parcellaires en région Ile-de-France*, 2007, 5 p. [Document non publié, rapport d'étude]
- [ROBERT 2007b] Robert (S.) - Du XVIII^e siècle à nos jours d'un seul clic, Des cartes pour voyager dans le passé, *Vivre en Val-d'Oise*, n°103, Mai-Juin 2007, p. 47 – 51.
- [ROBERT à paraître] Robert (S.) – Méthodes de l'archéogéographie, 224 p.
- [ROBERT, MARMET 2000a] Robert (S.) Dir., Marmet – *Opération archéologique de Marines (95), Etude préalable et étude des formes des paysages*, Rapport d'étude de Septembre 1999 à Février 2001, Saint-Denis, 268 p. [Document non publié, rapport d'étude]
- [ROBERT, MARMET 2000b] Robert (S.), Marmet (E.) - *Déviations de Marines : cartes et notices préparatoire à l'opération archéologique, Zone 04, parcelles ZE08*, Atlas archéologique opérationnel : Fascicule 01, 2000, Saint-Ouen l'Aumône, 15 p.
- [ROBLINS-JOUVE *et al.* 2000] Roblin-Jouve (A.), Rodriguez (P.), Wattez (J.) - Données nouvelles sur la stratigraphie des habitats du Magdalénien supérieur à Etiolles-Les-Coudrays (Essonne), in : *Rapport triennal 1998-2000*, 2000, Service régional de l'archéologie d'Ile-de-France, p. 37-45.
- [ROCHE 1997] Roche (S.) - *Rapport d'enquête sur l'utilisation des SIG en milieu municipal France/Québec*, Document de recherche interne, CARTA - UMR CNRS 6590, 1997, Université d'Angers, p. 60 – 66.
- [ROCHE 1998] Roche (S.) - L'appropriation sociale des technologies de l'information géographique, in : *L'espace géographique*, N°4, 1998, p. 317 – 327.
- [ROCHE 1999] Roche (S.) - *Enjeux de l'appropriation sociale des technologies de l'information géographique pour l'aménagement territorial : études de cas en France et au Québec*, Collection Thèses à la carte 1999, Paris : Presses universitaires du septentrion.
- [ROCHE 2000] Roche (S.) - *Les enjeux sociaux des systèmes d'information géographique*, Les cas de la France et du Québec, 2000, Paris : L'Harmattan, 157 p.
- [ROCHE 2003a] Roche (S.) - Geographic information and Public participation : Research proposal from a French perspective, in : *URISA journal*, vol 15, APA 11, 2003, p. 37 – 45.
- [ROCHE 2003b] Roche (S.) - Usages sociaux des technologies de l'information géographique et participation territoriale, in : *Les figures du projet territorial*, Paris : Datar, éd. de l'Aube, 2003, p. 61 – 83.
- [ROD 1998] Rod (K.) - Le troisième choix, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n°156, Juin 1998, p 98 –103.
- [RODIER 2000] Rodier (X.) - Le système d'information géographique TOTOPI : TOpographie de TOurs Pré-Industriel, *Les petits cahiers d'Anatole*, Tours, 2000, http://citeres.univ-tours.fr/compo.php?niveau=lat&page=p_lat/lat_online [Article en ligne au 16/12/2008]
- [RODIER 2004] Rodier (X.) - Représentation des villes de Gaule d'après Grégoire de Tours, *Mappemonde*, n°76 (4-2004) <http://mappemonde.mgm.fr/num11/edito.html>. [Article en ligne au 16/12/2008]
- [RODIER 2006a] Rodier (X.) – Quel SIG pour l'INRAP, Rapport d'expertise d'utilisation des SIG à l'INRAP, 54 p. [Rapport, non publié]
- [RODIER 2006b] Rodier (X.) - L'archéologue et la carte, *Mappemonde*, n°83 (3-2006), <http://mappemonde.mgm.fr/num11/edito.html> [Article en ligne au 16/12/2008]

- [**RODIER, SALIGNY 2009**] Rodier (X.), Saligny (L.) – Understanding urban fabric with the OH_FET model based on social use, space and time, Webmapping dans les sciences historiques et archéologique, acte du colloque international de Paris 3 et 4 juin 2008, *archeologia e calcolatori*, n°19, 2009, p. 207 – 215
- [**RODRIGUEZ 1991**] Rodriguez (P.) - *Mollusques de fonds de vallées : chronologie et paysages du Tardiglaciaire et Postglaciaire : étude des sites archéologiques du centre du Bassin parisien*, Thèse de doctorat, univ. Paris I, 450 p.
- [**RODRIGUEZ, ROBLIN-JOUVE 2004**] Rodriguez (P.), Roblin-Jouve (A.) - Environnement et cadre chronologique de l'implantation magdalénienne, in : *Les derniers Magdaléniens d'Étiolles, Perspectives culturelles et paléohistoriques*, XXXVII^e supplément à Gallia Préhistoire, 2004, p. 19-30.
- [**RONCAYOLO 1996**] Roncayolo (M.) - *Les grammaires d'une ville. Essai sur la genèse des structures urbaines à Marseille*, Paris, éd. EHESS
- [**RONCAYOLO 2002**] Roncayolo (M.) - *Lectures de villes. Formes et temps*, coll. Eupalinos, Marseille, éd. Parenthèses, 2002.
- [**ROUET 1991**] Rouet (P.) - *Les données dans les systèmes d'information géographique*, 1991, Paris : Ed. Hermès, 278 p.
- [**ROUET 1997**] Rouet (P.) - *Les choix techniques*. site web : www.cnig.fr/livre-bl.html. Avril 1997, 5 p [Consulté le 01/01/2009].
- [**ROULEAU 1991**] Rouleau (b.) - *Méthodes de la cartographie*, 1991, Paris : éditions du CNRS, 213 p.
- [**ROUMEGOUX et al. 2001**] Roumegoux (Y.), Hanois (Ph.), Cottenceau (A.M.) - Le projet européen PLANARCH, *Culture et recherche*, n° 85 -86, Juillet, Août, Septembre 2001, Paris, p. 17 – 18
- [**SAAP 2001**] Ville d'Aix-en-provence, Direction des Systèmes d'Information, Service Archéologique - *Projet de système d'information géographique appliqué à l'archéologie*, Aix-en-provence, 2001, 25 p. [Document non publié, rapport technique]
- [**SABATIER 1987**] Sabatier (C.A.) - *Conception d'une base de donnée relationnelle, l'inventaire archéologique du patrimoine archéologique Rhône-Alpes*. Diplôme d'études supérieures spécialisées en gestion informatique. Université de Lyon II. 1987, Lyon] Univ. Lyon, II. 169 p.
- [**SADY 1990**] Service départemental d'archéologie des Yvelines (SADY) - *Un patrimoine à enrichir, Prospection et inventaire archéologiques*, Journées d'étude à Epône, Samedi 27 Mai 1989, 1990, Versailles, p. 64.
- [**SALGÉ 1996**] Salgé (F.) - Commission ACI sur les normes d'échange de données localisées, Normalisation dans le domaine de l'information géographique, les tentatives européennes, *Comité Français de Cartographie*, N° 146 – 147, Décembre 1995, Mars 1996. p. 218 – 235.
- [**SALGÉ 1998**] Salgé (F.) - *Point sur la normalisation dans le domaine de l'information géographique*, MARI Europe 98, 1998, 4 p.
- [**SALIGNY 2002**] Saligny (L.) - An association of computerized data processing, image processing of aerial photographs, GPS measurements, GIS: the princely site of VIX and its surroundings, The Digital Heritage of Archaeology, in : *CAA 2002 - Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, proceedings on the 30th conference, Herakleion, Crête, 2002, p.239-243.
- [**SALIGNY 2004**] Saligny (L.) - La modélisation des entités spatiales, in : *Informatisation des Documents d'Evaluation du Patrimoine Archéologique des Villes de France, bilan d'étape 2002-2003*, Tours, CNAU, 2004, p.35-42.
- [**SALIGNY, POULET-CROVISIER, MORDANT 2005**] Saligny (L.), Poulet-Crovisier (N.), Mordant (Cl.) - Les anamorphoses linéaires : une nouvelle approche pour l'analyse des flux de circulation des objets métalliques à l'Âge du Bronze, in : *Temps et espaces de l'homme en société, Analyses et modèles spatiaux en archéologie*, Actes des XXV^e rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Berger et al. (coord.) 2005, p.151-160.
- [**SALLES 2007**] Salles (J.-F.) Dir. – *Excavation at Wadi Kufrein, Umm Haddar*, report to the department of Jordan Archaeology, 2007, 16 p.
- [**SAMZUN 1994**] Samzun (A.), Olive (M.), Christensen (M.), Roblin-Jouve (A.), Rodriguez (P.) : *Étiolles (Essonne). Avenue de la Fontaine au soulier*, Rapport de diagnostic (19.04-30.04.2004)
- [**SANDERS 2001**] Sanders (L.) Dir. - *Modèles en analyse spatiale*, Paris : Hermès, Lavoisier, 2001, 333 p.

- [SARRIS *et al.* 2001] Sarris (A.), Bichta (K.), Giasta (M.), Giourou (A.), Karimali (E.), Kevgas (V.), Margetousakis (K.), Peraki (E.), Soetens, (S.), Tzaneteas (K.), Topouzi (S.), Tripolitsiotis (A.) - A web based Digital Archaeological map of Lashiti (E. Crète), *Computer application and quantitative methods in Archaeology*, Godland, 2001, 36 p.
- [SCHNAPP 1980] Schnapp (A.) (dir.) - *L'archéologie aujourd'hui*, 1980, Paris, 320 p.
- [SCHNAPP 1997] Schnapp (A.) (dir.) - Dossier : Une archéologie du passé récent, *Les nouvelles de l'archéologie*, n°70, Hivers 1997, Extrait du rapport commandé par la Sous-direction de l'Archéologie, 1997, p. 5 – 30.
- [SCHOLL *et al.* 1996] Scholl (M.), Voisard (A.), Peloux (J.-P.), Raynal (L.), Rigaut (P.) - *SGBD géographiques, spécificités*, Paris : International Thomson Publishing France, 1996, 185 p.
- [SDAVO 1977a] Service départemental d'archéologie du Val-d'Oise - *Bilan d'activité 1977, du 1^{er} novembre 1976 au 15 septembre 1977*, Saint-Ouen-l'Aumône, 1977. [Document non publié, rapport d'activité]
- [SDAVO 1977b] Service départemental d'archéologie du Val-d'Oise - *Bilan d'activité 1977, du 15 septembre au 1^{er} octobre 1978*, Saint-Ouen-l'Aumône, 1977. [Document non publié, rapport d'activité]
- [SDAVO 1978] Service départemental d'archéologie du Val-d'Oise - *Bilan d'activité 1978, du 1^{er} octobre au 31 décembre 1978*, Saint-Ouen-l'Aumône, 1978. [Document non publié, rapport d'activité]
- [SDAVO 1980] Service départemental d'archéologie du Val-d'Oise - *Archéologie 1980, cinq années de charte culturelle dans le Val-d'Oise*. Saint-Ouen-l'Aumône, 1980. [Document non publié, rapport d'activité]
- [SDAVO 1989] Service départemental d'archéologie du Val-d'Oise - *Trente ans d'archéologie en Val-d'Oise (1960-1989)*, Vol. 1 - Les hommes et les découvertes, Vol. 2 - Bibliographie, Saint-Ouen-l'Aumône, 1989.
- [SDAVO 1994] Service départemental d'archéologie du Val-d'Oise - *Rapport d'activités de l'équipe du SDAVO et de ses collaborateurs, 1994*, Saint-Ouen-l'Aumône, 1994. [Document non publié, rapport d'activité]
- [SDAVO 1998] Service départemental d'archéologie du Val-d'Oise - *Bilan d'activité 1998*, Saint-Ouen-l'Aumône, 1998. [Document non publié, rapport d'activité]
- [SDAVO 1999] Service départemental d'archéologie du Val-d'Oise - *Bilan d'activité 1999*, Saint-Ouen-l'Aumône, 1999. [Document non publié, rapport d'activité]
- [SERRES 1989a] Serres (M.) - Quatorzième bifurcation : savoir ou pouvoir ? Quelle église ? Paris 1800, in : *Eléments d'histoire des sciences*, Paris : Bordas, 1989, p. 337 – 361.
- [SERRES 1989b] Serres (M.) dir. - *Eléments d'histoire des sciences*, Paris : Bordas, 1989, 576 p.
- [SERVIGNE, LIBOUREL 2006] Servigne (S.), Libourel (Th.) - *Fondements des bases de données spatiales*, Traités IGAT, Série géomatique, Paris : Lavoisier, 2006, 236 p.
- [SIAGE, TED ALITEC 1999] SIAGE, TED ALITEC - *Utilisation de l'information géographique dans les procédures de planification territoriale, analyse de l'utilisation de l'information géographique*, Fiches par procédure, 1999, Paris : AFIGEO, CNIG, 99 p.
- [SLAPSAK, STANCIC, PETERSON 1998] Slapsak (B.), Stancic (Z.), Peterson (J.) (éd.) - *COST action G2 : paysages antiques et structures rurales*, proceeding of a workshop Ljubljana, The use of Geographic Information Systems in the study of ancient landscapes and features related to ancient land use, 27 April 1996, Norwick, 1998.
- [SNOW 1996] Snow (D. R.) - GIS applications in North America, in: *Colloquim I : The debate on function and meaning in prehistoric archaeology, processual versus post processual archaeology in the 90s Colloquia, XIII International Congress of Prehistoric and protohistoric sciences Forli - Italia - 8/14 September 1996*, Forli, p. 159 – 168.
- [SOIROT 2000] Soiro (Cl.) - Du plan au modèle, *Revue XYZ*, N° 85, 4^e trimestre 2000, p. 67 - 68.
- [SORIANO 2004] Soriano (C.) - *SIG et archéologie préventive*. Contribution au renouvellement des pratiques en archéologie préventive, DESS aménagement, urbanisme et développement local, Université Aix-Marseille III, 2004, 202 p.
- [SOULIER 1984] Soulier (Ph.) - *Politiques des collectivités locales en archéologie*, *Archéologie pouvoir et société*, table ronde réunie dans le cadre du colloque : La pratique de l'anthropologie aujourd'hui, 1984, Paris, p. 28 – 30.
- [SOULIER 1997] Soulier (Ph.) - *Archéologie et paysage*, Dossier de la revue de géographie Alpine, n° 19, 1997, p 27 – 31.

- [**SOULIER 1998a**] Soulier (Ph.) - De la carte des sites archéologiques au système d'information géographique, Dossier : les archéologues de collectivité territoriale, problèmes, perspectives, convergences et différences de points de vues, *Les Nouvelles de l'Archéologie*, n°71-printemps 98, p. 5 – 58.
- [**SOULIER 1998b**] Soulier (Ph.) - Les archéologues des collectivités territoriales, problèmes, perspectives, convergences et différences des points de vue, De la carte des sites archéologiques aux systèmes d'informations géographiques, *Les Nouvelles de l'Archéologie*, n°71-printemps 98, p 28 – 30.
- [**SOULIER 1998c**] Soulier (Ph.) - La gestion des réseaux routiers, Dossier : les archéologues de collectivité territoriale, problèmes, perspectives, convergences et différences de points de vues, *Les Nouvelles de l'Archéologie*, n°71-printemps 98, p. 5 – 58.
- [**SOULIER 1998d**] Soulier (Ph.) - La gestion territoriale du patrimoine archéologique en zone rurale, Dossier : les archéologues de collectivité territoriale, problèmes, perspectives, convergences et différences de points de vues, *Les Nouvelles de l'Archéologie*, n°71-printemps 98, p. 5 - 58
- [**SOULIER 1999a**] Soulier (Ph.) - Archéologie et aménagement du territoire, L'exemple du Val-d'Oise, in : *Archéologie territoriale, la culture et l'aménagement du territoire, Colloque organisé par l'Association nationale des archéologues de collectivités territoriales*, 1999, Douai, p.18 – 21.
- [**SOULIER 1999b**] Soulier (Ph.) - *Archéologie et environnement : tendances et perspectives en Val-d'Oise*, Texte présenté aux assises de l'environnement de Nanterre, 1999, non publié, 10 p.
- [**SOULIER 2000a**] Soulier (Ph.) - Archéologie terrain et documentation : des notions qui évoluent sans cesse, in : *Le dépôt archéologique, conservation pour un projet scientifique et culturel, Assises nationales de la conservation archéologique, Bourges, les 26, 27 et 28 novembre 1998*, 2000, Bourges, p. 31 – 36.
- [**SOULIER 2000b**] Soulier (Ph.) - De la constitution de la documentation archéologique du terrain à sa gestion conservatoire. in : *Le dépôt archéologique] conservation pour un projet scientifique et culturel] Assises nationales de la conservation archéologique, Bourges, les 26, 27 et 28 novembre 1998*. 2000, Bourges] Ed. de la ville de Bourges, Bituriga, p. 113 – 116.
- [**SOULIER, SUMÈRA 1993**] Soulier (Ph.) - Sumèra (F.) - Carte et pré inventaire archéologiques en Val-d'Oise, in : *Actes des quatrièmes rencontres nationales de l'archéologie, Marseille 19, 20, 21 Octobre 1993 - Montpellier 8, 9, 10 Avril 1992, Conserver ou détruire les vestiges archéologiques, La carte archéologique, L'archéologie dans l'aménagement du territoire*, Marseille, 1993, p. 55 – 64.
- [**SOULIER, TROADEC 1998**] Soulier (Ph.), Troadec (J.) - La gestion territoriale : outil et enjeu de la recherche archéologique, Dossier : les archéologues de collectivité territoriale, problèmes, perspectives, convergences et différences de points de vues, *Les nouvelles de l'archéologie*, n° 7, 1998, p. 5 – 58.
- [**SOUSTELLE 1975**] Soustelle (J.) - *La recherche française en archéologie et anthropologie*, 1975, 115 p.
- [**SPERY, LIBOUREL 1998**] Spéry (L.), Libourel (Th.) - Vers une structuration des métadonnées, les nouveaux usages de l'information géographique, in : *Revue internationale de géomatique*, Volume 8 - n°1-2, Paris : Hermès, 1998, p. 59 – 74.
- [**STANCIC, KVAMME 1999**] Stancic (Z.), Kvamme (K.) - Paper about predictive modeling in archaeology, Settlement patterns modelling through Boolean overlays of social and environmental variables, in : *New technique for old times*, Barceló J.-A., Briz I. et Vila A., Oxford, 1999.
- [**STEINBERG 1996**] Steinberg (J.) - *Cartographie pratique pour la géographie et l'aménagement*, Paris : SEDES, 1996, 130 p.
- [**STEINBERG 1998**] Steinberg (J.) - L'apport de la sémiologie graphique de Jacques Bertin à la cartographie pour l'aménagement et l'urbanisme, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n° 156, juin 1998, p. 29-31.
- [**STEINBERG, HUSSIER 1988**] Steinberg (J.), Hussier (J.) - *La cartographie dynamique applicable à l'aménagement*, Paris : Ed. SEDES, 1988, 132 p.
- [**STEPHAN 1993**] Stephan (L.) - La cartographie à l'heure des choix informatiques, *Urbanisme*, N° 267 - 268, Oct-Nov 1993, p. 78 – 81.
- [**SUMERA 1998**] Sumèra (F.) - Les routes un enjeu important pour l'archéologie, Dossier : les archéologues de collectivités territoriales, problèmes, perspectives, convergences et différences des points de vue, *Les dossiers de l'archéologie*, n°71, 1998, p. 5 – 58.
- [**SUMERA, KRIER, WABONT 1996**] Krier (V.), Sumera (F.), Wabont (M.) - La carte archéologique et /ou géographie de l'archéologie, L'archéométrie dans les pays européens de langue latine et l'implication de

- l'archéométrie dans les grands travaux de sauvetage archéologique, Actes du colloque d'archéométrie 1995, Périgueux, *Revue d'Archéométrie, supplément*, 1996, p. 217 – 222.
- [**TABORIN 1994**] Taborin (Y.) (dir.) - *Environnements et habitats magdaléniens : le centre du Bassin parisien*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, 1994, Documents d'archéologie française, n° 43.
- [**TAINZ 1998**] Tainz (P.) - Concepts de communication pour la présentation d'informations cartographiques en systèmes d'information géographique, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n°157, Septembre 1998, p. 11 – 17.
- [**THIERAULT 1995**] Thierault (M.) – *Systèmes d'information géographiques concepts fondamentaux*, Laval, Quebec, Notes et documents de cours N°12, 165 p. [Non publiée]
- [**TIXIER 1995**] Tixier (J.) - La notion de chaîne de travail / chaîne opératoire et son application à l'élaboration / construction de la recherche, in : *Le carrefour des métiers : Les dessinateurs en archéologie, Compte rendu de l'école thématique organisé par le CRA du 27 novembre au 1^{er} décembre 1995*, Valbonne, p. 11. [Document non publié]
- [**TOUNSI et al. 1997**] Tounsi (I.), Jung (C.), Berger (J.-F.), Chouquer (G.), avec coll. de Favory (F.) et Odiot (T.) - Etude de la paléohydrographie et du réseau routier ancien en pays tricastin (Drôme-Vaucluse), à partir d'images Thematic Mapper, Actes des Journées de la Télédétection en Sciences de l'Homme et de la Société, 2-3 mai 1996, in : *Photo-Interprétation*, 35, Paris, p.113-126.
- [**TOUPET 1986**] Toupet (Ch.) (dir.) – *Archéologie, Beaumont-sur-Oise, Saint-Ouen-l'Aumône*, 1986, 46 p. [Non publié, rapport d'étude]
- [**TOUPET 1996**] Toupet (Ch.) – Le château de Beaumont-sur-Oise (Val-d'Oise). in : *Les châteaux normands, de Guillaume le Conquérant à Richard Cœur de Lion, et les châteaux français qui leur font face*, Catalogue de l'exposition du 31 mars au 29 septembre 1996, Guiry-en-Vexin, 1996, p. 93-100.
- [**TOUZERY 1995**] Touzery (M.) - *Atlas de la généralité de Paris au XVIII^e siècle, un paysage retrouvé*, Paris, 1995, 175 p.
- [**TROMBETTA 2003**] Trombetta (P.J.) - Archéologie du plus récent que l'ancien (XVI^e-XXI^e siècle), Dossier : L'archéologie moderne, une archéologie opportuniste et dérobée, *Les nouvelles de l'archéologie*, n° 96 - 2^{ème} trimestre 2004, p. 7 – 13.
- [**TUFFERY 1997**] Tuffery (Ch.) - *Les SIG dans les entreprises*, 1997, Paris : Hermès, 128 p.
- [**UFICT 2000a**] Costa (L.), Gaultier (M.), Danion (B.), Philippe (M.), Robert (S.), Soulier (Ph.), Sumera (F.) - *Archéologie territoriale et nationale, proposition pour définir des missions territoriales*. 2000, Montreuil, 11 p. [Document non publié]
- [**UNIVERSALIS 1998**] Encyclopedia Universalis - *L'histoire géographique. Encyclopédia Universalis* CD Rom, Paris : Universalis, 1998, 3 p.
- [**VAN DER LEEUW 1995**] Van der Leeuw (S.) - *Dégradation et impact humain dans la moyenne et basse vallée du Rhône dans l'Antiquité*, Archaeomedes Project « Understanding the natural and anthropogenic causes of soil degradation and desertification in the Mediterranean basin », t. 3, I-II, Bruxelles, 1995.
- [**VAN DER LEEUW 1998**] Van der Leeuw (S.) (éd) - *The ARCHAEMEDES Project. Understanding the natural and anthropogenic causes of land degradation and desertification in the Mediterranean basin*, Research results, Luxembourg, 1998, 438 p.
- [**VAN DER LEEUW 2002**] Van der Leeuw (S.) - Une politique de valorisation du patrimoine paysager : le cas de l'Argonne., *Programme de recherche «politiques publiques et paysages : analyse, évaluation, comparaisons»*, Rapport final de synthèse, 20 mai 2002, 10 p. [Non publié, rapport d'étude]
- [**VAN DER LEEUW, FAVORY, FICHES 2003**] Van der Leeuw (S.), Favory (F.), Fiches (J.-L.), (dir.) - *Archéologie et systèmes socio-environnementaux. Etudes multiscalaires sur la vallée du Rhône dans le programme ARCHAEMEDES*, CRA Monographie, 27, Paris, 2003, 403 p.
- [**VAN DER LEEUW, GAZENBECK. 2003**] Van der Leeuw (S.), Gazenbeck (M.) - L'Argonne dans l'Antiquité, étude d'une région productrice de céramique et de verres, *Gallia* Tome 60, 2003, p. 269 - 317
- [**VAN HOVE 2004a**] Van Hove (D.) - La reconstitution d'un paysage socio-économique au Néolithique en Calabre méridionale, Les apports d'une démarche SIG, *Histoire & Mesure*, Vol. XIX - n°3/4, Paris, 2004, p.271-294.

- [VAN HOVE 2004b] Van Hove (D.) - Un modèle SIG pour l'analyse socio-économique des paysages néolithiques, Application à la Calabre Méridionale, *Les petits cahiers d'Anatole*, 16, Tours, 2004, http://citeres.univ-tours.fr/compo.php?niveau=lat&page=p_lat/lat_online. [Article en ligne au 15/12/08]
- [VAN LEUSEN 1995] Van Leusen (P.M.) - GIS and archaeological resource management : an European agenda, *in : Archaeology and geographical information systems*, 1995, Londres, p. 27 – 43.
- [VARET-VITU, PIROT 2004] Varet-Vitu (A.), Pirot (F.) - Les administrateurs de la santé dans l'espace parisien au XIX^e siècle, *Histoire & Mesure*, Vol. XIX - n°3/4, Paris, 2004, p.377-397.
- [VERGER *et al.* 1971] Verger (F.), Auphan (E.), Moniot (Cl.) - La carte géomorphologique conçue comme un modèle dynamique, *in : Cartographie géomorphologique*, Travaux de la RCP 77, Année 1971 - Nouvelle série, volume 12, Paris : CNRS, 1971, p. 223 – 263.
- [VERGNAULT-BELMONT 1998] Vergnault-Belmont (F.) - *L'oeil qui pense, méthodes graphiques pour la recherche en sciences de l'homme*, 1998, Paris : l'Harmattan.
- [VERHAGEN *et al.* 1995] Verhagen (P.), Mc Glade (J.), Rish (R.), Gili (S.) - Some criteria for modelling socio-economic activities in the Bronze Age of south-east Spain, *in : Archaeology and geographical information systems*, 1995, Londres, p. 187 – 211.
- [VERHAGEN, BERGER 2001] Verhagen (Ph.), Berger (J.-F.)- Predictive modelling of buried archaeological sites in the Tricastin-Valdaine Region (Middle Rhone Valley, France), *in : CAA 2000, Computing archaeology for understanding the past*, Joint CAA/UISPP Commission IV conference, Ljubjana, Slovenia, 18-21 april 2000, Z. Stancic et T. Veljanovic (eds), 2001, p.219-231.
- [VERHAGEN, GLADE 1996] Verhagen (P.), Mc Glade (J.) - Spatialising dynamical modelling a new opportunity for GIS, *Colloquim I : The debate on function and meaning in prehistoric archaeology : processual versus post processual archaeology in the 90s Colloquia. XIII International Congress of Prehistoric and protohistoric sciences Forli - Italia - 8/14 September 1996*, Forli, p. 193 – 207.
- [VERMEERSCH 2000] Vermeersch (D.) – *le site du Bois de Villers, à Chaussy (95)*, Rapport d'étude, 35 p. [Rapport d'étude, non publié]
- [VILLEDEIU 1989] Villedieu (F.) - Informatisation des données sur le chantier de fouilles de la Vigna Bardellini (Palatin), *Bulletin de recherches en sciences économiques, humaines et sociales (Brises)*, n° 15, 1989, p. 5 – 15.
- [VILLENEUVE 1988] Villeneuve (F.) – Prospection archéologique et géographie historique : la région d'iraq el Amir, *in : Géographie historique au Proche-Orient : Syrie, Phénicie, Arabie, grecque, romaines, byzantines, actes de la table ronde de Valbonne 16 – 18 sept. 1985*, Paris : ed. CNRS, p. 257 – 288.
- [VODOZ 2002] Vodoz (L.) Dir. - *NTIC et territoires, Enjeux territoriaux des nouvelles technologies de l'information et de la communication*, 2002, Lausanne : Presses universitaires romandes, 434 p
- [VOORRIPS 1996] Voorrips (A.) - Archaeological theory and GIS, any relation, *in : Colloquim I : The debate on function and meaning in prehistoric archaeology : processual versus post processual archaeology in the 90s Colloquia, XIII International Congress of Prehistoric and protohistoric sciences Forli - Italia - 8/14 September 1996*, p. 193 – 207.
- [WANSLEEBEN, VERHART 1995] Wansleeben (M.), Verhart (L.B.M.) - GIS on different spatial levels and the Neolithization process in the south-eastern Netherlands, *in : Archaeology and geographical information systems*, Londres, 1995 p. 153 – 171.
- [WEATLEY 1995] Weatley (D.) - Cumulative view shed analysis: a GIS-based method for investigating intervisibility, and its archaeological application: *in : Archaeology and geographical information systems*, Londres 1995, Taylor & Francis, p. 171 – 186.
- [WEBER 1961] Weber (M.) - *Essais sur la théorie de la science*, Paris : Ed. Agora, 1961, 478 p.
- [WESTCOTT KONNIE, BRANDON 2000] Westcott Konnie (L.), Brandon (R.) - *Practical applications of GIS for archaeologists: a predictive modelling kit*, London, 2000, 172 p.
- [WHEATLEY, GILLINGS 2002] Wheatley (D.), Gillings (M.) - *Spatial technology and archaeology, the archaeological applications of GIS*, London, 2002, 269 p.
- [WIEMER 1995] Wiemer (R.) - Another way to deal with maps in archaeological GIS, *in : Archaeology and geographical information systems*, Londres, 1995, p. 301 – 310.
- [WOOD 1998] Wood (M.) – Cartes et cartographie : l'association cartographique internationale et sa vision du futur, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n°156, juin 1998, p. 5-8.

- [**YERCHOFF 1997a**] Yerchoff (J.) - *Voies et SIG. Fiches techniques CNIG :Groupe de travail "topographie et SIG"*, avril 1997, site web : www.cnig.fr/livre-bl.html, avril 1998 [Consulté le 01/01/2009]
- [**YERCHOFF 1997b**] Yerchoff (J.) – Dossier : Les systèmes d'information géographiques, *Génie Urbain*, N° 433, Mars 1997, p. 16 – 17.
- [**ZANINETTI 2005**] Zaninetti J.-Cl - *Statistiques spatiales : méthodes et applications géomatiques*, coll. Applications des SIG, Paris : Lavoisier, 320 p.
- [**ZUBROW 1994**] Zubrow (E.B.W.) - Knowledge representation and archaeology: a cognitive example using GIS, in: *The Ancient Mind element of cognitive archaeology*, 1994, 195 p.
- [**ZUILLI 1995**] Zuili (R.) - Du concept à la pratique, quelles rencontres possibles avec les SIG ? *Mari Europe*, 1995, p. 227 - 233.



LISTE DES FIGURES



LISTE DES FIGURES :

VOLUME 1

- P. 23 - Fig. 01 : L'observatoire géomatique réalisé par la société IETI (<http://www.ieti.f>) permet d'accéder à un état des états successifs du développement des SIG au sein de différents institutions françaises. Ici, on a retenu deux états comparés (conseil généraux et universités) en 1998 et 2005 montrant l'évolution progressive des SIG dans les différents échelons du territoire. Pour l'université, l'analyse des deux cartes montre d'une part un nombre important d'établissements qui affirment disposer d'un SIG dès 1998 mais une faible évolution dans leurs développements entre 1998 et 2005. Pour les conseils généraux, le niveau d'investissement reste très important puisqu'en 2005 la plupart de ces collectivités disent être équipées. On assiste globalement à un développement de nouveaux outils dans les institutions qui n'étaient pas équipées et parfois à l'abandon ou la délégation hors collectivité de la gestion de cet outil (Oise par exemple).
- P. 26 - Fig. 02 : Les différentes utilisations des SIG, d'après [BARGE et al. 2004 : p. 28].
- P. 28 - Fig. 03 : L'atlas du patrimoine de la Seine-Saint-Denis. Page d'accueil du site (Photo d'écran, <http://www.atlas-patrimoine93.fr>).
- P. 38 - Fig. 04 : Localisation du site de Beaumont-sur-Oise.
- P. 39 - Fig. 05 : Photos d'écran de la base de données géographique de Beaumont-sur-Oise.
- P. 41 - Fig. 06 : Le SIG à la jonction entre le domaine de la DAO et des SGBD, d'après [DENEGRES 1996 : p. 16].
- P. 42 - Fig. 07 : Différences entre DAO et SIG (d'après [ROBERT à paraître] Manuel d'Archéogéographie).
- P. 43 - Fig. 08 : Localisation du tracé de la Francilienne.
- P. 44 - Fig. 09 : Photos d'écran de la base Francilienne.
- P. 46 - Fig. 10 : Les données liées à l'échelle globale couvrent de manière exhaustive tout le territoire départemental et permettant à tout agent de disposer d'une information stable et cohérente. Elles regroupent les données de tronc commun que sont les référentiels géographiques (BDTOPO...) et thématiques (données INSEE,...). Elles sont complétées par des données produites par le SDAVO qui abordent des thématiques plus spécifiques (Environnement, Carte du peuplement, Réseaux, Limites territoriales, Zonages – paysage, Sources). Elles sont regroupées dans l'ensemble « l'Atlas archéologique ». Les études et projets liés à l'échelle locale sont issues du développement de couches de données particulières dont les thèmes, les échelles, les sources, etc... sont variables en fonction de la problématique, du contexte, des acteurs...
- P. 51 - Fig. 11 : Localisation du site de Chaussy dans le Val-d'Oise.
- P. 51 - Fig.12 : Le site de Chaussy.
- P. 52 - Fig. 13 : photo d'écran. Création d'un modèle numérique de terrain à partir de points relevés en microtopographie. La couleur correspond aux altitudes relatives (du rouge pour les niveaux élevés au bleu pour les niveaux les plus bas). Les zones blanches correspondent aux zones qui n'ont pas été levées durant la campagne.
- P. 56 - Fig. 14 : Le système technique d'un SIG d'après Eastman et Thierault [JOLIVEAU 2000 : p. 47].
- P. 59 - Fig. 15 : Les métiers des SIG d'après une étude de l'Association Française pour l'infor-

mation géographique (AFIGEO) [AFIGEO 2005].

- P. 64 - Fig. 16 : Les composantes d'un SIG.
- P. 69 - Fig. 17 : Exemples de vues procédurales d'un SIG. a - selon Nyergues [NYERGUES 1993] ; b - selon Ott et Swiaczny 2001 [OTT ET SWIACZNY 2001] d'après [JOLIVEAU 2004 : p.61].
- P. 71 - Fig. 18 : Les procédures SIG et leurs places dans la gestion de l'information [JOLIVEAU 2004 : p.66].
- P. 72 - Fig. 19 : Modélisation théorique et empirique des réseaux d'habitats proposée par les archéologues du projet Archaeomedes [DURAND - DASTES et al. 1998 : p. 205].
- P. 104 - Fig. 20 : Cartographie générale des projets et des organisations représentées dans l'Observatoire. Les numéros figurant sur les cartes a, b, c renvoient à la liste des projets de l'observatoire. Pour la carte c, recherche et enseignement supérieur, une institution étant porteuse de projets qui peuvent être très variés dans leurs formes et leurs localisations géographiques, nous avons préféré proposer une cartographie des institutions localisées en métropole. Les institutions représentées par les numéros 17, 18 et 19 étant localisées à l'étranger n'apparaissent pas sur cette carte. On trouvera P. XX - Fig. 21 une cartographie des projets.
- P. 105 - Fig. 21 : répartition géographique des projets de l'observatoire.
- P. 113 - Fig. 22a : Cartographie des expérimentations. 1 - Le système d'information géographique départemental (SIGVO), 2 - Beaumont-sur-Oise (Val-d'Oise), 3 - La plaine alluviale de l'Oise (Val-d'Oise), 4 - La liaison Cergy-Roissy (Val-d'Oise), 5 - La Rd 915 à Marines (Val-d'Oise), 6 - «Le Bois de Villers» sur la commune de Chaussy (Val-d'Oise), 7 - Argos (Argolide, Grèce), 8 - Etiolles (Essonne), 9 - Umm Haddar, Wadi Kufrein (Jordanie), 10 - Villajoyosa, Malladeta (Espagne), 11 - Itanos (Crète, Grèce), 12 - Delos (Cyclades, Grèce), 13 - Elche (Alicante, Espagne), 14 - Alpage (Paris), 15 - Ressources cartographiques en Ile-de-France - Recif (Ile-de-France).

VOLUME 2

- P. 145 - Fig. 22b - Répartition des services archéologiques de collectivités au début de 2008 d'après [DUFAY 2008 : p. 63].
- P. 146 - Fig. 23 - Répartition des réponses du questionnaire SIG d'Aix-en-Provence d'après [NINN, SORIANO 2001].
- P. 146 - Fig. 24 - Répartition des réponses positives du questionnaire SIG d'Aix-en-Provence d'après [NINN, SORIANO 2001].
- P. 147 - Fig. 25 - Répartition des natures de références par projets.
- P. 147 - Fig. 26 - Répartition géographique des projets.
- P. 148 - Fig. 27 - Dates de début et durée de développement des projets.
- P. 149 - Fig. 28 - Les logiciels SIG utilisés dans les projets des collectivités.
- P. 189 - Fig. 29 - Répartition géographique des projets Afan / Inrap de l'observatoire.
- P. 190 - Fig. 30 - Répartition des projets par institution support, échelle et début des travaux.
- P. 231 - Fig. 31 : Répartition des organisations intégrées à l'observatoire
- P. 232 - Fig. 32 - Répartition géographique des projets. La plupart des continents sont couverts mais le bassin méditerranéen reste la zone la plus représentées
- P. 232 - Fig. 33 - Graphique de répartition des projets par organisation : cinq UMR et l'Ecole française d'Athènes (Efa) dépassent la moyenne de 3,5.
- P. 233 - Fig. 34 - Graphiques de répartition du nombre de références par projets.
- P. 234 - Fig. 35 - Graphique de répartition des créations de projet
- P. 234 - Fig. 36 - Graphique de répartition des échelles de projet
- P. 234 - Fig. 37 - Graphique de répartition des modalités d'action
- P. 235 - Fig. 38 - Graphique de répartition du nombre de spécialités représentées par projets
- P. 236 - Fig. 39 - Graphique de répartition des périodes chronologiques des projets
- P. 236 - Fig. 40 - Graphique de répartition du nombre d'occurrences de logiciels par projets
- P. 237 - Fig. 41 - Graphique de répartition des natures organisationnelles des projets
- P. 237 - Fig. 42 - Graphique de répartition des orientations-types des projets

VOLUME 3

- P. 504 - Fig. 43 - Le département du Val-d'Oise. Cette base de donnée réalisée en partenariat avec le CAUE du Val-d'Oise en 1991 est issue de la vectorisation manuelle des cartes au 1/50 000 de l'IGN. Elle a été le premier ensemble d'informations de référence du système d'information géographique du service archéologique.
- P. 505 - Fig. 44 - Après une dizaine d'année consacrées à fouiller et étudier des sites important mais très localisés (à gauche l'abbaye Cistercienne de Maubuisson et à droite le site médiéval de Beaumont-sur-Oise, le service archéologique s'est lancé dans des études extensives et systématiques destinées à donner un fond général à la compréhension globale de la dynamique de l'occupation humaine.
- P. 506 - Fig. 45 - L'expérience du Canton de Magny-en-Vexin : des dossiers communaux contenant un ensemble de planches cartographiques superposables traitées au 1/25000 selon un découpage par communes ont été constitués. Ces dossiers ont été structurés en plusieurs ensembles superposables contenant des données thématiques.
- P. 510 - Fig. 46 - Exemple de fiche de carte archéologique.
- P. 512 - Fig. 47 - Structure générale du SGBDR de l'inventaire archéologique.
- P. 513 - Fig. 48 - Exemple de procédure guidée par le biais d'interface dans le SGBDR inventaire archéologique.
- P. 515 - Fig. 49 - La référence géographique est la référence de base (X, Y). Elle permet d'établir une relation avec le logiciel de SIG. Ainsi peuvent se construire des « cartes documents » concrétisant un savoir référencé géographiquement. Cet outil est complémentaire à l'inventaire départemental et répond à d'autres besoins...
- P. 517 - Fig. 50 - Conception générale du système d'information géographique du Conseil général du Val-d'Oise.
- P. 520 - Fig. 51 - Sur ces copies d'écran on voit, au sein de l'interface du SIGVO, deux exemples d'assemblages de cartes anciennes. En haut l'assemblage des neuf feuilles de la Minute d'Etat Major au 1/40000 exécutées dans les années 1830 et en bas quatre feuilles de la carte de Cassini réalisée au XVIII^e siècle.
- P. 521 - Fig. 52 - L'intérêt de la cartothèque du Val-d'Oise va au delà de l'intérêt de chacun des fonds qui le compose. La mise en perspective au sein d'un système d'information de l'intégralité de ces documents permet de disposer d'une représentation de l'espace tous les 30 ans du XVIII^e siècle à nos jours. Les fonds une fois organisés, numérisés et géoréférencés sont mobilisables à la demande pour tout projet d'étude.
- P. 523 - Fig. 53 - Photos d'écran de la carte des réseaux. En haut le réseau hydrologique naturel et anthropique. En bas, le réseau des voies. Chaque objet est associé à une fiche descriptive d'information. La carte des réseaux constitue un exemple unique de vectorisation à large échelle sur 186 communes de l'intégralité des informations traitant des voies, du réseau hydraulique naturel et anthropique, des habitats, des toponymes et des limites administratives à partir des cadastres napoléoniens assemblés et géoréférencés. Cette base qui comporte aujourd'hui plusieurs dizaines de milliers d'objets vecteurs informés est toujours en cours d'enrichissement. Elle constitue la base centrale pour toutes les études sur le paysage dans le Val-d'Oise. Actuellement, la base est en cours de calibrage à partir des bases de données de l'IGN afin d'améliorer la précision géométrique de l'ensemble.
- P. 523 - Fig. 54 - Exemples de productions cartographiques normalisées destinées au dossier d'un aménagement de carrefour routier (Saint-Brice-sous-forêt RN1 / RD125). Différents documents

composent ce dossier : 1 - l'emprise du projet sur la photographie aérienne de l'IGN avec les données de l'inventaire archéologique ; 2 - le même espace sur fond photo IGN avec les données cadastrales actuelles superposées ; 3 - Le plan d'Intendance (XVIII^e) géoréférencé permettant de visualiser l'occupation du sol moderne sur l'emprise du projet ; 4 - L'Atlas de Trudaine (XVIII^e) et les voies de la carte des réseaux ; 5 - Le réseau hydraulique de la carte des réseaux sur les fonds Napoléoniens. L'intérêt des données de référence est qu'elles sont mobilisables en fonction des besoins et qu'elles permettent de construire sa carte à la demande.

- P. 527 - Fig. 55 - Vue de l'interface de saisie du module de métadonnées du Conseil général du Val-d'Oise.
- P. 528 - Fig. 56 - Schéma de localisation.
- P. 529 - Fig. 57 - En dehors du document produit par la Société Beaumontoise de Recherche Archéologique (SBRA), aucune synthèse cartographique générale des indices archéologiques sur la commune de Beaumont-sur-Oise n'avait été réalisée (document : SBRA, 1979).
- P. 530 - Fig. 58 - Les étapes de constitution de la carte de base : 1 – constitution du fond de référence ; 2 – enrichissement du fond par l'acquisition des données environnementales ; 3 – intégration des données du patrimoine.
- P. 532 - Fig. 59 - Deux procédures cohabitent : l'une automatique par tri s'appuie sur les fonctionnalités du SIG, l'autre par compilation visuelle de la donnée intègre la connaissance du terrain que possèdent les archéologues.
- P. 534 - Fig. 60 - Photos d'écran de la base de données géographique. Au sein d'une même base de données les informations peuvent être visualisées sous de multiples points de vues : des données de référence aux vues des inventaires de données jusqu'aux présentations des cartes de potentiels...
- P. 536 - Fig. 61 - Schéma de localisation.
- P. 537 - Fig. 62- Le bassin de l'Oise et les formations du substratum géologique sur le département du Val-d'Oise [LEBRET, HALBOUT 1991].
- P. 537 - Fig. 63 - Profil synthétique du substratum géologique du Val-d'Oise, des formations superficielles et des niveaux archéologiques qui leur sont associés, tel qu'il peut être déduit de l'inventaire géologique de 1991, d'après [LEBRET, HALBOUT 1991].
- P. 538 - Fig. 64 - Photographie des inondations de 1994. Suite à ces inondations, le SDAVO a réalisé un survol de toute la vallée en hélicoptère. L'inondation a permis de compléter les cartes topographiques existantes et de constituer un fond de référence sur les inondations et pour l'étude géomorphologique (photographie SDAVO 1994 - Ch. TOUPET).
- P. 539 - Fig. 65 - Exemples de documents mobilisés dans le cadre de l'étude de la Vallée de l'Oise. En haut à droite : Analyse des sondages géologiques pour constituer des coupes géomorphologiques. Coupe de Fontenay-en-Parisis « La Loge et le Moulin-de-Pierre » dans les loess du plateau de la Plaine de France. En haut à gauche : Analyse morpho-topographique de la vallée. En bas : Carte du service de la navigation au 1/5000 (1959). Ce document a été précieux pour l'étude géomorphologique de la vallée de l'Oise. Construit sur une base au 1/5000, il a été complété par l'IGN pour les courbes de niveaux qui possèdent une équidistance de 50 cm. Il est la base de l'étude morpho-topographique et constitue le référentiel géométrique utilisé (document : service de la navigation).
- P. 540 - Fig. 66 - L'analyse du cours actuel de la vallée s'est appuyée, en complément de l'approche cartographique, sur l'établissement de 18 coupes de références apportant des informations sur la stratigraphie des formations de la vallée alluviale. Les données archéologiques sont alors

replacées dans la dynamique des sols (coupe de Beaumont-sur-Oise «Les Près de Thury», L. COSTA - V. KRIER, Mars 1999).

- P. 541 - Fig. 67 - Du logiciel Mac-Map® au logiciel Map-Info® : le choix de l'utilisation d'une solution informatique repose aussi sur la sensibilité des intervenants. Ce choix a des répercussions sur l'avenir des données. Leur gestion dans un outil de DAO est plus immédiate, limitée dans le temps et moins transversale mais permet une utilisation beaucoup plus souple et une production immédiate de documents de qualité.
- P. 542 - Fig. 68a - Carte des potentialités archéologiques par unités morphologiques et type de sites.
- P. 543 - Fig. 68b - Carte de fréquence des retours de crues de l'Oise en Val-d'Oise.
- P. 544 - Fig. 69 - Carte des unités morfo-sédimentaires de la plaine alluviale de l'Oise en Val-d'Oise.
- P. 545 - Fig. 70 - Carte des potentialités archéologiques de la plaine alluviale de l'Oise en Val-d'Oise.
- P. 546 - Fig. 71 - Carte des zones de franchissement potentielles de l'Oise en val-d'Oise.
- P. 547 - Fig. 72 - Carte des zones potentiellement riches en indices paléoenvironnementaux dans la plaine alluviale de l'Oise en Val-d'Oise.
- P. 548 - Fig. 73 - Carte des zones à forte sensibilité archéologique dans la plaine alluviale de l'Oise en Val-d'Oise.
- P. 551 - Fig. 74 - Schéma de localisation.
- P. 552 - Fig. 75 - Carte de localisation des sites archéologiques issus des campagnes de diagnostic sur l'emprise du tracé de la Liaison Cergy-Roissy (Le site N°2 correspond au site de Villiers-Adam, le N°9 correspond au site de Villiers-le-Sec).
- P. 554 - Fig. 76 - Deux bases de données traitent du projet dans sa globalité. La première s'inscrit dans une perspective de compilation documentaire et la seconde dans une logique de gestion de l'information en liaison directe avec les opérations archéologiques.
- P. 554 - Fig. 77 - Villiers-Adam : photos d'écran de la base de données développée durant l'opération.
- P. 555 - Fig. 78 - Villiers-Adam : photos d'écran de la base de données. Durant les phases de collecte, les données peuvent faire l'objet d'analyse préparatoire aux interventions.
- P. 556 - Fig. 79 - Procédure d'intégration des données.
- P. 557 - Fig. 80 - Villiers-le-Sec : photos d'écran de la base de données. Comme pour Villiers-Adam, la base de donnée a servi de support stratégique pour le développement des opérations de terrain.
- P. 558 - Fig. 81 - Villiers-le-Sec : Des cartographies de répartition des objets peuvent être créés au fur et à mesure de l'enregistrement des informations de l'inventaire. Dans une seconde phase, les informations de détermination plus précises peuvent permettre d'approfondir les analyses.
- P. 562 - Fig. 82 - Schéma de localisation.
- P. 563 - Fig. 83 - Emprise de la déviation de Marines.
- P. 564 - Fig. 84 - Plus de cent couches de données ont été compilées. Ici, dans cette photo d'écran

de la base de Marines, plusieurs type de fonds cartographique d'époque, d'échelles et de natures différents et des couches vecteurs sont superposées.

- P. 565 - Fig. 85 - De l'échelle de l'emprise à celle du territoire, les informations qui sont prises en compte dans l'analyse sont différentes. Plus qu'un emboîtement ou une succession d'échelles, ce sont des visions complémentaires d'un même espace.
- P. 566 - Fig. 86 - Base de données de Marines : recouvrement documentaire.
- P. 568 - Fig. 87 - Base de données de Marines : pour caler un plan, il est nécessaire d'établir des correspondances par rapport à un fond actuel. Une fois les repérages et les coordonnées fixées, on peut superposer sur le plan ancien des données actuelles et ainsi compléter son travail d'analyse.
- P. 569 - Fig. 88 - En géoréférençant les documents anciens on a pu réfléchir sur la valeur de l'information des différents fonds utilisés. Ici, on voit en bas un extrait de la carte de Cassini (1756) et en haut un extrait de l'Atlas de Trudaine (XVIII^eS.) superposés avec des couches d'informations actuelles (Zones urbaines, courbes de niveau, routes, hydrologie). Si l'Atlas de Trudaine se révèle précieux par la richesse de l'information qu'il contient, la justesse géométrique de ce plan est généralement mauvaise. En revanche, la carte de Cassini est dans cette zone très juste pour certaines informations : le dessin de la topographie et des routes est approximatif mais l'emplacement des noyaux d'habitats et des édifices remarquables présente une corrélation extrêmement intéressante avec les données contemporaines. Sur ce point, un travail de quantification par type de grands thèmes de données pourrait être mené afin d'évaluer fonds par fonds la qualité de l'information qui le compose.
- P. 570 - Fig. 89 - Extrait de l'assemblage des cadastres napoléoniens des communes de Marines, Santeuil, Frémécourt, Brignancourt, Chars et Neuilly-en-Vexin.
- P. 571 - Fig. 90 - Extrait de l'assemblage des Minutes d'Etat-Major au 1/10000.
- P. 571 - Fig. 91 - Extrait de la carte de Cassini.
- P. 571 - Fig. 92 - Extrait des Atlas de Trudaine.
- P. 572 - Fig. 93 - Extrait du plan d'Intendance de Marines.
- P. 573 - Fig. 94 - Extrait des missions aériennes de 1936.
- P. 574 - Fig. 95 - Plan de potentiel archéologique sur l'emprise de la déviation.
- P. 576 - Fig. 96 - Schéma de localisation.
- P. 578 - Fig. 97 - L'artère du lever : la polygonale.
- P. 579 - Fig. 98 - Le nuage de points et sa modélisation sous la forme d'un modèle numérique de terrain.
- P. 579 - Fig. 99 - La visualisation tridimensionnelle permet de faciliter la lecture de la microtopographie et de dégager les grands axes d'organisation de ce site. En plus de l'enceinte, se dégagent différentes zones correspondant probablement à des bâtiments. Les zones non relevées actuellement demanderaient à être complétées pour avoir une lecture intégrale de cet établissement.
- P. 580 - Fig. 100 - Modélisation du château médiéval d'Orvilles à Louvres-en-Parisi.
- P. 581 - Fig. 101 - Lever complet du site d'Orvilles à Louvres-en-Parisi par recollement des données des différentes campagnes de fouilles. Presque 10000 points sont réunis pour proposer une modélisation détaillée de la morphologie de la zone avec une précision de quelques centimètres en altimétrie.

- P. 584 - Fig. 102 - Déclinaison matérielle et conceptuelle du système d'information géographique du département du Val-d'Oise.
- P. 586 - Fig. 103 - Architecture technique du SIGVO.
- P. 587 - Fig. 104 - Modules Intranet : ces modules ont été conçus pour être ouvert à tout les agents sur le réseau du Conseil Général. Quatre exemple reprenant des échelles, des types d'applications représentatives des travaux des archéologues ont été mis en ligne : La fouille du cimetière médiéval de la cathédrale Saint-Maclou, Les travaux préalable à la déviation de Marines, les travaux liés aux travaux de la Francilienne, les données de la carte archéologique départementale. Ces modules sont des outils de consultation dans lequel toutes les interrogations sont possibles. Ils permettent ensuite de produire de manière guidée des cartes normalisées.
- P. 588 - Fig. 105 - Atlas historique : neuf fonds documentaires traitant de différentes de périodes allant du XVIII^e siècle à nos jours, géoréférencés et mosaïqués ont été couplés à une base adresse. On peut ainsi interroger la base et disposer de neuf état différents de la zone traitée.
- P. 589 - Fig. 106 - La logique du SIGVO.
- P. 592 - Fig. 107 - Le SIGVO : Au-delà de la question technique, la mise en oeuvre d'un système d'information géographique s'inscrit dans la dynamique du développement du système d'information de l'organisation. Ici, dans l'exemple du val-d'Oise, le média technologique peut être perçu comme le noeud d'une série de processus permettant aux acteurs du système d'aboutir à une série très diversifiée de produits qui vont bien au-delà de la stricte cartographie.
- P. 592 - Fig. 108 - Situation de la ville d'Argos dans le Péloponnèse.
- P. 593 - Fig. 109 - A l'ouest les collines de la Larissa et de l'Aspis limitent le développement de la ville. Au nord et à l'est le Xérias, fleuve torrentiel et saisonnier coupe toute possibilité de développement. Le secteur sud, où se trouve le quartier monumental est donc le secteur privilégié de développement de l'urbanisme.
- P. 594 - Fig. 110 - Le quartier au pied du flanc Est de la colline de la Larissa photographié en 1938 et en 1995 [TOUCHAIS, PARIENTE 1998 : PL.IV].
- P. 595 - Fig. 111 - Vue panoramique de la ville d'Argos depuis la colline de la Larissa. À droite, au premier plan, on aperçoit le secteur fouillé par l'EFA.
- P. 595 - Fig. 112 - Vue générale du secteur monumental depuis le théâtre. A droite, on aperçoit les ruines des thermes. Un peu plus loin au centre et à gauche de la fouille, la ville actuelle en plein essor.
- P. 596 - Fig. 113 - L'intégration des données archéologiques dans l'urbanisation actuelle a fait l'objet d'un premier travail conjoint entre l'EFA et les autorités grecques sous forme d'un plan de synthèse sous Autocad®.
- P. 597 - Fig. 114 - Schéma général d'organisation de la base outil Argos. Un ensemble de fichiers organisé autour d'une interface utilisateur permet de naviguer d'un ensemble de données à l'autre. Le fichier permet de gérer à la fois les ressources et le développement du projet. La base constituée à l'origine en langue française avait comme objectif d'être développée en anglais et en grec.
- P. 598 - Fig. 115 - Trois itinéraires de grands parcours traversent Argos : une direction nord-sud, Corinthe/Mycène – Myli-Lerne (en rouge) ; une direction nord-ouest/ sud-est Sterna/Lyrkia ; Drepano (?) (en bleu) ; une direction nord-est/sud-ouest Corinthe-Tripoli (en orange) ; Un quatrième évite la ville (en vert), reprenant l'orientation du Xeria. Dans la ville, ces passages délimitent trois carrefours importants (cercle gris). Relevé d'après un assemblage de la carte au

1/50 000 de 1977, feuilles d'Argos et de Nauplie.

- P. 598 - Fig. 116 - Synthèse des principaux réseaux et trames organisant la ville.
- P. 599 - Fig. 117 - Présence des trois orientations principales dans les rues, le parcellaire contemporain et les structures archéologiques du secteur du théâtre et de l'Agora (d'ap. un fond de plan cadastral réalisé par la mairie d'Argos et sur lequel figurent les données archéologiques en forme réelle). A cette échelle d'analyse, des anomalies parcellaires apparaissent pouvant indiquer la transmission d'anciennes formes architecturales (en gris).
- P. 600 - Fig. 118 - Transmission possible de l'axe de Corinthe dans des parcelles tronquées. Les structures archéologiques suivent aussi cette orientation.
- P. 603 - Fig. 120 - Schéma de localisation du site d'Étiolles.
- P. 605 - Fig. 121 - Topographie actuelle de la zone. MNT local traité d'après le plan de géomètre. La microtopographie laisse ressortir un paléochenal (pointillé sur l'image en plan et sur la restitution 3D). La présence de ce paléochenal est confirmée par certains indices sur les cartes anciennes.
- P. 607 - Fig. 122 - Plans d'intendance des communes de Soisy, Étiolles et Saint-Germain-les-Corbeil de 1786-87 superposés à la carte topographique au 1/25000^e. Le plan d'intendance de 1786 indique que le ru des Hauldres (A) est déjà canalisé au XVIII^e siècle. Les zones de prés figurés en vert (B) indiquent la présence d'un paléochenal dans la plaine alluviale.
- P. 608 - Fig. 123 - Orientations dominantes dans le parcellaire ancien de Soisy, Evry et Étiolles.
- P. 609 - Fig. 124 - Cadastres napoléoniens de 1823. Communes d'Étiolles et d'Évry (centré sur les 4 îles et le ru des Hauldres).
- P. 610 - Fig. 125 - Carte des chasses de 1764-1774
- P. 611 - Fig. 126 - Tri des orientations du parcellaire du cadastre napoléonien sur les communes d'Étiolles, de Soisy, Evry et de Saint-Germain-les-Corbeil.
- P. 612 - Fig. 127 - Données chrono-culturelles.
- P. 614 - Fig. 128 - Carte de localisation des sondages pris en compte.
- P. 616 - Fig. 129 - Topographie du substrat géologique.
- P. 617 - Fig. 130 - Topographie de la nappe grossière.
- P. 618 - Fig. 131 - Topographie des sables et limons lités.
- P. 619 - Fig. 132 - Topographie des limons beiges homogènes.
- P. 622 - Fig. 133 - Topographie de la couche organique.
- P. 623 - Fig. 134 - Les secteurs potentiellement favorables à la découverte de sites tardiglaciaires.
- P. 624 - Fig. 135 - Tabl. I : Liste des documents cartographiques consultés
- P. 624 - Fig. 136 - Carte de situation du site d'Umm Haddar.
- P. 629 - Fig. 137 - Localisation du site d'Umm Haddar dans le Wadi
- P. 630 - Fig. 138 - Vue générale depuis l'Ouest de la colline de Umm Haddar (photo LC 2007)
- P. 630 - Fig. 139 - Restitution tridimensionnelle du site.

- P. 631 - Fig. 140 - Vue par photo aérienne prise au cerf volant de l'ensemble des vestiges dans leur état de dégagement de 2007. On voit très clairement le plan du fortin se dessiner (photo J.F. SALLES 2007).
- P. 632 - Fig. 141 - Plan général du site après la campagne de 2008.
- P. 633 - Fig. 142 - Topographie générale du site.
- P. 638 - Fig. 143 - le modèle de donnée de la base Umm Haddar.
- P. 640 - Fig. 144 - Situation du site de la Malladeta sur la commune de Villajoyosa.
- P. 641 - Fig. 145 - Vue aérienne du site de la Malladeta (google earth 2008).
- P. 642 - Fig. 146 - Vue depuis l'est du site de la Malladeta sur son promontoire rocheux (photo LC).
- P. 643 - Fig. 147 - Zone 2 : vue des pièces accolées à la colline (photo LC).
- P. 644 - Fig. 148 - Vue générale de la répartition des structures sur la butte.
- P. 645 - Fig. 149 - Les zones d'intervention 1 et 2.
- P. 646 - Fig. 150 - Photo d'écran de la base de données de fouille.
- P. 646 - Fig. 151 - L'utilisation des fonctionnalités de visualisation 3D permet de mieux percevoir l'organisation des vestiges.
- P. 647 - Fig. 152 - Planimétrie générale des structures de la zone 2.
- P. 649 - Fig. 153 - Photo d'écran de la base à l'échelle territoriale. La possibilité de compiler l'information et de multiplier les points de vue permet de développer des approches inédites. Ici on distingue, sur le fond du modèle numérique de terrain et des chemins anciens, les différentes trames parcellaires dégagées par l'analyse automatisée sur les parcelles.
- P. 651 - Fig. 154 - Les différentes trames relevées dans le foncier.
- P. 652 - Fig. 155 - Le réseau rouge superposé au plan du Termino de Villajoya de la fin du XIX^e siècle.
- P. 653 - Fig. 156 - Zoom sur trame vert.
- P. 654 - Fig. 157 - Photo d'écran de la base de données géographiques. Ici on peut apercevoir sur un fond photographique (photographie IGN 1952) les trames parcellaires ainsi que les plans de fouille actuellement en cours d'intégration.
- P. 658 - Fig. 158 - Carte de situation.
- P. 662 - Fig. 159 - Interface de consultation de la base de donnée, photo d'écran.
- P. 663 - Fig. 160 - Schéma structurel des données (d'après F. Eyraud).
- P. 664 - Fig. 161 - Structure de la base « métier » (d'après F. Eyraud).
- P. 664 - Fig. 162 - Structure de la base « système » (d'après F. Eyraud).
- P. 666 - Fig. 163 - Photo d'écran de l'interface de travail SIG. Ici, le plan du site n°89 dans la zone de Travouny : À l'Est du grand mur transversal (site 84), se trouvent les vestiges d'une grande bâtisse et de ses dépendances.
- P. 667 - Fig. 164 - Vue générale de la répartition des sites.

- P. 669 - Fig. 165 - Organisation générale du système d'informations.
- P. 671 - Fig. 166 - Environnement de consultation de l'interface de cartographie.
- P. 674 - Fig. 167 - Carte de localisation du site de Délos.
- P. 675 - Fig. 168 - Deux exemples de planimétries réalisées sur le site de Délos. A gauche le plan de Nennot datant de 1880 (env. 1/5000) et à droite le plan de Carrier datant de 1984 (au 1/2000).
- P. 676 - Fig. 169 - Extrait de l'assemblage du plan Maar de 1904 (au 1/100) est composé de 8 feuilles qui couvrent la zone du sanctuaire. Reprenant l'intégralité des vestiges en pierre à pierre suite au grandes fouilles du début du siècle dernier ce document reste une référence pour tout les travaux des archéologues Déliens.
- P. 682 - Fig. 170 - Les couches de données du système d'information de Délos sont issues du plan Maar de 1904 (image en haut). A partir de cette image, l'intégralité des données sera vectorisée pour constituer des couches de données de l'ensemble des vestiges relevés sur ce document (image du milieu). D'autres données viendront ensuite compléter cet ensemble comme une orthophotographie réalisée par cerf-volant (image en bas) ou encore des données topographiques. Les plans de fouilles et l'ensemble de la documentation graphique existant sur le site pourront ensuite être intégrés à la base de donnée géographique.
- P. 683 - Fig. 171 - Sur ces photos d'écran, les différentes données sont géoréférencées. On peut ainsi passer de l'échelle du sanctuaire (1) à celle du bâtiment (3) et de la structure archéologique pour construire des visions de synthèse de l'ensemble de ses données.
- P. 684 - Fig. 172 - Différentes prospections géophysiques ont été réalisées sur la zone du sanctuaire et seront intégrées prochainement dans la base de donnée géographique. Présentation des résultats : a) localisation de l'ensemble des prospections géophysiques réalisées sur le site en août 2008 par rapport au plan des principales structures identifiées en fouille par l'Ecole Française d'Athènes – En rouge le contour de la prospection électromagnétique à l'EM31, en bleu le contour de la prospection électromagnétique à l'EM38, en vert le contour des prospections magnétiques ; b) imagerie électromagnétique obtenue à l'EM31 ; c) imagerie électromagnétique obtenue à l'EM38.
- P. 686 - Fig. 173 - Etat de la base Délos en cours de développement (au 31 janvier 2009). La base de donnée compte aujourd'hui plus de 50 000 objets qui reprennent l'intégralité du plan Maar sous la forme d'entités vectorielles reparties dans plusieurs couches de données topologiquement cohérentes : les artefacts, les entités archéologiques et architecturales, les éléments topographiques.
- P. 690 - Fig. 174 - Carte générale de situation.
- P. 691 - Fig. 175 - Vue panoramique de la zone de Peligros. On aperçoit sur les coteaux les différentes exploitations de la pierre.
- P. 692 - Fig. 176 - L'état du repérage.
- P. 697 - Fig. 177 - Le plan topographique au 1 / 2000e de l'Ajuntament de Elche se révèle d'une très grande précision. Ici, il est utilisé pour la réalisation d'un Atlas des carrières.
- P. 698 - Fig. 178 - Une exploitation type. A gauche une carrière du XVIII^e siècle dite carrière «Santa Maria» dans la zone de El Ferriol I. On voit que la forme est totalement divergente par rapport à la pente naturelle. Les fronts de taille de ce type d'établissements se dégagent complètement et sont repérables par photo-interprétation. A droite, illustration de la démarche de dégagement des indicateurs. L'exploitation présente des divergences d'orientation et de pente

par rapport au terrain naturel.

- P. 699 - Fig. 179 - Démarche d'analyse et de modélisation des établissements de la carte topographique à l'Atlas des carrières.
- P. 700 - Fig. 180 - Comparaisons entre les données prospectées et les données issues de l'analyse.
- P. 700 - Fig. 181 - Tableau récapitulatif du nombre d'indices repérés par zones.
- P. 701 - Fig. 182 - Tableau récapitulatif de la longueur des fronts de taille.
- P. 701 - Fig. 183 - Relevés des limites de fronts de taille
- P. 702 - Fig. 184 - Vue générale de la carrière El Ferriol II, 1 (Photo PR).
- P. 702 - Fig. 185 - Modélisation en 3 dimensions de la carrière El Ferriol II, 1 (vue du Nord Ouest vers le Sud Est).
- P. 703 - Fig. 186 - Relevé topographique des exploitations de la zone d'El Ferriol II. La carrière étudiée apparaît en rouge.
- P. 709 - Fig. 187 - Plan Alpage 1380.
- P. 710 - Fig. 188 - Un plan d'îlot Vasserot : quartier de la Chaussée d'Antin.
- P. 711 - Fig. 189 - CHAN, F 31/75/04. Cliché Département de Paris – Archives de Paris n°91. P. XX - Fig. 196 - Avancée du géoréférencement des plans d'îlots Vasserot en juin 2008.
- P. 712 - Fig. 190 - Superposition du plan Bertly avec le fonds de référence de l'APUR.
- P. 714 - Fig. 191 - Organisation générale des données du système d'information.
- P. 715 - Fig. 192 - Principes d'administration des données dans Alpage.
- P. 717 - Fig. 193 - ALPAGE – Références: modèle conceptuel de données.
- P. 718 - Fig. 194 - Interface web du SGBD Alpage-Références.



TABLE DES MATIÈRES



IMPACT DES APPROCHES GÉOMATIQUES DANS LES ORGANISATIONS DE L'ARCHÉOLOGIE

TABLE DES MATIERES GÉNÉRALE (4 VOLUMES)

VOLUME 1

REMERCIEMENTS

INTRODUCTION..... p. 1

CHAPITRE 1 - LA GÉOMATIQUE ET LES ORGANISATIONS DE L'ARCHEOLOGIE
p. 11

1.1 - VERS UNE APPROCHE DES SIG EN ARCHÉOLOGIE p. 13

1.1.1 - UNE ADOPTION PROGRESSIVE DE CES TECHNOLOGIES p. 13

L'exemple du Ministère de la Culture p. 13

Le cas du Val-d'Oise p. 14

1.1.2 - UN PREMIER POINT TERMINOLOGIQUE... p. 15

1.1.3. UNE VISION PRAGMATIQUE DE L'APPLICATION DES SIG EN
ARCHÉOLOGIE p. 16

De la maturation des SIG en archéologie p. 16

Les SIG et bases de données, même débat ? p. 16

1.1.4 - DU LOGICIEL AU SYSTÈME D'INFORMATION..... p. 18

Le SIG vu comme un outil technique..... p. 18

1.2 – LA GÉOMATIQUE : DES OUTILS AUX CONSTRUCTIONS

SOCIALES p. 19

1.2.1 - LA GÉOMATIQUE FRANCOPHONE p. 19

*Les années 1970 : du Dessin Assisté par Ordinateur (DAO) aux premières Bases
de Données Urbaines (BDU)* p. 20

Les années 1980 - 90 : le développement des SIG p. 21

La fin des années 1980 et les évolutions actuelles des SIG..... p. 23

1.3 - L'APPROPRIATION DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

GÉOGRAPHIQUE EN FRANCE PAR LES ARCHÉOLOGUES p. 26

1.3.1 - LE SIG OUTIL DE RÉFÉRENCE DE L'ARCHÉOLOGUE ? p. 26

1.3.2 - DES ARGUMENTS TECHNICO-ECONOMIQUES AUX ÉVOLUTIONS

STRUCTURELLES p. 28

La dimension technico-économique p. 28

La dimension méthodologique..... p. 29

La dimension structurelle p. 30

1.3.3 - PERSPECTIVES D'APPROCHE... p. 34

CHAPITRE 2 - LES SIG EN ARCHÉOLOGIE, POURQUOI, COMMENT ET POUR QUI ?	p. 37
2.1 - A QUOI SERT UN SIG EN ARCHÉOLOGIE ?	p. 38
2.1.1 - UN SIG À OBJECTIF CARTOGRAPHIQUE	p. 38
2.1.2 - UN SIG STRUCTURANT POUR DE L'OPÉRATIONNEL.....	p. 43
2.1.3 - UN SIG COMME OUTIL DE GESTION ET DE COORDINATION D'UNE ÉQUIPE ARCHÉOLOGIQUE	p. 46
2.1.4 - UN SIG COMME OUTIL DE MODÉLISATION D'HYPOTHÈSES	p. 50
2.1.5 - LE SIG EN ARCHÉOLOGIE : CARACTÉRISTIQUES COMMUNES	p. 53
2.2 - DE QUOI SE COMPOSE UN SIG EN ARCHÉOLOGIE ?	p. 55
2.2.1 - LE SIG COMME OBJET TECHNIQUE : DE LA BOITE À OUTIL À LA SCIENCE DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE	p. 55
<i>SIG : objet technique</i>	p. 55
Open-source ou propriétaire ?	p. 57
Le rapport au logiciel	p. 57
<i>SIG : environnement informatique</i>	p. 59
<i>SIG : données géo référencées</i>	p. 60
<i>SIG : méthode intégrée de gestion d'information spatiale</i>	p. 64
2.2.2 - LE SIG COMME SYSTÈME D'INFORMATION D'UNE ORGANISATION.....	p. 65
2.2.3 - LE SIG COMME CONSTRUCTION SOCIALE, CULTURELLE ET POLITIQUE	p. 66
2.3 - COMMENT MET-ON EN ŒUVRE UN SIG EN ARCHÉOLOGIE ?	p. 69
2.3.1 - QUEL PARADIGME ?	p. 70
2.3.2 - DE LA DONNÉE VERS L'INFORMATION, JUSQU'À LA CONNAISSANCE	p. 71
2.3.3 - RETOUR SUR LES QUESTIONS DE VOCABULAIRE	p. 76
2.4. AU FINAL, UN SIG EN ARCHÉOLOGIE EST UN OUTIL MAIS AUSSI – ET AVANT TOUT - UN PROJET.....	p. 76
 CHAPITRE 3 - L'ANALYSE DES SIG CHEZ LES SOCIOLOGUES ET LES GÉOMATICIENS.....	p. 79
3.1 - L'APPROCHE SOCIALE DES SIG CHEZ LES GÉOMATICIENS ET LES SOCIOLOGUES	p. 81
3.1.1 - L'IMPORTANCE DES PHÉNOMÈNES SOCIAUX	p. 81
3.1.2 - LES ENJEUX DE LA MISE EN PLACE DES SYSTÈMES	p. 82
3.1.3 - UNE APPROCHE SYSTÉMIQUE DES ORGANISATIONS	p. 83

3.2 - CONCEPTS RELATIFS AUX ORGANISATIONS.....	p. 86
3.2.1 - LES ORGANISATIONS, LES SYSTÈMES SOCIAUX ET LES SYSTÈMES	
D'ACTION CONCRETS	p. 86
3.2.2 - LES ACTEURS DANS LES SYSTÈMES SOCIAUX	p. 86
3.2.3 - LES ACTEURS PORTEURS DE STRATÉGIE	p. 88
3.2.4 - LES LOGIQUES DU CHANGEMENT	p. 89
3.3 - LE RÔLE DU SIG DANS LES ORGANISATIONS.....	p. 89
3.3.1 - LES SIG ET LES SYSTÈMES SOCIAUX	p. 89
3.3.2 - L'ACCROCHE TERRITORIALE DES SIG	p. 90
<i>Le concept de territoire</i>	p. 90
<i>Le territoire, un espace qui prend du sens.....</i>	p. 91
CHAPITRE 4 - LA MISE EN PLACE D'UN OBSERVATOIRE DES PRATIQUES	
GÉOMATIQUES DANS LES ORGANISATIONS DE L'ARCHÉOLOGIE	p. 93
4.1 - MISE EN PLACE D'UN OBSERVATOIRE.....	p. 95
4.1.1 - UNE VISION EXPLORATOIRE COMPARATIVE	p. 95
4.1.2 - PETITE HISTOIRE D'UNE ENQUÊTE	p. 95
4.1.3 - LES DIFFICULTÉS DE L'OBSERVATION DES PROJETS ARCHÉOLOGIQUES	p. 96
4.1.4 - LA QUESTION DE L'OBSERVATOIRE.....	p. 98
4.1.5 - LE CHOIX DES EXEMPLES.....	p. 99
4.1.6 - LA GRILLE D'ANALYSE DE L'OBSERVATOIRE.....	p. 106
<i>La description du contexte (1).....</i>	p. 106
<i>La description des sources (2).....</i>	p. 107
<i>La description du projet (3).....</i>	p. 107
<i>Une fiche analytique de synthèse (4).....</i>	p. 107
4.2 - DE L'ANALYSE DES PRATIQUES À L'EXPÉRIMENTATION.....	p. 112
4.2.1 - PRÉSENTATION D'UNE EXPÉRIENCE	p. 112
<i>De l'expérience val-d'oisienne.....</i>	p. 113
<i>aux développements au sein des équipes de recherche de l'UMR 7041</i>	
<i>ArScAn.....</i>	p. 114
4.2.2 - LECTURE DES SYSTÈMES.....	p. 115
<i>La constitution d'un dictionnaire des métadonnées.....</i>	p. 115
<i>Fiche de métadonnées</i>	p. 116

VOLUME 2**CHAPITRE 5 - OBSERVATOIRE DES PROJETS p. 143****5.1 - LES SERVICES ARCHÉOLOGIQUES DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES
p. 145***Les projets géomatiques des services archéologiques p. 146**Le corpus retenu p. 146**Répartition géographique du corpus..... p. 148**Pérennité des projets p. 148**Les équipes et la conduite du projet..... p. 149**La question des outils et des systèmes..... p. 149**La question des objectifs p. 149**Premier bilan : un SIG pour un service archéologique ? p. 150***5.1.1 - LES DÉPARTEMENTS p. 151***[cd1] Le Service départemental d'archéologie des Yvelines
(SADY)..... p. 151**[cd2] Le Service départemental d'archéologie du
Val-d'Oise (SDAVO)..... p. 154**[cd3] Le Laboratoire départemental d'archéologie du
Val-de-Marne..... p. 159**[cd4] Le Service départemental d'archéologie de l'Essonne p. 161**[cd5] Atlas du patrimoine de Seine Saint-Denis..... p. 163**[cd6] SIG Pôle inter départemental rhénan..... p. 165**[cd6] SIG musée d'archéologie de Bavay (départemental)..... p. 167***5.1.2 - LES MUNICIPALITÉS p. 169***[cm1] Le service archéologique de Parthenay p. 169**[cm2] Le service archéologique d'Aix-en-Provence..... p. 171**[cm3] Atelier du patrimoine de la ville de Marseille..... p. 174**[cm4] Projet géomatique du service municipal de Fréjus..... p. 177**[cm5] Le projet Alyas du service archéologique de Lyon..... p. 180**[cm6] Le projet Urbanhist (TOULOUSE) p. 183**[cm7] Le projet DOUAISIS..... p. 185***5.2 - L'INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES ARCHÉOLOGIQUES****PRÉVENTIVES p. 189****5.2.1 - DE L'AFAN À L'INRAP p. 189***Premier point sur une approche..... p. 189**Le corpus retenu..... p. 190**Les équipes et la conduite du projet..... p. 190**Pérennité des projets p. 191**Un SIG pour l'INRAP ?..... p. 191***5.2.2 – LES PROJETS p. 193***[IN1] Intervention archéologique dans l'emprise de l'aéroport Roissy ... p. 193*

[IN2] Service topographique Centre Ile-de-France (Pantin).....	p. 196
[IN3] Etude de la sépulture collective de Saint-Sauveur.....	p. 199
[IN4] Etude du site archéologique des Fourneaux à Vert-Saint-Denis (77).....	p. 201
[IN5] Etude des sites archéologiques du Haut Moyen Age : Serris (77), Villiers- leSec (95), Baillet-en-France (95), Le Mesnil Aubry (95), Orville (95) ...	p. 203
[IN6] Opération archéologique Francilienne (95).....	p. 206
[IN7] Melun-Sénart.....	p. 209
5.3 - LE MINISTÈRE DE LA CULTURE.....	p. 211
5.3.1 – L'INFORMATISATION AU MINISTÈRE	p. 213
5.3.2 – LES PROJETS	p. 215
[MIN1] Le projet Atlas de l'architecture et du patrimoine.....	p. 215
[MIN2] La carte archéologique nationale et le projet PATRIARCHE.....	p. 218
[MIN3] Le projet SIGUR	p. 222
[MIN4] Le Centre National d'Archéologie urbaine et l'informatisation des Document d'évaluation du patrimoine des villes de France.....	p. 225
5.4 - LA RECHERCHE ET L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : LES UMR, LES UNIVERSITÉS, LES GRANDES ÉCOLES ET LES INSTITUTS FRANÇAIS	p. 229
5.4.1 – APPROCHE GÉNÉRALE	p. 231
Un fonctionnement des organisations en réseau.....	p. 232
Aperçu général du corpus.....	p. 234
Le développement des projets.....	p. 235
La question des échelles	p. 235
La question des équipes	p. 235
La question des outils	p. 236
Sur la nature organisationnelle des projets.....	p. 237
Sur les objectifs affichés des projets	p. 237
Un premier bilan dans les organisations de la recherche.....	p. 238
5.4.2 – LES PROJETS DES EQUIPES UNIVERSITAIRES ET DES UMR.....	p. 241
UMR 7041 - Archéologies et Sciences de l'Antiquité (ArScAn), Maison de l'Archéologie et de l'Ethnologie René Ginouvès (MAE).....	p. 241
[r1] Archéologie du Bassin Parisien	p. 242
[r2] Villajoyosa.....	p. 246
[r3] Elche.....	p. 249
[r4] Argos	p. 252
[r5] Délos	p. 255
[r6] Umm Haddar	p. 258
[r7] Itanos.....	p. 261
[r8] Bosra	p. 264
[r9] Ja'Alan.....	p. 267
[r10] Verberie	p. 270
[r11] Etiolles	p. 273

[r12] Pincevent	p. 276
[r13] Ponsonby	p. 279
[r14] Néolithique Yvelines	p. 281
[r15] Neolithique Eure.....	p. 284
[r16] Vallée de l'Aisne.....	p. 286
[r17] PCR Dynarif.....	p. 290
UMR 5133 – Archéorient, Maison de l'Orient et de la Méditerranée (MOM).....	p. 293
[r18] Rawda.....	p. 294
[r19] Jabbul.....	p. 297
[r20] Obsidienne	p. 300
[r21] Atlas de Syrie.....	p. 302
[r22] Atlas de Bythinie.....	p. 305
[r23] ASPRO.....	p. 307
UMR 6130 - Centre d'Etude, Préhistoire, Antiquité, Moyen Age (CEPAM).....	p. 309
[r24] Programme Argonne.....	p. 310
[r25] Guillaumes	p. 313
[r26] Baja	p. 315
[r27] Isle Crémieu	p. 318
[r28] Haut-Rhône	p. 321
[r29] Vallée du Rhône	p. 323
[r30] Karelian	p. 326
[r31] Vence	p. 328
[r32] Makran.....	p. 331
[r33] peste.....	p. 334
Université de Franche-Comté - UMR 6565, Chrono-écologie.....	p. 337
[r34] L'Aigalade.....	p. 338
[r35] Mauguio	p. 341
[r36] Moldavie	p. 344
[r37] Archaeomedes I & II.....	p. 347
[r38] ArchaeoRes	p. 352
[r39] Archaeodyn	p. 356
[r40] Epomanduedorum	p. 359
[r41] Languedoc.....	p. 362
Université de Reims - Centre Inter institutionnel de Recherches Archéologiques de Reims (CIRAR).....	p. 365
[r42] SIGRem – GISSAR	p. 366
Université de Paris I, Panthéon Sorbonne - UMR 8589, Laboratoire de medievistique occidentale de paris (Lamop)	p. 371
[r43] Alpage	p. 372
Université de Bordeaux 3 - UMR 5607, Ausonius Bordeaux	p. 377

[r44] <i>Atlas Adriatique</i>	p. 378
[r45] <i>Apamée</i>	p. 381
5.4.2.8 - Université de Tours - UMR 6173 CITERES, Laboratoire Archéologie et Territoires (LAT)	p. 383
[r46] <i>Totopi</i>	p. 384
[r47] <i>PACT</i>	p. 387
[r48] <i>Terroirs</i>	p. 391
[r49] <i>Tours</i>	p. 394
[r50] <i>Sancergues</i>	p. 397
[r51] <i>A2T</i>	p. 400
5.4.2.9 - Université de Toulouse le Mirail, UMR 5136 – Framespa (France méridionale, Espagne)	p. 403
[r52] <i>Gascogne</i>	p. 404
[r53] <i>Narbonne</i>	p. 406
5.4.2.10 - Ecole normale supérieure, UMR 8546 – Archéologie d'Orient et d'Occident	p. 409
[r54] <i>Berry</i>	p. 410
5.4.2.11 - Université Lumière Lyon 2 - UMR 5648 histoire et archéologie des mondes chrétiens et musulmans médiévaux	p. 413
[r54BIS] <i>Tolède</i>	p. 414
5.4.2.12 - Université de Paris VI Pierre et Marie Curie - UMR 7619 Sisyphe, Groupe de Géophysique appliquée	p. 417
[r55] <i>Le Vieil Evreux</i>	p. 418
5.4.2.13 - Université de Bourgogne - UMR 5594 ARTETHIS, Archéologie, Terre, Histoire et Sociétés	p. 421
[r56] <i>Métal</i>	p. 422
[r57] <i>Dourasis</i>	p. 425
[r58] <i>Envix</i>	p. 427
5.4.2.14 - Université de Caen, UMR 6577 (CRAHAM)	p. 429
[r59] <i>Plaine de Caen</i>	p. 430
5.4.2.15 - Université de Strasbourg	p. 433
[r60] <i>Roussillon</i>	p. 434
5.4.2.16 – Université de Franche Comté, Institut des Sciences et des Techniques de l'Antiquité (EA 4011)	p. 439
[r61] <i>BitterSIG</i>	p. 440
5.4.3 – LES ECOLES FRANÇAISES À L'ÉTRANGER ET LES INSTITUTS FRANÇAIS	p. 443
5.4.3.1 - L'Ecole Française d'Athènes	p. 445
[r62] <i>Delphes</i>	p. 446
[r63] <i>Thassos</i>	p. 449
[r64] <i>Atlas de Délos</i>	p. 452
[r65] <i>Korçë</i>	p. 454
5.4.3.2 - Institut Français d'archéologie Orientale (IFAO)	p. 457
[r66] <i>Kargha</i>	p. 458
[r67] <i>Sinai</i>	p. 461

[r68] Karnak nord.....	p. 463
5.4.3.3 - Centre d'études Alexandrines (CEAlex).....	p. 465
[r69] SIG Alexandrie	p. 466
5.4.3.4 - Autre institution	p. 469
[r70] Strasbourg.....	p. 470
5.5 – LE DÉVELOPPEMENT DES SIG DANS LES ORGANISATIONS DE L'ARCHÉOLOGIE.....	p. 473
5.5.1 – VERS LA PROPOSITION D'UN « PANORAMA GÉOMATIQUE » DES ORGANISATIONS DE L'ARCHÉOLOGIE.....	p. 475
5.5.2 – DU PARTICULIER AU GÉNÉRAL : LES SYSTÈMES ET LEURS MORPHOLOGIES.....	p. 476
<i>Sur la question du développement des projets</i>	<i>p. 476</i>
<i>Sur la question de la structure des projets.....</i>	<i>p. 477</i>
<i>Sur la question des objectifs des projets.....</i>	<i>p. 478</i>
5.5.3 –AU FINAL, QUELS IMPACTS POUR NOS ORGANISATIONS ?	p. 478

VOLUME 3

CHAPITRE 6 - APPROCHES EXPÉRIMENTALES p. 501

6.1 – INTRODUCTION AUX APPROCHES EXPÉRIMENTALES.....	p. 501
6.2 - LE SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE DU SERVICE DEPARTEMENTAL D'ARCHÉOLOGIE DU VAL-D'OISE (SIGVO).....	p. 503
6.2.1 - HISTORIQUE D'UN SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE APPLIQUÉ À L'ARCHÉOLOGIE	p. 504
<i>De la politique scientifique à la mise en place des outils.....</i>	<i>p. 504</i>
<i>1976 - 1990 ou les prémices d'une politique archéologique départementale</i>	<i>p. 505</i>
<i>Un exemple marquant : l'inventaire du canton de Magny-en-Vexin.....</i>	<i>p. 507</i>
<i>1990 - 2000 : le développement des bases de données en archéologie</i>	<i>p. 509</i>
<i>L'inventaire archéologique du Val-d'Oise</i>	<i>p. 511</i>
<i>Structure du système et fonction des fichiers</i>	<i>p. 512</i>
<i>Emplacement et mode de consultation</i>	<i>p. 512</i>
<i>Utilisation, navigation dans la base de données</i>	<i>p. 514</i>
<i>Saisie des fiches et enrichissement du système.....</i>	<i>p. 514</i>
<i>Relation avec le logiciel de cartographie.....</i>	<i>p. 515</i>
<i>Aujourd'hui... Le développement du système d'information géographique départemental (SIGVO) et la question de l'insertion des données archéologiques</i>	<i>p. 516</i>
<i>Le développement d'une application départementale.....</i>	<i>p. 516</i>
6.2.2 – VERS UNE GESTION RAISONNÉE DU TERRITOIRE SUR LA LONGUE DURÉE : LES FONDS DE L'ATLAS HISTORIQUE	p. 519
<i>La logique du développement d'un fond cartographique départemental</i>	<i>p. 522</i>

<i>Constitution des données départementales</i>	p. 522
<i>Une démarche de projet</i>	p. 522
<i>Données départementales, référentiel spatial et données de référence</i>	p. 524
6.2.3 – VERS UNE LOGIQUE DE GESTION DE PROJETS	p. 525
6.2.3.1 - La gestion des sites et du patrimoine archéologique à l'échelle d'une commune : la carte archéologique de Beaumont-sur-Oise	p. 525
<i>La carte des indices d'occupation de Beaumont-sur-Oise</i>	p. 528
<i>Problématique de gestion du patrimoine communal</i>	p. 529
<i>Procédures d'intégration</i>	p. 530
<i>Un outil de gestion de l'information et d'intégration des données dans les programmes d'aménagement</i>	p. 533
6.2.3.2 - Stratigraphie des formations alluviales et archéologie : la plaine alluviale de l'Oise	p. 536
<i>Le domaine d'étude : le fond de vallée de l'Oise</i>	p. 538
<i>Les données documentaires et la stratégie de développement de l'application</i>	p. 540
<i>Gestion des informations</i>	p. 549
<i>Les principaux résultats</i>	p. 549
<i>Intérêt et utilisation de l'étude</i>	p. 550
6.2.3.3 - Un outil adapté pour la gestion opérationnelle : l'exemple de la francilienne	p. 551
<i>Les conditions de développement du système</i>	p. 552
<i>Description sommaire des données constituant la base de données géographiques</i>	p. 558
<i>Objets et traitement des objets</i>	p. 558
<i>Description de l'information</i>	p. 559
<i>Premiers éléments de synthèse</i>	p. 560
<i>L'apport d'une approche SIG en contexte préventif</i>	p. 560
6.2.3.4 - De la gestion de l'urgence à une gestion raisonnée du fait archéologique. L'étude préalable et la réalisation de la déviation de la Rd. 915 à Marines	p. 562
<i>Les échelles d'étude</i>	p. 563
<i>Premiers éléments de synthèse</i>	p. 567
<i>Constitution et gestion des informations</i>	p. 569
<i>Calages des documents cartographiques</i>	p. 569
<i>Les documents utilisés dans la base de Marines</i>	p. 570
<i>Les fonds contemporains</i>	p. 570
<i>Les sources anciennes</i>	p. 571
<i>Les sources antérieures au XIX^e</i>	p. 571
<i>L'apport du logiciel de cartographie à la compilation des sources et des données et à leur analyse</i>	p. 573
<i>De la carte compilée au système d'information géographique</i>	p. 573
<i>apport du logiciel et apport du système</i>	p. 574
6.2.3.5 - Le Site « du Bois de Villers » à Chaussy : relevé, modélisation et	

visualisation tridimensionnelle du modelé du terrain pour l'interprétation archéologique du fait archéologique	p. 576
<i>Les axes de travail.....</i>	p. 577
<i>Le levé du site.....</i>	p. 577
<i>La délimitation de la zone à lever.....</i>	p. 578
<i>L'artère du levé : la polygonale.....</i>	p. 578
<i>Du MNT au modèle d'interprétation.....</i>	p. 580
<i>Les apports de la démarche.....</i>	p. 580
6.2.4 - AU DELÀ DU PROJET : L'INTÉGRATION DANS UNE LOGIQUE DÉPARTEMENTALE..	p. 584
<i>Vers un système en réseau</i>	p. 585
<i>Vers la mise en place des outils de Webmapping</i>	p. 585
<i>L'apport du système départemental aux archéologues</i>	p. 587
6.3 – ARGOS (GRECE).....	p. 591
6.3.1 - DE VOLGRAFF AU SIG OU L'ESPACE ARGIEEN REVISITÉ.....	p. 591
6.3.2 -LES PRÉDÉCESSEURS DU SIG ARGIEEN	p. 592
6.3.3 - DÉVELOPPEMENT DU PROJET D'INFORMATISATION	p. 593
6.3.4 - QUELQUES ÉLÉMENTS DE MORPHOLOGIE URBAINE OBTENUS AVEC LE SIG <i>(d'après S. Robert, L. Costa).....</i>	p. 596
6.3.5 -VERS DES DÉVELOPPEMENTS FUTURS ?	p. 599
6.4 – ETIOLLES	p. 603
6.4.1 - TAPHONOMIE DES SITES TARDIGLACIAIRES DANS LA VALLÉE DE LA SEINE EN AVAL DE CORBEIL-ESSONNES	p. 603
<i>La problématique du projet.....</i>	p. 604
<i>Le développement d'une base de données géographiques.....</i>	p. 604
6.4.2 - L'APPORT DE LA BASE DE DONNÉES À L'ANALYSE ARCHÉOGÉOGRAPHIQUE <i>(d'après S. Robert, L. Costa).....</i>	p. 606
<i>La constitution de la base de données géoréférencée (d'après L. Costa).....</i>	p. 606
<i>Les résultats de l'analyse archéo-géographique : La morphologie de la plaine alluviale (d'après S. Robert).....</i>	p. 608
<i>Conclusion (d'après S. Robert, L. Costa).....</i>	p. 608
6.4.3 - LES DONNÉES CHRONOLOGIQUES <i>(d'après M. Olive)</i>	p. 612
6.4.4. LES DONNÉES STRATIGRAPHIQUES <i>(d'après P. Rodriguez, A. Roblins-Jouve, L. Costa).....</i>	p. 612
<i>La méthode employée (d'après P. Rodriguez, L. Costa).....</i>	p. 612
<i>Les résultats des modèles numériques (d'après P. Rodriguez, L. Costa).....</i>	p. 613
<i>L'interprétation géomorphologique : l'évolution de la vallée de la Seine (d'après P. Rodriguez, A. Roblins-Jouve)</i>	p. 615
6.4.5 - CONCLUSION : VERS UNE ARCHÉOLOGIE PRÉDICTIVE.....	p. 621
6.4.6 - L'AVENIR DE CE PROJET	p. 621
6.5 - UMM HADDAR, WADI KUFREIN (JORDANIE).....	p. 627
6.5.1 - UNE BASE DE DONNÉES POUR LE SITE DE UMM HADDAR	p. 627

6.5.2 - UMM HADDAR, DE L'APPROCHE TOPOGRAPHIQUE À LA BASE DE DONNÉES	p. 628
<i>Présentation du site de Umm hadar</i>	p. 628
<i>La base de données géographiques</i>	p. 631
<i>Vers un modèle conceptuel de données simplifié</i>	p. 635
6.5.3 - LA BASE DE DONNÉES UMM HADDAR (BDD UH),	
ÉTAT DES DÉVELOPPEMENTS	p. 635
<i>Vers la mise en place d'un site collaboratif.....</i>	p. 635
6.5.4 - DES QUESTIONS HISTORIQUES AUX QUESTIONS DE CONDUITE DE PROJET.....	p. 637
6.6 - VILLAJOSYOSA, LA MALLADETA (ESPAGNE)	p. 639
6.6.1 - LE PROJET : VERS UNE BASE DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES POUR L'ANALYSE DU	
TERRITOIRE D'UN SANCTUAIRE IBÉRIQUE.....	p. 639
6.6.2 - DU SITE AU TERRITOIRE : DÉVELOPPEMENT D'UNE BASE	
DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES	p. 641
6.6.3 - LA BASE DE DONNÉES DE LA MALLADETA.....	p. 641
6.6.4 - LA BASE DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES ET L'APPROCHE ARCHÉOGÉOGRAPHIQUE (S.	
Robert, L. Costa).....	p. 649
<i>Le développement de la base de données (d'après L. Costa)</i>	p. 649
<i>De l'approche archéogéographique au développement d'une bdd géographique</i>	
<i>(S. Robert)</i>	p. 650
6.6.5 - LES PERSPECTIVES DE TRAVAIL	p. 653
6.7 - ITANOS (GRECE)	p. 657
6.7.1 - LE PROGRAMME ITANOS	p. 657
6.7.2 - CRÉATION D'UNE CARTE ARCHÉOLOGIQUE EN LIGNE A. DUPLOUY (d'après A. Duplouy, F.	
Eyraud).....	p. 659
<i>Partie publique : les sites archéologiques</i>	p. 659
<i>Partie privée : le matériel archéologique.....</i>	p. 659
6.7.3 - CHOIX TECHNIQUES ET PROGRAMMATION DU SITE	
INTERNET (d'après F. Eyraud)	p. 663
6.7.4 - CRÉATION D'UN SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE	p. 667
<i>La documentation en présence</i>	p. 668
<i>L'organisation des données</i>	p. 668
<i>Le modèle conceptuel de données d'ITANOS.....</i>	p. 668
6.7.5 - MISE EN LIGNE DU SIG DE LA PROSPECTION	p. 670
6.7.6 - VERS UN TRAVAIL COLLABORATIF ?	p. 671
6.8 – DELOS (GRECE)	p. 673
6.8.1 - LE PROGRAMME DELOS.....	p. 673
6.8.2 -DU DOCUMENT AU SYSTÈME D'INFORMATION SUR LE SANCTUAIRE DE DÉLOS....	p. 675
<i>Construire la donnée de référence</i>	p. 676
6.8.3 - L'APPORT POTENTIEL D'UNE BASE DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES À L'ÉTUDE DU	

SANCTUAIRE DE DÉLOS.....	p. 677
6.8.4 - QUEL MODÈLE DE DONNÉES POUR DÉLOS ?	p. 678
6.8.5 - PRINCIPES D'ORGANISATION DES DONNÉES	p. 679
<i>Produire des états des lieux.....</i>	<i>p. 679</i>
<i>Entités fonctionnelles</i>	<i>p. 679</i>
<i>Entités spatiales.....</i>	<i>p. 680</i>
<i>Mise en œuvre du modèle Délien</i>	<i>p. 681</i>
6.8.6 - PRINCIPES D'ORGANISATION GÉNÉRALE ET ARBORESCENCE DU SIG	p. 684
6.8.7 - PERSPECTIVES : INTÉGRATION DE NOUVELLES DONNÉES ET DÉVELOPPEMENT D'INTERFACES	p. 685
6.9 – ELCHE (ESPAGNE)	p. 689
6.9.1 - LE PROGRAMME ELCHE.....	p. 689
6.9.2 - ANALYSE DES CARRIÈRES D'ELCHE : UNE APPROCHE CARTOGRAPHIQUE	p. 691
6.9.3 - LA MÉTHODE : ENTRE TERRAIN ET ANALYSE DOCUMENTAIRE.....	p. 693
<i>La base de données géographiques Elche.....</i>	<i>p. 693</i>
<i>La documentation disponible pour la constitution de la base de données géographiques</i>	<i>p. 694</i>
<i>La mise en place de la base de données géographiques et du SIG.....</i>	<i>p. 694</i>
<i>L'intégration et l'analyse des données.....</i>	<i>p. 695</i>
<i>Premiers éléments d'analyse spatiale</i>	<i>p. 695</i>
<i>Répartition générale des établissements.....</i>	<i>p. 695</i>
6.9.5 - CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	p. 704
<i>Premiers résultats de l'étude de la carrière d'El Ferriol</i>	<i>p. 704</i>
<i>Premiers résultats de l'analyse cartographique</i>	<i>p. 704</i>
6.10 – ALPAGE.....	p. 707
6.10.1 - LE PROGRAMME ALPAGE	p. 707
6.10.2 - LA FABRICATION D'UN SIG HISTORIQUE POUR LA VILLE DE PARIS (d'après H. Noizet).....	p. 708
6.10.3 - TYPES D'UTILISATEUR ET DE CONDITIONS DE TRAVAIL (H. Noizet, L. Costa) p. 708	
6.10.4 - LES SOLUTIONS POUR PRODUIRE DES DONNÉES (H. Noizet, L. Costa, A. Dallo, G. X. Blary).....	p. 715
<i>Du travail en local au travail en ligne (H. Noizet, L. Costa).....</i>	<i>p. 715</i>
<i>Structuration du SGBD Références (A. Dallo, G. X. Blary)</i>	<i>p. 715</i>
<i>Mise en ligne du SGBD Références (A. Dallo, G. X. Blary)</i>	<i>p. 717</i>
6.10.5 - BILAN ET PERSPECTIVES.....	p. 721
6.11 – RESSOURCES CARTOGRAPHIQUES EN ILE-DE-FRANCE (RECIF).....	p. 723
6.11.1 - DYNARIF ET LA BASE DE DONNÉES RECIF.....	p. 723
6.11.2 - LA BASE DE DONNÉES RECIF : OBJET ET DESCRIPTIF SOMMAIRE	p. 724
<i>Descriptif.....</i>	<i>p. 724</i>
<i>Historique sommaire.....</i>	<i>p. 725</i>
6.11.3 - ÉLÉMENTS GÉNÉRAUX D'ORGANISATION DES DONNÉES.....	p. 725

<i>Organisation de la base</i>	p. 725
<i>Description géométrique et références sémantiques</i>	p. 726
6.11.4 - CATALOGUE DES DONNÉES ET LISTE SOMMAIRE DES COUCHES DE LA BASE	
RECIF	p. 726
6.11.5 - PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT	p. 735
6.12 – RETOUR SUR EXPÉRIENCES	p. 737
<i>Typologies d'applications</i>	p. 738
<i>Organisation des données</i>	p. 739
<i>Le point de vue technique</i>	p. 740
<i>La question de la conduite de projet</i>	p. 741
<i>Bilan et impacts des SIG sur les projets archéologiques</i>	p. 742
CHAPITRE 7 – CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES :	
IMPACTS ET ENJEUX DES SYSTÈMES D'INFORMATIONS GÉOGRAPHIQUES SUR LES ORGANISATIONS DE L'ARCHÉOLOGIE	p. 747
7.1 – RETOUR SUR UNE DEMARCHE	p. 747
<i>Observer les changements liés au monde numérique</i>	p. 747
<i>D'une informatique omniprésente aux usages implicites</i>	p. 749
7.2 – VERS DES EVOLUTIONS STRUCTURELLES	p. 750
7.3 – D'UNE DEMARCHE D'OBSERVATION A UNE DEMARCHE DE PRESCRIPTION	p. 751
<i>L'enjeu de la constitution des métadonnées pour les organisations de l'archéologie</i>	p. 754
BIBLIOGRAPHIE	p. 759
LISTE DES FIGURES	p. 797
VOLUME 4	
ANNEXE 1 – LES BASES DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES	p. 835
ANNEXE 2 - DOSSIER SIGVO	p. 841
2.1 - <i>Document de présentation du système</i>	p. 841
2.2 - <i>Spécification du modèle et organisation système</i>	p. 847
2.3 - <i>Spécifications techniques</i>	p. 859
2.4 - <i>CCTP intégration des fonds documentaires</i>	p. 911
ANNEXE 3 - UMM HADDAR	p. 937
3.1 - <i>Catalogue des relevés</i>	p. 939
ANNEXE 4 - ITANOS	p. 1025
4.1 - <i>Atlas cartographique de la prospection d'Itanos</i>	p. 1027

ANNEXE 5 - ELCHE	p. 1047
5.1 - Atlas topographique au 1/2000 ^e des carrières d'Elche.....	p. 1045
 ANNEXE 6 - ALPAGE	p. 1093
6.1 - Dossier ANR du programme Alpage.....	p. 1095
 ANNEXE 7 - RECIF	p. 1145
7.1 - Atlas des patrimoines du Val-d'Oise.....	p. 1147