

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 1 - SIG, nature et enjeux

Introduction

Chapitre 1- La géomatique et les organisations de l'archéologie

Chapitre 2 – Les SIG en archéologie : tentative de définition

Chapitre 3 – L'analyse sociale et organisationnelle des SIG

Chapitre 4 – Vers un observatoire des pratiques géomatiques des organisations de l'archéologie

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 – VILLAJOYOSA (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

REMERCIEMENTS

INTRODUCTION

Poser la question de l'**impact des Systèmes d'Information Géographique (SIG) sur les organisations de l'archéologie** à un moment où de plus en plus de publications montrent tout l'intérêt de la mise en œuvre de tels outils pour notre discipline peut sembler curieux. Mais aux réponses que devrait apporter une littérature toujours plus abondante sur la thématique des SIG en archéologie s'est substitué un questionnement **sur la nature même de ces systèmes et sur leur efficience réelle pour notre discipline.**

En effet, dans la pratique nous avons pu faire le constat que le terme SIG couramment utilisé, englobait (voire aplatissait !) un nombre de réalités extrêmement variées aussi bien sur le plan des d'outils, des applications, que des résultats.

Même si l'utilisation des SIG est devenue courante, leurs impacts sur notre travail quotidien reste difficilement perceptible sans un regard plus nuancé prenant en compte en premier lieu, la technologie dont la morphologie et les potentiels déterminent les résultats que l'on peut en attendre ; mais aussi, et de manière peut-être moins évidente mais tout aussi fondamentale, le contexte c'est-à-dire le cadre historique et les organisations¹ au sein desquelles ces outils sont mis en œuvre.

L'apparent succès de la géomatique masque la complexité des mécanismes de diffusion, d'appropriation et d'utilisation de ces outils. Aborder la question de l'apport de cette technologie pour notre discipline, c'est adopter un point de vue qui ne peut faire l'économie d'une analyse de ce que R. DEBRAY nomme les médiations techniques² [DEBRAY 1991a]. La pratique d'une science ne peut plus aujourd'hui être pensée indépendamment des configurations matérielles dont elle est imprégnée. Pour B. LATOUR : « *On trouve donc dans les pratiques scientifiques un noyau dur, celui des contenus scientifiques entouré d'un environnement social, politique et culturel, celui du contexte.* » [LATOUR 1989a : p.426]

L'Archéologie, science d'érudition et donc science de l'information [GUIMIER-SORBETS 1996a], est la résultante de l'activité cumulée d'organisations et d'acteurs qui poursuivent des objectifs propres avec des problématiques, des moyens, des outils et sur des territoires différents. Ces organisations tendent vers un but commun minimal : la reconstitution des

1 - Une organisation est entendue dans le sens de CROZIER, MINTZBERG [CROZIER, MINTZBERG 1977] c'est-à-dire comme un ensemble (En théorie des ensembles, un ensemble désigne intuitivement une collection d'objets que l'on appelle éléments...) d'individus, regroupés au sein d'une structure régulée, disposant de moyens, ayant un système de communication facilitant la circulation de l'information, dans le but de répondre à des besoins et d'atteindre des objectifs déterminés.

2 - [DEBRAY 1991 : *Les diagonales du médiologue. Transmission, influences, mobilités. Les enjeux oubliés de la mobilité, p. 65 - 66*] : « *on vérifiera une fois de plus que les médiations techniques ne constituent pas des intermédiaires inertes entre l'homme et la nature, mais des agents de transformation, aux effets imprévisibles et saugrenus. Edgar Poe parlait « des puissances de paroles ». Ce sont ces puissances de l'automobile qui intéressent le médiologue, à savoir tout ce qu'elle a défait et refait dans l'urbanisme, l'économie civile, dans le marché du travail, l'invention du paysage, la redéfinition des monuments, dans la valorisation sociale de la vitesse, etc. bref dans « le tissu conjonctif », dans l'atmosphère sociale des sociétés d'hier, pédestres et cavalières. [...] Une communauté, par exemple une nation, une cité, une fédération, regroupe tous les gens qui partagent un certain territoire et une certaine histoire. Et le partage des représentations communes - qui fait une subjectivité collective, une mentalité, un imaginaire- ne peut être pensé indépendamment des configurations matérielles que revêtent à chaque époque l'espace et la durée. La régulation pratique de nos coexistences dépend des modes d'appropriation technique de notre environnement. ».*

systèmes culturels du passé à partir des traces matérielles qui en subsistent.

Les techniques sont porteuses de projets, de schèmes imaginaires, d'implications sociales et culturelles variées [LEVY 1997]. Leurs présences et leurs usages en tel lieu à telle époque cristallisent des rapports de forces chaque fois différents entre êtres humains. Les SIG, instruments au service d'une discipline, sont aussi porteurs d'idées, de projets sociaux, d'utopies, d'intérêts économiques, de modèles dominants conscients ou non. La compréhension de leurs modalités de diffusion et d'insertion dans nos pratiques quotidiennes, au sein de nos organisations est donc un enjeu pour l'avenir de ces mêmes pratiques et de ces mêmes organisations. Plus que jamais, il devient nécessaire d'observer, pour les comprendre, ces mutations qui constituent notre discipline et réfléchir sur de nouveaux processus pour initier, piloter et promouvoir les développements technologiques à venir.

Ainsi, si on peut faire l'hypothèse d'une relation entre une technologie et une pratique disciplinaire donnée, le lien est beaucoup plus complexe qu'un rapport de détermination de l'une vers l'autre. Une technique ouvre certaines possibilités, certaines options méthodologiques qui ne pourraient être envisagées sans sa présence. Mais parmi les alternatives qui peuvent être mobilisées, certaines seulement sont choisies. Une technique est donc à la fois la résultante et l'origine d'un besoin. Une discipline produit sa technique tout comme elle est conditionnée par ses techniques. La compréhension des modalités de diffusion et d'appropriation des SIG dans la communauté des archéologues suppose le développement d'une réflexion sur le fonds commun de connaissance qui compose la discipline mais aussi (et surtout) sur les pratiques telles qu'elles existent dans les différentes composantes de notre communauté.

C'est pourquoi le « mieux » généralement invoqué pour justifier l'utilisation croissante des SIG au sein de nos organisations en archéologie nous semble un peu simpliste. On ne peut évidemment pas nier que les SIG (et la géomatique en général) apportent au final une réelle plus value pour la gestion et la manipulation des données en autorisant des traitements impossibles autrement. Sur ce dernier point, les aspects les plus couramment évoqués que sont les gains de temps ou encore une augmentation de la puissance d'analyse doivent, face à l'expérience, être très largement pondérés.

Le gain de temps apporté par la mise en place d'un SIG n'est pas forcément évident et surtout rarement immédiat si on le met en regard d'un traitement plus «classique» avec un outil de dessin assisté par ordinateur (DAO). Quant à l'augmentation des possibilités d'analyse, elle est réelle, mais sous réserve d'une connaissance préalable des méthodes implémentées dans le logiciel et d'une connaissance des fonctionnalités et des procédures liées à l'application. Cet ensemble de connaissances suppose en préalable un investissement sur la durée (formation) et une réflexion initiale importante (formulation des questions en cohérence avec les possibilités de traitement des applications)...

La vision positive, même si elle possède une part de réalité, n'est donc pas suffisante pour

expliquer l'adoption et la diffusion d'une innovation dans une discipline donnée [FLICHY 2003].

L'archéologie a connu durant ces 20 dernières années de gros changements structurels qui sont encore très loin d'être achevés : dispositifs législatifs renouvelés, apparition et montée en puissance de nouvelles structures (AFAN - INRAP, Services archéologiques de collectivités, structures privées), redéfinition des structures de recherches (UMR et établissements d'enseignement supérieur)... Ces changements ont eu et auront encore une grande influence sur les pratiques et les outils qui leurs sont associés.

L'importance actuelle de la géomatique dans notre discipline ne peut donc pas être comprise sans prendre en compte ces états de fait. « *A la place des idées, des pensées et des esprits scientifiques, on retrouve des pratiques, des corps, des lieux, des groupes, des instruments, des objets, des nœuds, des réseaux.* » [LATOURE 1989b : p. 68]

Le point de vue développé dans ce travail est donc celui d'un archéologue qui se trouve confronté à une nouvelle économie du savoir [LEVY 1990] entraînant des changements dans les modalités de mise en œuvre de sa discipline et qui souhaite comprendre ces développements pour proposer les bases d'une posture méthodologique adaptée à ces évolutions.

Cette approche, nous l'avons précédemment engagée à l'occasion d'un mémoire de maîtrise [COSTA 2000], où nous avons tenté de percevoir ce que les bases de données cartographiques avaient changé dans nos manières de faire, d'interpréter et de voir. Par une analyse formelle et structurelle du projet développé dans le Val-d'Oise, appuyée sur un inventaire critique des bases de données géographiques du service départemental d'archéologie du Val-d'Oise (SDAVO)³, nous nous étions attaché à comprendre les différentes étapes de la construction et de l'évolution de ce projet. Il s'agissait alors de percevoir le rôle et l'apport du logiciel SIG face aux besoins de cette équipe d'archéologues.

Loin de se réduire à un épiphénomène technologique, l'outil développé par ce service a été et reste toujours le centre d'une dynamique complexe dont on a pu dégager quelques axes : nécessités de gestion de l'information, contraintes techniques, cadre institutionnel, problématiques de recherche, sensibilité des équipes face aux outils.

Autant de facettes qui nous ont montré que ce processus d'instrumentation mettait en jeu différentes logiques : des logiques de discipline, des logiques spécifiques aux technologies, et surtout des logiques humaines [GUIMIER-SORBETS 1999].

C'est le même besoin de comprendre l'impact des systèmes d'information géographique sur nos pratiques qui nous a poussé à poursuivre et à élargir dans un mémoire de DEA [COSTA 2002b] et aujourd'hui à l'occasion de cette thèse les questionnements initiés précédemment.

3 - autrement appelé « dictionnaire des méta données »

Ce que nous cherchons dans l'observation d'un certain nombre d'expériences et par une série d'expérimentations menées dans le double domaine de l'archéologie et de la géomatique et volontairement puisées dans diverses organisations, c'est à construire un point de vue nous permettant de lire **les enjeux associés à la vision spécifique induite par les technologies de l'information géographique (TIG) en archéologie.**

Pour cela, l'objectif que nous nous sommes fixé a été de constituer un *corpus* suffisamment large de projets et d'expérimentations pour constituer une base de connaissance propre à soutenir un discours sur une pratique toujours en voie de progression et d'évolution.

Nous avons choisi d'adopter deux discours conjoints pour percevoir les systèmes d'un point de vue extérieur au travers leurs utilisations et leurs utilisateurs, mais aussi sous un angle plus interne par le développement d'expérimentations dans le cadre de différentes équipes de recherche.

Cette approche, quelque peu déstabilisante dans ses débuts, s'est peu à peu structurée à mesure que se sont accumulées les observations et que se sont développés les projets. Ce sont des perceptions, des rapports d'acteurs ou de groupes d'acteurs, possédant une histoire, une culture, des moyens et qui ont développé leurs expériences face aux TIG que nous avons cherché à retranscrire pour en dégager les points communs et les singularités.

Pour répondre à cette démarche, nous nous sommes tournés vers des concepts et des outils à même de nous offrir une vision de la géomatique différente de celle que possédaient les archéologues et permettant d'intégrer toute la dimension humaine dont nous pensons, par expérience, qu'elle est prépondérante. Nous nous sommes alors très largement appuyés sur les travaux des spécialistes des organisations, et tout particulièrement sur ceux des sociologues, afin d'établir une grille de lecture qui soit à même de nous permettre de comprendre les différentes dimensions des projets qui composent notre *corpus* d'étude.

L'archéologie en temps que discipline est vue ici comme un ensemble d'organisations (organismes, institutions, structures informelles..) qui poursuivent leurs propres objectifs selon des modalités qui leurs sont spécifiques. Il n'y a alors plus «une archéologie» mais « des archéologies » qui s'interconnectent pour former une discipline.

Ainsi l'archéologie, vécue comme un assemblage mouvant d'organisations qui se développent selon des politiques propres, devient une discipline multiforme et active qui se progresse aussi bien selon des logiques liées à la recherche fondamentale que sur un plan plus opérationnel dans le cadre d'enjeux qui la dépassent très largement tels que l'aménagement du territoire, la gestion du patrimoine culturel ou l'organisation de la recherche.

Selon nous, l'archéologie ne doit plus être envisagée comme une discipline monobloc mais comme un champ de connaissance multipolaire et multi-organisationnel où des outils, tels que les SIG, traduisent non seulement les logiques propres de la discipline mais répondent aussi aux besoins et aux contraintes des organisations. Ainsi, l'examen de la mise en œuvre de SIG

dans chacune des organisations permet de mettre au jour des lignes directrices collectives mais aussi des différences profondes et structurelles, tant au niveau des techniques et des méthodes de développement, des infrastructures matérielles, des objectifs ou des résultats attendus.

Cette évaluation des spécificités organisationnelles de chacun des acteurs de l'archéologie est donc un pré-requis pour proposer une vision de synthèse de l'utilisation de ces technologies, pour en cerner les grands apports et peut-être en orienter les futurs développements.

Pour nous, les utilisations des outils géomatiques en archéologie et les formes qu'elles prennent, témoignent d'autre chose que d'une simple amélioration technique dans le traitement des données. Il s'agit plutôt de la mise en place d'un processus d'une intelligence collective, au sens du philosophe P. LEVY, qu'il est stratégique de comprendre si l'on veut l'exploiter dans toutes ses dimensions : « *système ouvert d'autocartographie dynamique du réel, d'expression de singularités, d'élaboration de problèmes, de tissage de lien social par l'apprentissage réciproque et la libre navigation dans les savoirs.* » [LEVY 1997 : p. 238]⁴

* *
*
*
*

Notre travail est structuré en sept chapitres :

Nous traitons dans le chapitre 1 la question de l'appropriation des SIG par la communauté archéologique nationale. Le développement des SIG est d'abord vu par le biais d'un historique du développement de ces systèmes en France puis par la question de leur insertion progressive dans les organisations de l'archéologie.

Le chapitre 2 est axé sur la question de la définition des SIG appliqués à l'archéologie. Plutôt que de nous appuyer sur une définition préétablie et issue des géographes, nous avons fait le choix de ne pas en proposer *a priori* et de construire au fur et à mesure de notre développement les différents éléments nous permettant de cerner au mieux ces systèmes. Pour cela, nous nous sommes inspiré des travaux d'un géographe [JOLIVEAU 2004] pour adopter trois angles de vue :

- ⇒ Le premier est un angle fonctionnel : à quoi sert un SIG dans les organisations de l'archéologie ? Ici, nous traitons des objectifs des SIG, de la cartographie jusqu'aux modélisations.
- ⇒ Le second est un angle structurel : de quoi se composent les SIG des organisations de l'archéologie ? Cette approche nous permet d'explorer les différentes conceptions dont peuvent relever les SIG qui vont de l'outil technique au système d'information des organisations.
- ⇒ Le troisième est un angle procédural : comment met-on en œuvre un SIG dans les

4 - [LEVY 1997] Levy (P.) - Cyberculture. Rapport au conseil de l'europe. 1997.

organisations de l'archéologie? Cette perspective nous permet d'aborder la question de la gestion et de l'évolution des processus de constitution de l'information.

Ces trois perspectives d'approche nous permettent de mettre en exergue la dimension projet liée à la mise en œuvre de tout système d'information et introduisent le chapitre 3 dans lequel nous amenons le point de vue des sociologues et des géomaticiens sur l'analyse des SIG. Nous y définissons aussi une série de concepts traitant du fonctionnement des organisations qui ont été à la base du développement de notre grille de lecture des projets géomatiques. La présentation de cette grille est développée dans le chapitre 4.

6

Le *corpus* des projets de l'observatoire est présenté dans son intégralité dans le chapitre 5. Les projets sont regroupés par grands types d'organisations, à savoir : les services archéologiques de collectivités territoriales, le Ministère de la Culture, l'INRAP puis les organismes de recherche et les établissements d'enseignement supérieur. Chaque projet y est présenté sous forme d'une fiche descriptive et analytique et chaque ensemble de projets fait l'objet d'un récapitulatif par organisme. Actuellement le *corpus* est composé de plus de 90 fiches qui, loin de prétendre à l'exhaustivité, donnent une image que nous estimons cependant significative d'une pratique en pleine évolution.

L'analyse et la synthèse de cet ensemble de projets nous permettent de broser un premier panorama de la géomatique des organisations de l'archéologie selon quatre grandes infrastructures qui sont constitutives de tout système d'information : organisationnelle, technique, des données et d'analyse.

Cette première vision de synthèse est complétée par une série d'expérimentations qui sont présentées dans le chapitre 6. Ces expérimentations sont issues de travaux menés dans le cadre de notre activité professionnelle durant ces dix dernières années. Elles relèvent essentiellement de deux contextes organisationnels : d'une part des travaux menés au sein du service archéologique du département du Val-d'Oise (SDAVO) avec le projet Système d'information géographique du département du Val-d'Oise (SIGVO) ; d'autre part, des travaux menés avec les équipes de l'UMR 7041 ArScAn – *Archéologies et Sciences de l'Antiquité* basée à Nanterre à laquelle je suis rattaché depuis 2007.

Cet ensemble composé de dix unités de projet, compose un *corpus* très varié d'applications ayant des problématiques, des cadres, des champs chronologiques et culturels très variés. La plupart sont encore en cours de développement. Leur ordre de présentation suit l'ordre chronologique de leur réalisation :

- ⇒ **Le système d'information géographique du Val-d'Oise** : Ce projet développé à partir de la politique mené par ce service durant une dizaine d'années a connu un fort développement à partir de 1994 avec la mise en œuvre du premier outil SIG dans le département du Val-d'Oise. L'originalité du système d'information du service départemental d'archéologie est d'avoir su combiner différents niveaux d'approche et différentes échelles de projets pour aboutir au développement d'une interface

intégrée ouvrant sur une approche globale d'un territoire.

⇒ Les expériences menées ensuite et successivement au sein de l'UMR 7041 Archéologies et Sciences de l'antiquité

⇒ **Argos (Grèce)** : Ce projet né en 2003 d'une collaboration inter-institutionnelle entre l'Ecole Française d'Athènes, l'UMR 7041 ArScAn et le SDAVO a été l'occasion de développer une base de données géographiques à l'échelle urbaine recensant 30 années d'archéologie préventive sur une ville grecque.

⇒ **Etiolles (France)** : Engagé en 2003, le programme de recherche sur l'évolution morphologique de la vallée de la Seine autour du site paléolithique *d'Etiolles* a permis d'aborder l'étude des conditions préférentielles de conservation des vestiges.

⇒ **Umm Haddar (Jordanie)** : Le développement à partir de 2006 de cette base de données de gestion des données archéologiques de la fouille de *Umm Haddar* (Wadi kufrein) prend son origine dans un questionnement plus vaste sur l'organisation du domaine hellénistique d'*Irak El Amir*.

⇒ **Villajoyosa (Députacion de Alicante, Espagne)** : Depuis 2006, le développement de la base de données géographiques de *Villajoyosa* a permis de lier deux échelles d'approches : celle de la fouille de l'établissement ibérique de la *Malladeta* et celle de l'étude de l'espace communal dans ses différentes composantes. L'objectif est de travailler sur la dynamique de structuration de ce territoire sur la longue durée.

⇒ **Itanos (Crète, Grèce)** : Le développement du SIG Itanos en 2007 se rattache à un programme interdisciplinaire dont l'objectif est de retracer à l'échelle micro régionale la dynamique de l'occupation humaine dans la péninsule extrême-orientale de Crète autour des ruines antiques de la cité grecque *d'Erimopouli* (Commune de *Palaikastro*).

⇒ **Délos (Cyclades, Grèce)** : Le développement à partir de 2007 sur le site de Délos d'une base de données de référence à l'échelle du sanctuaire d'Apollon permet de mener une réflexion sur l'intégration d'une documentation archéologique foisonnante (planimétrique ou non) alliant de multiples échelles et des approches variées (archéologique, architecturale, environnementale, géophysique...).

⇒ **Elche (Députacion de Alicante, Espagne)** : La zone nord d'Elche recèle un ensemble de carrières dont l'exploitation s'est étendue de la période ibérique jusqu'à la période moderne. Le développement en cours de la base de données initié en 2007 permet d'associer autour d'une interface commune des géologues, archéologues et géomaticiens.

⇒ **Analyse diachronique de l'espace Parisien, approche GÉomatique - Alpage (Paris, France)** : Ce projet lancé courant 2007 vise à mettre en place des synergies et des outils de travail mutualisés entre Sciences et Techniques de l'Information et de la Communication (STIC) et Sciences Humaines et Sociales (SHS) permettant

de soutenir et de développer des recherches concernant l'espace Parisien.

- ⇒ **Ressources cartographiques en Ile-de-France - ReCIF (Ile-de-France, France) :** Le projet collectif de recherche (PCR), Dynamique et résilience des réseaux routiers en Ile-de-France (DynarIF) initié en 2007 a donné lieu à partir de 2008 à la mise en place et au développement d'une base de données de ressources plus générale qui recense la documentation cartographique du XVII^e siècle à nos jours.

Chacun des projets est décrit selon les quatre infrastructures évoquées plus haut : organisationnelle, technique, de données et d'analyse. Cette diversité nous permet de proposer un second niveau de synthèse en rentrant dans une analyse cette fois plus structurée traitant à la fois du projet, des bases de données géographiques ou d'aspects plus informels tels que les procédures de mise en œuvre.

Un point qu'il est important de mentionner c'est que, contrairement à la plupart des travaux mettant en œuvre les SIG, nos attendus dans le cadre de cette thèse sont d'abord d'ordre méthodologique. Ici, tout projet, qu'il soit considéré comme succès ou comme échec nous intéresse dans sa globalité et pas seulement pour ses résultats.

C'est pour cette raison que nous nous sommes appuyé sur des bases de données préexistantes, développées dans le cadre de projets plus ou moins indépendants les uns des autres. Nous les présentons d'ailleurs comme des entités qui possèdent leurs propres logiques. L'ensemble du chapitre 6 compose une série qui, de premier abord, peut sembler très hétérogène. Cette variabilité est pour nous une richesse qui témoigne à la fois d'une évolution des pratiques et des besoins mais qui illustre aussi une certaine continuité d'action (parce que suivi par une même personne). Ainsi des contextes à chaque fois différents peuvent ici être mis en relation les uns avec les autres pour soutenir une approche critique du développement des SIG en archéologie.

Enfin, ce qu'il faut rappeler dès à présent, c'est que le développement d'un SIG est d'abord un travail d'équipe dans lequel il est difficile, voire impossible de dégager ce qui relève de l'un ou l'autre des acteurs du projet. Le développement d'une base de données archéologiques, spatiale ou non, est un exercice qui mêle à la fois un travail sur 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 chercheur. Nous n'avons donc pas souhaité dissocier ce qui relevait de la production technique pure du travail d'analyse thématique. Les textes présentés dans les pages suivantes s'appuient sur des travaux réalisés en dehors du cadre strict de ce travail et pour certains déjà publiés. Nous avons fait le choix de reprendre tout ou partie de certains de ces travaux, en mentionnant nommément en tête de paragraphe les auteurs qui en sont à l'origine.

Le chapitre 6 est conçu comme une série de présentations de travaux et le lecteur pourra au choix suivre le fil du discours ou y naviguer librement pour y trouver des exemples

d'approches et de développements qui ont été menés avec ces différentes équipes. Le grand intérêt de cette juxtaposition d'exemples, est de nous permettre d'interroger les différentes phases de développement auxquels tout archéologue se retrouvera confronté dans la conduite de projet SIG en archéologie. Les SIG sont en passe de devenir des outils quotidiens (s'ils ne le sont déjà dans certains groupes ou institutions !). Le fait touche de manière plus ou moins marquée l'ensemble des organisations de l'archéologie et ce sont des clefs pour la gestion de ce quotidien qu'il faut construire.

Nous terminons, après cette phase d'analyse, avec le chapitre conclusif (chapitre 7). Un des intérêts des SIG est de rendre potentiellement comparable des informations en leur donnant au moins une dimension commune : l'espace. Or, dans les pratiques on se rend compte que la distance à parcourir est encore longue pour obtenir si ce n'est une homogénéisation (qui n'est pas forcément souhaitable) tout du moins une cohérence et une interopérabilité des bases de données. Même s'il n'y a pas et il ne peut y avoir une et une seule solution sur la question du développement des bases de données géographiques, il faut mettre en place des outils pour proposer des formes-réponses adaptées à des objectifs et des groupes donnés. C'est selon cette perspective que nous allons travailler pour dégager de la variabilité issue de l'expérience non pas un modèle de base de données unique et dominant, mais un ensemble de réflexions pour favoriser la mise en cohérence des démarches et des données tout en prenant en compte les logiques de chacun des projets.

Ce dernier chapitre porte sur la question de la mise en place de normes, de standards et de protocoles de développement, qui serviraient à construire les bases de données de demain. Unifier et normaliser les données de tous les projets est une utopie primaire qui est aujourd'hui derrière nous. En revanche, aboutir à la définition d'un noyau minimum (informations, structures, pratiques) permettant de constituer des applications contenant des données potentiellement échangeables est possible et très largement souhaitable.

Il faut pour cela développer une véritable méthode d'analyse stratégique des projets et des outils permettant de lire les différents enjeux de ces développements et de faire dialoguer les différents univers de discours qui composent notre discipline.



CHAPITRE 1
LA GÉOMATIQUE
ET LES ORGANISATIONS
DE L'ARCHEOLOGIE

CHAPITRE 1

LA GÉOMATIQUE ET LES ORGANISATIONS DE L'ARCHÉOLOGIE

1.1 - VERS UNE APPROCHE DES SIG EN ARCHÉOLOGIE

1.1.1 - UNE ADOPTION MASSIVE MAIS PROGRESSIVE DE CES TECHNOLOGIES

L'enthousiasme que manifestent les archéologues francophones vis à vis des Systèmes d'Information Géographique (SIG) est un phénomène relativement récent si on le compare à celui, voisin, de la diffusion des bases de données dont le développement a été continu depuis les années 1960 [DJINDJIAN 1985 : p. 121 - 128].

Ce n'est que vers le début des années 1980 que les équipes archéologiques françaises vont avoir l'idée d'investir dans les premières applications de cartographie automatisée. Parmi les exemples pionniers, citons l'expérience marseillaise [APVM 1980]. Une base de données géographiques intégrant les planimétries des sites mis au jour durant les opérations d'archéologie de sauvetage a été créée par l'Atelier du Patrimoine de la Ville de Marseille (APVM) [DROCOURT 1993 : p. 14 - 16]. Pour la première fois au niveau national des informations traitant de l'actuel, du sous-sol et du patrimoine ont été réunies sous la forme d'un plan numérique vectoriel associé à une base de données alphanumériques. Cette expérience, unique en son genre à cette époque, va le rester jusque dans les années 1990 avec le véritable envol de ces outils et leur diffusion au sein des organisations de l'archéologie qui vont investir progressivement et adopter ces technologies pour les utiliser dans le cadre de leurs activités.

L'exemple du Ministère de la Culture

A une autre échelle institutionnelle, au Ministère de la Culture, l'informatisation des données de la carte archéologique nationale sous la forme d'un Système de Gestion de Base de Données (SGBD) a été engagée dès 1978 avec la création du système SIGAL I (Système Informatique de Gestion des sites ArchéoLogiques, 1978 – 1987). Celui-ci a été remplacé par le système SIGAL II (1987 – 1990) puis un peu plus tard par le système DRACAR (Direction Régionale des Affaires Culturelles – ARchéologie, 1991-1999) dont le volet géographique n'a été mis en place qu'à partir de 1993. Le module SCALA, basé sur un noyau logiciel SIG (Arc-Info sur Station Unix) et conçu comme un outil complémentaire au noyau DRACAR a été déployé peu à peu dans tous les Services Régionaux de l'Archéologie (SRA) du Ministère de la Culture à la fin des années 1980 [GUILLOT, LEROY 1995]. Aujourd'hui, avec l'application PATRIARCHE (PATRIImoine ARCHEologique) mise en place à partir de 2001, ce qui n'était qu'un module de complément est devenu le principal point d'entrée du système.

Le cas du Val-d'Oise

Au Service Départemental d'Archéologie du Val-d'Oise (SDAVO), le premier logiciel SIG a été déployé à partir 1990¹. Cette option, prise dans un contexte où l'utilisation des SIG était rare, même dans les collectivités territoriales, a représenté un tournant méthodologique important pour cette équipe. En choisissant de développer ce type d'outil, le SDAVO choisissait de mettre en exergue la dimension spatiale de l'information archéologique. L'opération a été d'autant plus délicate qu'au-delà des questions d'ordre méthodologique, les questions étaient alors aussi financières² et humaines. Peu d'expériences avaient été menées en pareil contexte [KRIER, SUMERA, WABONT 1995]. Cet outil n'a d'abord été qu'un ajout marginal au système d'information alors développé pour la gestion de la carte archéologique [SOULIER 1998a]. Il n'a eut de cesse de se développer depuis, et constitue aujourd'hui l'élément central du système d'information de cette équipe d'archéologues territoriaux [COSTA, ROBERT 2008b].

Ainsi la « géomatization » des bases de données archéologiques, même des plus ordinaires, s'intensifie chaque jour. De plus, les développements récents dans le monde de la géomatique des communautés dites « *Open Source*³ » ou encore le développement de technologies dites « nomades⁴ » ou en « réseaux » [COSTA, ROBERT 2008b] qui arrivent aujourd'hui au sein de la communauté archéologique sont autant d'éléments qui, perçus globalement, témoignent des changements profonds qui affectent l'archéologie.

Ces transformations posent de manière accrue la question de la place des outils - et donc la question de leur définition -, dans nos processus de collecte, d'analyse, de redistribution et de conservation de l'information.

Pour aborder cette question, il nous a semblé nécessaire de construire un cheminement dont le préalable est une décomposition des concepts qui conditionnent l'utilisation des SIG.

A ce stade du travail, nous distinguons la géomatique⁵ des SIG. La première est l'activité générale qui met en oeuvre un ensemble de technologies constituées autour de la gestion de l'information localisée alors que la seconde est le produit principal de cette activité. Ce dernier regroupe à la fois des données numériques organisées sous la forme d'une base de données à références géographiques, des logiciels qui permettent de gérer ces informations,

1 - Le choix s'était alors porté sur le logiciel « Mac-Map ® », Société Klik développement, fonctionnant sur le système d'exploitation Macintosh. Il faut rappeler que jusque dans les années 2000 la communauté des archéologues était préférentiellement équipée d'ordinateurs Macintosh jugés alors plus simples d'emploi. Les fouilles de la cour Napoléon du Grand-Louvre en 1983 vont notamment être fondamentales sur cette question d'équipement. Pour la première fois, une fouille de grande envergure va être dotée de moyens informatiques importants pour l'époque [STURLA 1986]. Le chantier de la ligne D du métro à Lyon suivra sur la même logique [BURNOUF 1986].

2 - L'investissement n'était pas seulement lié à l'achat du logiciel, mais supposait un investissement global massif de l'ordre de plusieurs dizaines de milliers de francs si on additionne les coûts des matériels, logiciels et formation.

3 - La désignation *Open Source* (source ouverte en français) s'applique aux logiciels dont la licence respecte des critères précisément établis par l'*Open Source Initiative* (OSI), instance basée sur le bénévolat et chargée de la normalisation des développements. La communauté *Open-Source* se fonde sur la possibilité de libre redistribution, d'accès au code source, et de création de travaux dérivés.

4 - L'informatique dite nomade se caractérise par sa portabilité. Elle est basée sur la réponse au besoin de limiter la chaîne de traitement pour opérer directement sur le terrain. Les ordinateurs de poche, toute l'informatique embarquée et les portables de dernière génération sont quelques uns de ces outils nomades que chacun de nous possède et manipule quotidiennement.

5 - Le terme a été proposé à la fin des années 1960 par le scientifique français B. DUBUISSON, géomètre et photogrammètre, afin de refléter ce que devenait la réalité de cette profession à cette époque. C'est au Québec que le mot géomatique a été adopté et a pris toute sa signification au début des années 1980. Le Québec et particulièrement l'université de Laval l'ont constituée en tant que discipline à part entière. Ce terme est aujourd'hui admis par tous les professionnels qu'ils soient rattachés au secteur public ou au secteur privé. [http://www.scg.ulaval.ca/page.php?nom=géomatique, 17/12/2008]

des supports physiques relevant de productions et de restitutions plus ou moins complexes et des hommes qui les mettent en oeuvre.

Sur la base de cette proposition générique, nous allons essayer de délimiter pour notre discipline et sur la base de la pratique spécifique des archéologues, le profil d'un ensemble de technologies qui bien que devenues courantes recouvrent des réalités multiples sur les plans méthodologique, technologique ou encore organisationnel.

1.1.2 - UN PREMIER POINT TERMINOLOGIQUE

A la lecture des ouvrages traitant de SIG, on est frappé par la multitude des acronymes employés pour désigner cet ensemble technologique que nous avons choisi de regrouper sous le terme générique de géomatique. On trouve des termes tels que Système d'Information à Référence Spatiale (SIRS) [CARON, PORNON 1994], Système d'Information Territorial (SIT) [DEBARBIEUX, LARDON 2003], Banque de Données Urbaines (BDU) [YERCHOFF 1997b], Bases de Données Spatiales (BDS) [DIDIER, BOUYEYRON 1993], Base de Données Géographiques (BDG) [DENEGRÉ, SALGE 1996]... ou encore dans un domaine qui nous est plus proche Système d'Information Archéologique (SIA) [FRUITET *et al.* 1989]⁶. On trouve aussi une série de termes plus englobant tels que Technologies de l'Information Géographique (TIG), Sciences de l'Information Géographique [ROCHE 1999] (SIG) ou encore géomatique.

Plutôt que de discuter de cette multiplicité de termes, ce qu'il faut en retenir c'est qu'elle illustre la complexité et l'ambiguïté de ce qui est devenu une discipline à part entière. Le phénomène géomatique, avec son cortège de technologies, n'a cessé de se développer et de se transformer depuis ces 30 dernières années. Cet ensemble d'outils et de méthodes a d'abord été réservé à certains services publics disposant de moyens importants et d'équipes pérennes. En effet, le haut niveau de technicité, les coûts humains et financiers de ces outils induisaient qu'ils n'étaient maîtrisés que par un groupe restreint de techniciens. L'arrivée à la charnière des années 1980 des micro-ordinateurs et des logiciels bureautiques a été l'un des facteurs du déploiement massif de ces outils. Ce processus correspondant à une banalisation de la géomatique n'a aujourd'hui cessé de s'amplifier et l'archéologie, par la nature des données qu'elle traite mais aussi par ses modalités d'intervention, est tout particulièrement sensible à ces développements.

6 - Nous avons relevé l'utilisation de ce terme dans [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, pp. 226-236, <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=6705098> [Article en ligne au 31/05/1989].

1.1.3. UNE VISION PRAGMATIQUE DE L'APPLICATION DES SIG EN ARCHÉOLOGIE,

De la maturation des SIG en archéologie

Contrairement à ce qui est souvent écrit et pensé de bonne foi, nous ne pensons pas que le niveau des développements des applications géomatiques en archéologie soit au même niveau de maturité que celui des Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD). Celles-ci ont bénéficié d'un très large courant de recherche dans les années 1970 – 1980 avec des chercheurs tels que R. GINOUVES [GINOUVES 1971], J.-Cl. GARDIN [GARDIN 1972], ou plus récemment A.-M. GUIMIER-SORBETS [GUIMIER-SORBETS 1999].

Malgré une recherche et une pratique intenses, les interrogations qui sont soulevées par le développement des bases de données archéologiques sont cependant loin d'être résolues. L'évolution permanente des technologies et les questions que pose la mise en ligne des bases de données, ou encore le problème de la pérennité des applications et des informations sont quelques uns des questionnements qui maintiennent une certaine effervescence dans la communauté [GUIMIER-SORBETS 1999][CHAILLOU 2003]. Cependant, si les débats sont encore très vifs, il n'en reste pas moins que tout archéologue (ou presque) possède aujourd'hui la connaissance minimale lui permettant de développer sa propre base de données, aussi simpliste qu'elle puisse être.

Les SIG et bases de données, même débat ?

Le débat sur les applications des SIG dans les organisations de l'archéologie est à la fois proche et différent du débat sur les SGBD :

- Proche, car les SIG restent des bases de données. Comme telles, elles participent à la constitution des systèmes d'information utilisés par tout archéologue. Elles sont des outils d'acquisition, de structuration, d'analyse et de redistribution qui possèdent un impact sur nos pratiques de recherche et de gestion.
- Différent, car les SIG portent une dimension supplémentaire : la référence spatiale. Ce qui fonde la géomatique et qui la distingue des autres outils de gestion de données numériques, c'est l'utilisation de l'informatique pour la gestion et l'analyse de données se rapportant à et localisés sur la surface terrestre. On parle alors de données géo-référencées pour des données dont la localisation relative est définie par rapport à un système de référence. La localisation est alors faite en coordonnées géographiques (WGS 84⁷ ou UTM⁸) qui peuvent être elles-mêmes transformées en coordonnées projetées (système Lambert pour la France⁹). Le caractère universel du système permet alors d'établir des relations avec

7 - Le World Geodesic System 1984 (WGS 84) est le système géodésique adopté par la communauté internationale et associé au positionnement GPS. Les systèmes géodésiques permettent d'exprimer les positions d'un objet sur la surface du globe selon les trois coordonnées X (Latitude), Y (Longitude) et Z (Hauteur) par rapport à un ellipsoïde de référence.

8 - Universal Transvers Mercator. Système de référence géospatial international et adopté par l'union Européenne qui découpe la terre en 60 fuseaux de 6 degrés au nord et au sud soit 120 zones. On développe le cylindre de manière tangente à l'ellipsoïde le long d'un méridien pour obtenir une représentation plane. L'UTM est aussi utilisé comme système projeté.

9 - La projection conique conforme Lambert ou système Lambert est la projection adoptée par l'Etat Français. Adoptée pour des questions militaires, elle succède à la projection de Bonne en usage jusqu'au début du XIXe siècle notamment sur les cartes d'Etat-Major. Elle reste aujourd'hui, avec le Lambert 93, la projection de référence pour toutes les cartographies sur l'espace national, la Belgique, l'Estonie et

d'autres objets géographiques.

Si du point de vue des concepts il n'y a rien de véritablement innovant, ce sont les manipulations potentielles que permet la géomatique qui constituent les véritables points novateurs. Elle hérite, non seulement de la classique gestion informatisée des informations mais aussi des nécessaires connaissances liées à la discipline à laquelle elle s'applique. A ces connaissances, il faut ajouter un ensemble de savoirs spécifiques, liés à cette dimension géographique qu'elle mobilise dans des buts précis (cartographie, topographie, télédétection...).

La nature des SIG, tout comme leur (relative) nouveauté changent donc la perspective du débat : cartographie, géo-localisation, topométrie, modélisation de la donnée géographique, interrogation spatiale, sémiologie graphique pour représenter et analyser... sont nécessaires pour développer des bases de données géographiques optimales et ne font pas encore partie du capital commun de tout archéologue.

Sur ce dernier point et malgré sa banalisation progressive, l'utilisation des SIG reste encore perçue par les archéologues comme relevant de spécialistes techniciens, mais pas comme un outil classique de recherche ou même comme un objet de recherche en soi.

L'Association Française pour l'Information Géographique (AFIGEO), lors d'une enquête lancée en 2003 sur le métier de géomaticien a montré que la géomatique était associée à deux principaux niveaux de recrutements : techniciens et ingénieurs [AFIGEO 2003a]. La géomatique est donc un domaine d'activité actuellement considéré comme essentiellement technique. Dans un domaine plus proche de nous, le réseau Information Spatiale et Archéologie (ISA)¹⁰ dont l'un des objets est la diffusion et l'utilisation de la géomatique dans les divers milieux professionnels de l'archéologie reste lui aussi composé essentiellement d'ingénieurs, même si certains sont ingénieurs de recherche et très largement reconnus.

Il faut cependant pondérer ce constat en mentionnant la mise en place récente de plusieurs enseignements sur l'application des SIG à la recherche archéologique dont les volumes horaires sont très variables (quelques heures généralement). Parmi les universités en pointe sur la question on citera notamment l'existence d'enseignements dans les UFR d'histoire et d'archéologie des universités de Paris I Panthéon-Sorbonne, de Paris Ouest Nanterre La Défense, Blaise Pascal de Clermont-Ferrand, de Franche-Comté à Besançon, François Rabelais de Tours, de Bourgogne à Dijon, du Mirail à Toulouse... Cette liste qui n'est pas exhaustive montre que le besoin est important et qu'il sera très certainement amené à se développer dans les années futures.

L'analyse du contenu de ces enseignements met cependant en avant de manière quasi-exclusive la question de l'analyse spatiale¹¹. Ce choix apparaît révélateur de la confusion que

pour toutes les cartographies Européenne d'une échelle inférieure ou égale au 1/500 000 (<http://www.ign.fr>)

¹⁰ - <http://isa.univ-tours.fr/index.php>

¹¹ - Il est intéressant de lire à ce propos le rapport de conjoncture de la section 32 du CNRS [CNRS 32 2002] qui nous dit : « *L'accent est mis désormais sur des modèles dynamiques et sur des analyses multi-scalaires dont la mise en oeuvre est facilitée par un développement technique, le système d'information géographique* » (SIG). Un peu plus loin dans ce même rapport un chapitre entier est consacré à la géomatique considérée comme une procédure de traitement des données géographiques par ordinateur. Les auteurs appellent de leurs souhaits des transferts dans le domaine de l'archéologie, d'outils et de concepts propres aux géographes. Il nous semble que ici aussi la confusion règne entre les outils et les méthodes. La lecture des communications de l'ouvrage de référence « Archéologie et Espace » [CRA 1990] qui fait le point sur le développement de l'Analyse spatiale en Archéologie dans les années 1980-1990 montre bien que la question de l'outil

font beaucoup d'archéologues entre des techniques de traitement de données (dont l'analyse spatiale fait partie, tout comme l'analyse quantitative et statistique ou encore l'analyse exploratoire des données,...) et le développement d'un système d'information. Tout système d'information doit être perçu non seulement comme un ensemble de procédures faisant appel à des compétences techniques mais encore plus comme un projet scientifique mobilisant des problématiques, des informations, des savoirs et des acteurs. La question des SIG ne peut pas être réduite à celle de l'analyse spatiale mais doit plutôt faire l'objet d'une réflexion plus large qui intègre une dimension de conduite de projet en fonction d'objectifs clairement définis avec des moyens adaptés.

18

Aussi même si, aujourd'hui, la plupart des acteurs de l'archéologie font l'analyse que le mouvement vers plus d'information géographique et une utilisation plus intense de ces technologies est inexorable, nous sommes toujours dans une phase de découverte, de prise en main. Et cela même si le succès de l'utilisation des SIG est nettement affiché en archéologie.

1.1.4 - DU LOGICIEL AU SYSTÈME D'INFORMATION

Le SIG vu comme un outil technique

Présenter le SIG comme un outil n'est cependant pas totalement faux, car il n'est la plupart du temps qu'un moyen de tendre vers une finalité qui le dépasse. La notion d'outil peut être perçue sous deux angles complémentaires : un point de vue plutôt technique (ensemble de logiciels et de matériels techniques plus ou moins complexes d'apprentissage) et un point de vue plutôt conceptuel (ensemble de méthodes, modèles, informations). Il s'agit de ne pas les confondre.

Réduire le SIG à un support technique, complémentaire à la démarche de l'archéologue met de côté le fait qu'un système d'information de manière générale, et un SIG comme composant spécifique (par sa dimension spatiale) du SI d'une organisation (SI+G), est aussi une méthode de structuration de la pensée et donc une modélisation de la réalité [COSTA 2000]. Les archéologues qui pratiquent les systèmes d'information depuis maintenant plus de 40 ans ont déjà approfondi la question et J.C. GARDIN, R. GINOUVES, F. DJINDJIAN ou encore A.M. GUIMIER-SORBETS ont montré l'importance des processus d'instrumentation sur la structuration de la pensée [GUIMIER-SORBETS 1989]. Comme tout modèle, un SIG se développe autour d'une problématique donnée et ouvre sur un potentiel de résolution des questions qui découle en partie des fonctionnalités techniques disponibles, des potentiels des individus et des moyens structurels liés aux organisations.

L'adoption d'un SIG est donc à la fois la conséquence et la cause d'évolutions méthodologiques et structurelles des modes de pensée au sein d'un groupe. Des auteurs comme J.-C. CARON [CARON 1996], H. PORNON [PORNON 1998b] ou encore S. ROCHE [ROCHE 2004]

montrent que ces outils sont inscrits dans des logiques organisationnelles dont l'influence ne peut pas être négligée. En rester à une vue strictement technique nous amène donc à écarter le rapport réel et signifiant qui existe entre le praticien d'une discipline (l'archéologue), l'organisation au sein de laquelle il développe sa recherche (une institution, un organisme, un groupe donné, une structure d'action dont la forme peut être variée : PCR, ACI, GDR, GRI, GDRE,... projet de recherche sous toute ses formes) et le media technique particulier qu'il utilise (le SIG).

La diffusion progressive de ces outils dans les pratiques quotidiennes des archéologues doit donc nécessairement interroger sur leur développement dans le cadre de nos organisations. Comment analyser ces mêmes pratiques et par là construire les bases méthodologiques de demain ?

À travers ces systèmes, c'est une représentation de la réalité qui est encodée et qui se construit peu à peu comme cadre de référence à l'évolution de nos connaissances et à leur insertion dans le tissu social contemporain. C'est le fait que ces technologies s'insinuent dans de multiples usages quotidiens individuels ou institutionnels qui nous a conduit à nous interroger sur les relations entre les individus, l'espace et ses représentations.

Quelles transformations méthodologiques, conceptuelles sommes-nous en train de vivre ?

1.2 - LA GEOMATIQUE : DES OUTILS AUX CONSTRUCTIONS SOCIALES

1.2.1 - LA GÉOMATIQUE FRANCOPHONE

Les logiques d'adoption de la géomatique par les organisations de l'archéologie en France trouvent une partie de leurs origines dans l'histoire du développement de ces technologies, donc en dehors de notre champ disciplinaire.

On trouvera des éléments permettant de mieux cerner les différentes étapes de cette histoire dans [METL, CDU 1999], [ROCHE 2000] ou encore dans [PORNON 2007a et PORNON 2007b]. On a retenu plusieurs stades significatifs dans l'évolution de ces technologies :

- dans les années 1970 la naissance des premiers projets de cartographie numérique et de dessin assisté par ordinateur,
- au début des années 1980 l'apparition de la micro-informatique et les travaux de la mission parlementaire LENGAGNE,
- La fin des années 1980 / 90 avec le début de l'accélération de la diffusion des outils de la géomatique,
- Des années 1990 à nos jours avec le développement massif de l'offre *Open-source* et des technologies réseaux (notamment avec le développement du *World Wide Web*, des outils de *webmapping* et des outils de *géocollaboration*).

Les années 1970 : du Dessin Assisté par Ordinateur (DAO) aux premières Bases de Données Urbaines (BDU)

Les premières initiatives françaises dans le domaine de l'utilisation des outils informatiques pour la gestion des données à référence spatiale sont liées au développement de la cartographie assistée par ordinateur. Elles sont nées d'une volonté d'automatiser les opérations de dessin et de mise à jour de plans dans une perspective de gestion des territoires dépendant d'administrations locales. Les collectivités territoriales, plus particulièrement les villes et les communautés de communes, ont eu un rôle moteur dans le développement de ces outils qui pour la plupart, sont nés d'initiatives souvent isolées.

Paris a été l'une des premières villes françaises à mettre en place une « BDU » : Banque de données urbaines (ancêtre des SIG actuels). Créée à l'initiative de l'APUR (Atelier parisien d'urbanisme¹²) et de l'IAURP en 1969 (Institut d'aménagement et d'urbanisme de la Région Parisienne actuel Institut d'aménagement et d'urbanisme Ile-de-France - IAU idf¹³), elle contient des informations sur le bâti, le fichier parcellaire de la ville, des données INSEE... Elle reste encore aujourd'hui le référentiel municipal et continue d'être enrichie et mise à jour.

Certaines autres grandes collectivités ont suivi. On peut citer parmi les exemples les plus marquants :

- Le cadastre de la ville de Lille. Il s'est développé sur la base d'une opération lourde de création d'information géographique à l'échelle du 1/200^e. La mise en place des structures topographiques de base, le levé des 1800 km de voies et la vectorisation du cadastre ont duré 23 ans. Cette opération fait partie des expériences difficiles qui ont souffert de leur position pionnière.
- Le levé du plan cadastral et le complément topographique de la ville de Marseille. Cette BDU, mise en place en 1972, est une des plus anciennes et des plus marquantes. Elle est encore aujourd'hui en activité et enrichie par des mises à jour régulières. Il est à noter qu'un volet archéologique a été intégré à ce projet dès 1980 (cf. vol 2, chap 5.1.3, [cm3])

Le principal souci de l'époque n'était pas thématique mais plutôt technique. L'informatisation était avant tout perçue comme une possibilité d'automatisation et d'accélération de travaux répétitifs ou fastidieux. Les objectifs initiaux de ces bases de données se limitaient à la stricte gestion d'une information de référence (le plus souvent des plans parcellaires à grande échelle ou des données liées à la topographie urbaine) pour améliorer mécaniquement les temps de recherche, de mise à jour ou de production de plan. Par ailleurs, la réalisation de ces bases, nommées banques de données urbaines, a été confiée, soit aux services informatiques, soit aux services chargés de la réalisation des plans, et dans aucun cas aux services chargés de l'aménagement ou de l'urbanisme. Ce choix explique en partie les orientations faites

12 - www.apur.org

13 - www.laurif.org

il y a 20 ans au niveau des données de référence (types d'échelles, précision, référentiel géographique) ainsi que les types d'application développées (gestion cadastrale, gestion des voies...). On ne cherchait pas à changer les pratiques, mais simplement à améliorer la productivité des services face aux besoins sans cesse croissants de gestion des collectivités.

Les enseignements de ces années pionnières ont été conjoncturels et structurels :

- Conjoncturels d'abord car les difficultés majeures (notamment en terme de budgets ou de problèmes techniques) ont été liées au balbutiement de ces outils. Au moins dans les premiers temps, seules les collectivités locales avaient les moyens financiers de se lancer dans des projets dont la rentabilité n'était pas forcément évidente [ROCHE 1999 : p. 22]. Dans le cas du projet de BDU de la ville de Lille, cité plus haut, les dépassements budgétaires importants et des problèmes techniques incessants ont provoqué des retards considérables dans la réalisation de cette base de données.
- Structurels ensuite car peu à peu, à mesure que se développait l'autonomie des collectivités, le besoin de s'approprier le territoire se doublait d'un besoin de se doter des outils techniques nécessaires. Le besoin était d'autant plus important que les mutations technologiques étaient en quelque sorte doublées par des évolutions législatives. Les lois de décentralisation de 1982¹⁴ et de répartition des compétences de 1983¹⁵ vont donner aux collectivités locales une plus grande autonomie d'action. L'effet direct sur les systèmes d'information de ces collectivités a été le développement massif par celles-ci d'outils destinés à la gestion raisonnée de leurs territoires. Les initiatives se sont alors développées sans véritable coordination conduisant à un morcellement important des pratiques et parfois même à des concurrences entre systèmes [PORNON 1997]. L'Etat lui aussi s'est engagé sur la voie de la numérisation en lançant en 1998 la numérisation du plan cadastral (dit cadastre PCI : plan cadastral informatisé), opération de grande ampleur, puisqu'elle concernait plus de 585 000 feuilles, tableaux d'assemblage inclus. Faute de moyens structurels et d'une volonté politique suffisante le projet a été très vite abandonné dans sa forme initiale. Il a été repris dix ans plus tard par le programme du RGE (Référentiel à Grande Echelle) développé par l'IGN sur la demande de l'Etat dans le cadre de l'application de la directive européenne INSPIRE [INSPIRE 2007].

Les années 1980 -90 : le développement des SIG

Les décennies 1980 - 90 ont été marquées par les travaux de la commission parlementaire « LENGAGNE » [LENGAGNE 1999]. Celle-ci a fait le constat du glissement de la cartographie vers le monde de l'information géographique numérique et des difficultés qui s'y rapportent. On y trouve plusieurs mesures destinées à dynamiser le secteur dont la création d'un plan topo-foncier à grande échelle (topographique et cadastrale au 1/5000^e et au 1/2000^e) : le RGE et la création du Conseil national de l'information géographique (CNIG)¹⁶

14 - [Loi du 2 mars 1982, relative aux droits et libertés des communes, départements et régions dite «loi Defferre», n°82-623]

15 - [Loi du 7 janvier 1983 relative à la répartition des compétences entre les communes, les départements, les régions et l'Etat dite «loi Defferre», n°83-8]

16 - Le CNIG est une instance consultative placée auprès du ministre de l'équipement destinée à promouvoir l'utilisation de l'information géographique par des études, avis ou propositions. <http://www.cnig.gouv.fr>

ayant une mission de concertation entre les acteurs du domaine et force de proposition. Le CNIG a été institué par décret le 28 Janvier 1986.

Au delà de la création du CNIG, les recommandations de ce rapport ont été à l'origine de la constitution de deux bases de données d'envergure nationale : la Bd Carto et la Bd Topo (devenue aujourd'hui le RGE)¹⁷. Ces programmes gérés par l'Institut Géographique National (IGN) ont été lancés en 2001 et constituent aujourd'hui les nouveaux référentiels géographiques de la France (**cf. Vol 4 - Annexes : 1 - les bases de données géographiques en France**).

Ces années ont été aussi celles de l'avènement de l'imagerie satellitaire qui a été une véritable révolution dans le monde l'information géographique. Pour la première fois, on dispose d'une image restituée de l'espace géographique dans sa globalité, en vertical et au delà des longueurs d'onde du visible [ROCHE 1999].

À la fin des années 1980, deux changements importants sont intervenus et ont marqué le développement du secteur de l'information géographique : les progrès techniques des outils (arrivée des premiers PC sur le marché) et la diminution générale des coûts matériels. Ces deux éléments ont conduit les collectivités territoriales à s'équiper massivement de ces outils.

Parallèlement, venu des Etats-Unis dans les années 1988-1989, le concept de logiciel SIG fait son apparition sur le marché de la géomatique¹⁸. Les logiciels sont devenus communicants, plus simples d'utilisation, moins onéreux à l'achat et en maintenance... Ils n'ont plus seulement été perçus comme des outils de gestion et de production de données cartographiques mais aussi comme des instruments d'analyse capables d'accompagner et de supporter les différentes phases de réflexion et de décision. Ils ont alors été particulièrement mobilisés dans le cadre des projets d'aménagement.

De nouveaux utilisateurs sont alors apparus, moins techniciens et plus « *thématiciens* ». C'est aussi l'apparition massive des premières applications dans le domaine de l'archéologie, du patrimoine où de l'environnement [ARROYO-BISHOP 2001].

Simultanément, les lois de décentralisation adoptées en 1982 et 1983 ont commencé à produire des effets concrets sur les institutions territoriales : les SIG sont très vite apparus pour de nombreux élus comme un moyen efficace et moderne pour accroître leur autonomie et leur expertise [ROCHE 1999]. En archéologie, la décennie 1980-90 a été celle du développement des approches spatiales [CRA 1990] même si, faute de moyens, les applications restent encore balbutiantes. Ces années seront aussi celles du développement de l'archéologie territoriale et de l'archéologie préventive qui naissent de ces différentes phases de réorganisation du territoire national.

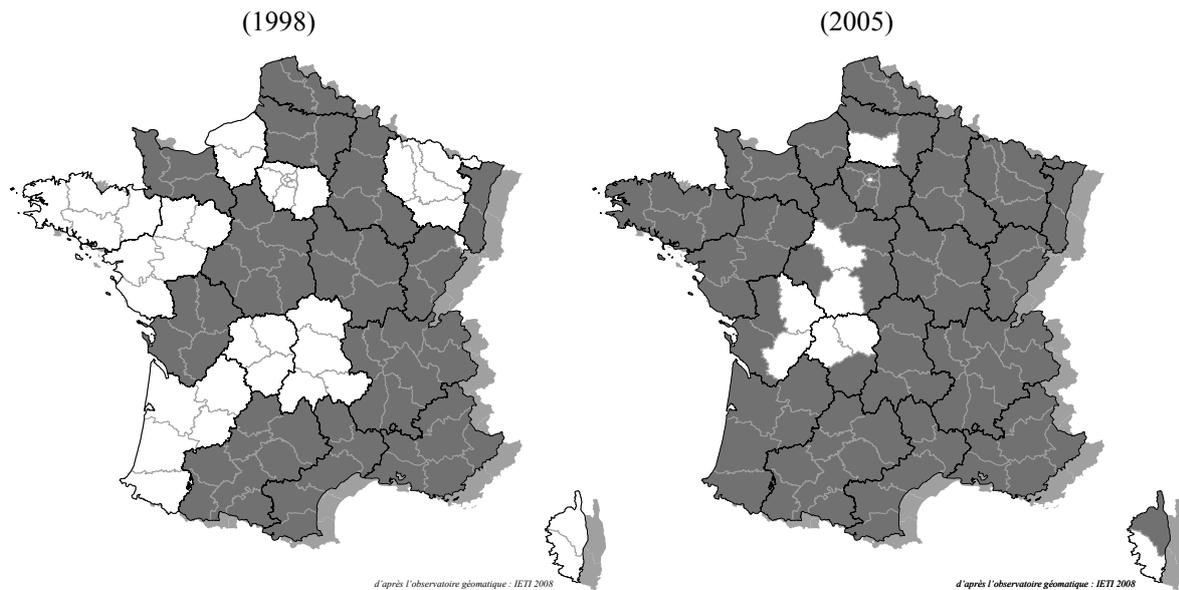
17 - Pour plus d'information sur ces bases de données, on peut consulter le serveur éducatif de l'école nationale des sciences géographiques (ensg) qui livre toute la documentation ressource sur les bases de données de l'IGN. <http://www.seig.ensg.eu>

18 - La société ESRI va être pionnière en la matière. <http://www.esrifrance.fr>

La fin des années 1980 et les évolutions actuelles des SIG

Ainsi, « l'envol » des SIG provient autant du développement d'une technologie (tendance vers une démocratisation de l'informatique avec l'arrivée des micro-ordinateurs), que des volontés d'acteurs (volonté des acteurs de se doter des outils de gestion du territoire pour assumer de nouvelles responsabilités dévolues ou revendiquées) ou de changements structurels de la société (Lois de décentralisation de 1982 et de 1983). Leur adoption par les organisations de l'archéologie s'inscrit donc dans un mouvement plus général.

Les conseil généraux équipés de SIG



Les universités françaises équipées de SIG

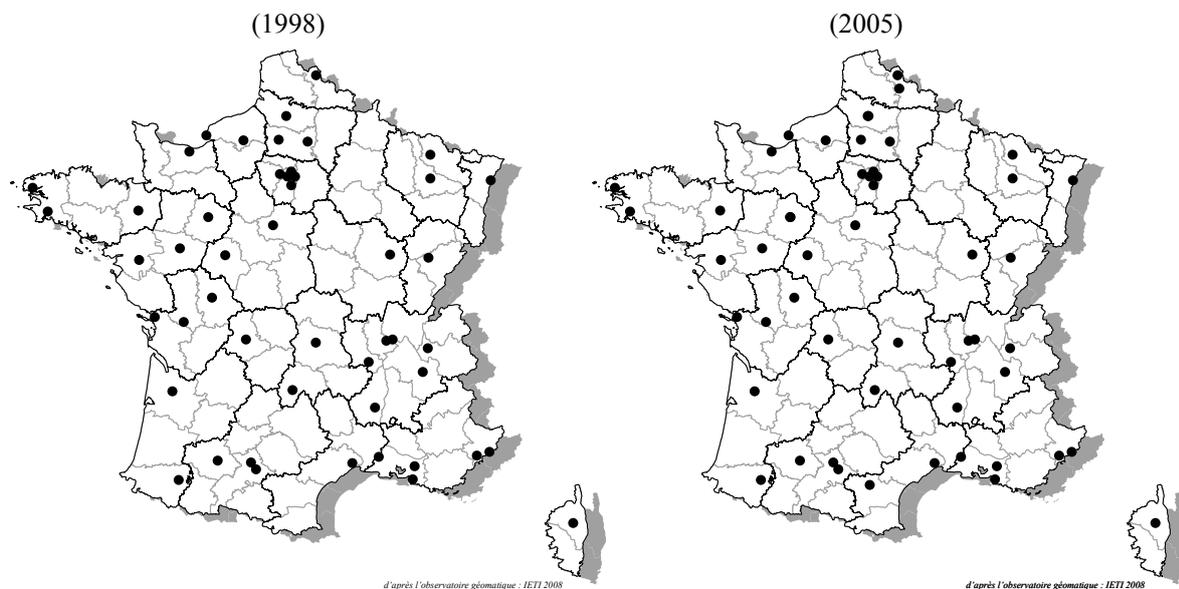


Fig. 01 : L'observatoire géomatique réalisé par la société IETI (<http://www.ieti.f>) permet d'accéder à un état des états successifs du développement des SIG au sein de différentes institutions françaises. Ici, on a retenu deux états comparés (conseil généraux et universités) en 1998 et 2005 montrant 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)

L'observatoire géomatique mis en place par la société IETI consultant (<http://www.ieti.fr>) nous permet de brosser un état général de la distribution des SIG dans les différentes institutions françaises (**Fig. 01**).

En 2005, 77 % des villes de plus de 100 000 habitants affirmaient être équipées et presque 95 % des départements et des régions, Même si ce taux d'utilisation décroît rapidement avec la taille des collectivités, l'échelon municipal reste le premier en date et en nombre à avoir développé des applications de gestion de l'information géographique et reste encore le plus gros utilisateur (64 % des villes entre 50000 et 10000 habitants et 16% pour les villes de moins de 10000 habitants). Les thématiques développées dans les systèmes municipaux sont variées [**ROCHE 1997**] :

- L'aménagement, la gestion et l'entretien des réseaux (eaux pluviales, usées, potables, électricité, gaz, téléphone, routier...),
- La gestion des procédures d'application du droit des sols, ou de l'urbanisme réglementaire (instruction des PC, des certificats d'urbanisme, renseignements sur le cadastre...),
- Les activités de projet et d'étude d'aménagement (projet de ZAC, de lotissement, d'aménagement de centre urbain, de révision de POS, etc...),
- La gestion et la mise à jour des différents types d'information géographique composant le référentiel SIG communal.

L'Etat et ses ministères sont équipés de diverses manières. Les ministères de l'équipement, de l'environnement, de l'intérieur ou encore de la culture disposent chacun d'une application SIG propre. L'observatoire ne nous dit cependant pas si ces outils sont gérés indépendamment les uns des autres ou s'il existe une gestion interministérielle.

Quant aux universités et aux organismes de recherche, ils sont au final plutôt nombreux (104 en 2005) à afficher la possession d'un outil SIG en propre. En revanche, l'observatoire ne nous dit pas quelles sont les applications développées avec ces outils.

Au delà des points de détail, ce que montre cet observatoire, c'est d'abord un niveau d'investissement extrêmement important des collectivités territoriales en matière de SIG et aussi, depuis la fin des années 1980, une tendance générale à l'extension forte des SIG dans toutes les organisations en contact avec les logiques de gestion territoriale et cela quel que soit l'échelon ou la thématique concernés. Cette évolution s'accompagne du recrutement de spécialistes du domaine qui composent des équipes permanentes au sein des institutions.

Ainsi, au sein des organisations de l'archéologie, un certain nombre de postes ont été dédiés à la géomatique durant ces dix dernières années. Les services archéologiques de la ville de Lyon, celui du département du Val-d'Oise ou celui de la Seine-Saint-Denis ou encore des unités de recherche comme l'UMR 7041 ArScAn, l'UMR 6173 CITERES (LAT), l'UMR 6130 CEPAM, La Maison de l'Orient et de la Méditerranée, l'UMR 5594 ARTeTHIS... font partie des quelques unes qui ont recruté, généralement sur des profils d'ingénieurs, des

géomaticiens permanents.

A partir de 2000, la généralisation de l'utilisation de l'Internet et l'apparition d'outils *Open-Source* génère de nouvelles problématiques dans le monde de l'information géographique. Les questions conceptuelles et technologiques étant plus ou moins réglées, les acteurs se focalisent sur les questions de l'échange, du partage et de la diffusion de données. Ces questions sont aujourd'hui toujours d'actualité et amènent nombre de débats débouchant sur la mise en place de communautés extra-nationales telles que l'*Open Géospatial Consortium* (OGC) ou l'*ISO (groupe TC 211)*¹⁹ qui édicte les normes pour le développement de données, d'applications libres de droit ou de des traitements. Les années 2000 ont été celles des travaux sur les normes internationales de catalogage des données (norme *ISO 19115* sur les métadonnées) qui ont aboutit à l'adoption par le Conseil de l'Europe d'une directive européenne [**INSPIRE 2007**] qui définit pour les états membres à la fois des principes pour la gestion et la diffusion des données géographiques à l'échelle de l'Europe et des normes de stockage de l'information.

Si jusqu'alors les acteurs ont su tirer profit de la mise en commun de données et d'expériences de partenariat inter-institutionnels, on voit émerger de nouveaux questionnements qui cherchent à aller au delà de l'intérêt de partager des informations de référence (cartes topographiques de référence, photographies aériennes...). Les questions qui sont soulevées sont maintenant celles des modalités et de la pertinence de cet échange. En effet, si techniquement les modalités et les techniques de transfert sont maîtrisées, les problèmes méthodologiques eux, sont très loin d'être résolus. La technique, aussi perfectionnée soit-elle, ne peut définir la capacité que possède un utilisateur à comprendre des données qui dans de nombreux cas restent des données métiers, c'est à dire hyper spécialisées. La question de l'échange n'est donc pas (ou plus) technique mais méthodologique : comment faire dialoguer deux visions différentes du monde ?

On assiste actuellement à l'évolution de technologies qui, structurellement permettent de faire facilement des échanges, au développement d'approches plus centrées autour du travail dit collaboratif. Il ne s'agit plus alors seulement d'échanger autour d'un même ensemble de données de référence ou de mettre à disposition un *corpus* plus ou moins riche, mais bien de construire une connaissance commune sur la base des différentes approches sectorielles. On est donc dans un processus de co-construction de l'information, des applications et des connaissances. C'est là toute la problématique du monde *Open-Source* ou en encore des outils de *webmapping* transactionnels (cartographie interactive par internet) [**COSTA et al. 2008**].

Pour un auteur comme S. ROCHE [**ROCHE 1999**] le développement de la géomatique s'explique par les modifications de l'environnement économique et technologique des organisations qui les mettent en oeuvre auxquels il faut ajouter les modifications culturelles et politiques internes à ces mêmes organisations. Ces évolutions entraînent des

19 - <http://www.isotc211.org>

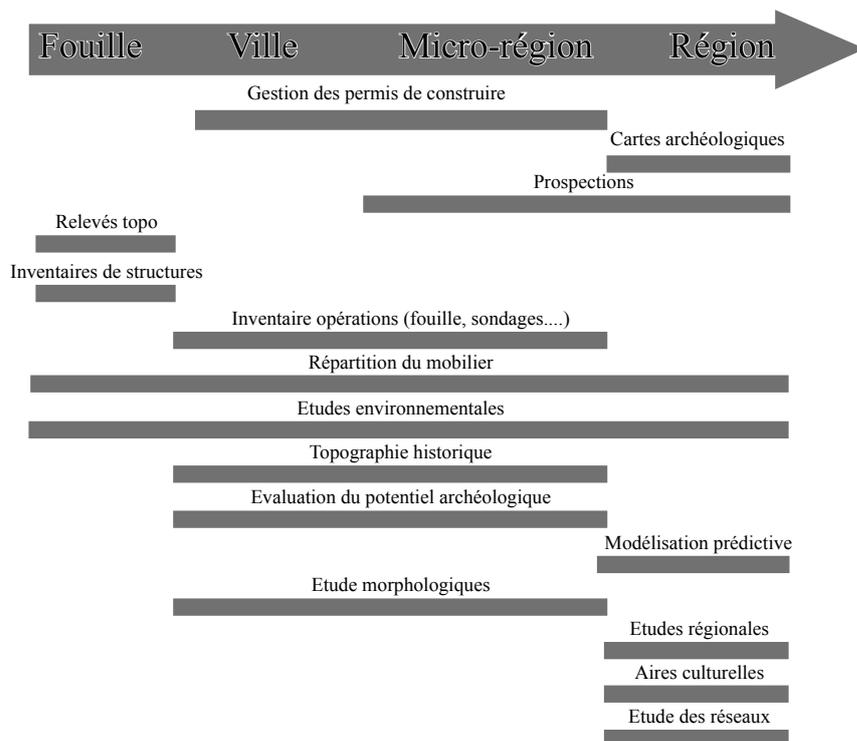


Fig. 02 : Les différentes utilisations des SIG d'après [BARGE et al. 2004 : p. 28]

changements des demandes et des mentalités expliquant le développement des technologies de l'information géographique (TIG). Le changement fondamental qui s'opère est alors lié « à la compréhension par un certain nombre de décideurs que le besoin prioritaire n'est [...] plus la production de plans précis pour réaliser des travaux, mais la mise en place d'outils de gestion des données [...] » [METL, CDU 1999 : p. 5].

1.3 - L'APPROPRIATION DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE EN FRANCE PAR LES ARCHÉOLOGUES

1.3.1 - LE SIG OUTIL DE RÉFÉRENCE DE L'ARCHÉOLOGUE ?

Le succès affiché par les promoteurs de projets géomatiques en archéologie comme ailleurs, masque bien souvent la complexité des mécanismes de diffusion, d'appropriation et d'utilisation des SIG. Le développement d'un système d'information particulièrement en archéologie, ne se limite pas à la mise en œuvre d'un logiciel. Les systèmes d'information, et les SIG tout particulièrement, sont avant tout des systèmes complexes dans lesquels le facteur humain est prédominant [PORNON 1997 : p. 9].

Déjà en 1972, J.Cl. GARDIN posait le problème pour les banques de données : «*Quels sont les utilisateurs des banques de données archéologiques ? En droit, ce devraient être l'ensemble des chercheurs intéressés par les domaines pratiqués [...] En pratique, dans l'état présent des choses, les banques de données qui commencent à voir le jour en archéologie ne sont utilisées que par des cercles restreints, formés au voisinage immédiat – géographique et professionnel- des équipes qui en ont la charge.[..]. Il serait vain de passer sous silence l'obstacle que constituent aussi les mœurs pour*

le moins protectionnistes de nombre d'archéologues, peu enclins à voir le fruit de leurs défrichages personnels dans les bibliothèques et dans les musées –sans parler même des observations d'un genre plus inédit sur le terrain- immédiatement mis à disposition de tous, sans plus d'ambages, dans ces grands fichiers publics que sont les banques de données archéologiques [...] » [GARDIN 1972 : p. 25-26].

Il importe donc de s'interroger sur ce que l'auteur, dans ce même texte, appelle les « *problèmes institutionnels* » et sur la nécessité de « *leurs accorder un poids au moins égal à celui que nous donnions aux problèmes théoriques quelques pages plus haut [...] » [GARDIN 1972 : p. 24].*

Cette citation trouve un écho tout particulier dans le contexte actuel où l'outil informatique est prégnant dans toutes les phases des travaux archéologiques et où la mise en ligne de l'information constitue aujourd'hui le maître mot. Loin d'être mineures les questions organisationnelles sont au coeur du débat.

Pour J.-C. GARDIN, l'automatisation du traitement des données et l'utilisation des banques de données archéologiques, donc de l'outil informatique, posent trois grandes séries de questions : théoriques, techniques et institutionnelles [GARDIN 1974]. A.-M. GUIMIER-SORBETS parlera plus tard de « *logiques techniques* », de « *logiques d'utilisation* » et de « *logiques des pratiques sociales* » [GUIMIER-SORBETS 1999 : p. 101]. Tout deux insistent sur cette « trilogie » propre à toute recherche qu'est la relation entre la technologie, l'homme et les organisations, et les besoins sociaux.

Tout travail de compréhension d'un système d'information doit donc forcément se placer d'un point de vue technique, disciplinaire et social. Il n'existe pas de connaissance en dehors des chercheurs qui les produisent et les transmettent ; des publics (dont les chercheurs font partie) qui la reçoivent et la transmettent. Un système d'information ne peut posséder de sens que dans le cadre d'une équipe, qui poursuit des objectifs précis et s'inscrit dans des cadres spécifiques : techniques, institutionnels, financiers, législatifs... le tout étant en interaction constante et donnant au final les systèmes dans leurs configurations actuelles.

Lors des quatrièmes et cinquièmes «rencontres nationales de l'archéologie» [ENACT, ANACT 1993], B. DUFAÏ notait dans une communication à propos de l'inventaire archéologique qu'un des axes de développement pouvait être l'insertion des inventaires archéologiques dans les systèmes d'information géographique (SIG). Plus loin dans le même article, il continuait en soulignant : « *il me paraît que c'est là une voie dans laquelle les archéologues auraient tort de s'engager à reculons, s'ils ne veulent pas être les oubliés des SIG de demain.* » [DUFAÏ, LANGLOIS 1993 : p. 73] (Il soulignait aussi les difficultés techniques et financières associées).

Quinze années plus tard, de nombreuses équipes archéologiques, toutes institutions confondues, mettent en œuvre (lorsque cela n'était pas déjà fait) des SIG. Les objectifs assignés à ces outils sont multiples : améliorer la capacité d'analyse ou de production de cartes, mieux connaître ou mieux gérer les territoires... [BARGE *et al.* 2003] (Fig. 02). Bien



Fig. 03 : L'atlas du patrimoine de la Seine-Saint-Denis. Page d'accueil du site [Photo d'écran, <http://www.atlas-patrimoine93.fr/>].

souvent, ces systèmes se développent selon de multiples axes allant bien au-delà de la simple logique d'inventaire de sites archéologiques. Le cas du Val-d'Oise [COSTA 2002] illustre cette tendance. L'inventaire archéologique qui constituait le noyau originel du système d'information s'est vu peu à peu complété par un second noyau dans lequel de nombreuses informations allant au-delà de l'inventaire *stricto-sensu* des sites archéologiques ont été regroupées et organisées. Plus qu'une carte archéologique au sens classique du terme, on voit se constituer des systèmes d'observation du territoire sur la longue durée dans lesquels la donnée archéologique constitue un des noyaux parmi d'autres [COSTA 2000].

A ce titre, l'application développée en Seine-Saint-Denis par le Conseil général et son service d'archéologie est exemplaire [HÉRON 1993]²⁰. L'Atlas du patrimoine de Seine-Saint-Denis mis en place en 2001 dans le cadre d'un protocole de décentralisation culturelle constitue une plate forme numérique documentaire multimodale d'une extraordinaire richesse (Fig. 03).

1.3.2 - DES ARGUMENTS TECHNICO-ECONOMIQUES AUX ÉVOLUTIONS STRUCTURELLES

Les SIG sont ainsi devenus les nouveaux « standards » pour la gestion et l'analyse de l'information spatiale en archéologie.

La dimension technico-économique

Le premier ensemble d'arguments est d'ordre technico-économique : ces outils présentent

20 - <http://www.atlas-patrimoine93.fr>

un rapport « qualité/prix » de plus en plus intéressant. Le fait est d'autant plus vrai avec l'apparition durant ces cinq dernières années d'une offre *Open-source* foisonnante. Les produits proposés (GRASS® ou Wingrass®, GvSIG®, Quantum GIS®, Open Jump®, SagaGIS® pour les plus connus) présentent des fonctionnalités au moins équivalentes à celles des outils propriétaires (Arc-GIS®, Map-Info® pour les produits les plus utilisés dans le communauté archéologique). On l'a vu un peu plus haut, cet aspect économique est une des raisons qui a conduit les collectivités à adopter massivement ces outils de gestion. Cet état de fait se valide aussi en archéologie : leur utilisation devient de moins en moins contraignante (coût / apprentissage) et ouvre de plus en plus de champs d'exploitation dans les domaines de la gestion et de la recherche scientifique. Les obstacles techniques n'étant plus infranchissables, les archéologues qui ne sont ni informaticiens et encore moins géomaticiens, peuvent s'attacher à exploiter ces outils pour leur propres problématiques. Une autre évolution d'ordre générationnelle doit aussi être évoquée. Si le développement des outils informatiques a demandé aux générations d'archéologues précédents des efforts d'apprentissage important (car ces outils ont dû être totalement créés), les générations montantes sont nées dans un contexte où l'informatique est partout et où l'apprentissage et les évolutions permanentes des outils sont quotidiennes. Leurs mise en oeuvre ne relève donc plus de l'exception mais de la pratique courante : au même titre que la lecture, la manipulation d'ordinateurs et de nombreux logiciels fait désormais partie des opérations banales.

La dimension méthodologique

Le second ensemble d'arguments touche à la discipline elle-même. Le développement de la géomatique en archéologie peut être vu comme le signe d'évolutions méthodologiques importantes de la discipline liées à un accroissement de la place donnée à l'espace et à l'analyse des territoires.

Un examen rapide de l'iconographie proposée par les archéologues dans leur littérature scientifique montre la place prépondérante de la cartographie et des documents de répartition spatiale dans les publications récentes. La géomatique a trouvé dans notre discipline un « ferment » favorable à son développement. Les sociologues notamment nous ont appris que les pratiques étaient fondées sur des automatismes ou des *habitus* pour reprendre une terminologie de Bourdieu [BOURDIEU 1997]. Les archéologues bénéficient d'une tradition où l'espace fait partie intégrante du processus d'analyse.

L'application à l'archéologie de l'outil cartographique (que l'on doit dissocier de l'analyse spatiale) est une pratique largement ancrée dans l'histoire de la discipline. Cependant, des premières cartes archéologiques éditée au XIX^e siècle jusqu'aux projets de systèmes d'information géographique (par exemples : les atlas du patrimoine, cf. Seine-Saint-Denis) le débat est totalement renouvelé par l'évolution technologique et le nouveau paysage institutionnel. La carte, résultat final d'une démarche de recherche, a cédé la place à des outils totalement interactifs qui, construit sur la base des mêmes besoins (visualiser l'information

dans l'espace et échanger), induisent des modalités d'utilisation et des objectifs tout autres. Cependant changement ne signifie pas forcément rupture. Le développement des systèmes d'information ne produit pas de scission entre un ancien temps et un nouveau temps de la gestion de l'espace en archéologie. Un examen même sommaire des figures qui composent les illustrations des publications scientifiques en archéologie montre une continuité et une évolution progressive des représentations plutôt qu'une rupture dans les utilisations et les résultats issus des traitements de données.

Cette évolution tient aussi à la conception que nous avons aujourd'hui de notre objet d'étude : les traces matérielles. Toute activité humaine se situe dans un espace positionné sur le globe terrestre. Cet espace dans lequel vivent les individus est le lieu où s'exercent des interactions complexes entre l'homme et son milieu. Ces relations marquent matériellement les territoires des hommes. C'est le rôle de l'archéologue que de comprendre ces marques « géo-historiques » (quelque part et à un moment donné). La recherche archéologique possède donc une composante spatiale primordiale, inhérente à la matière qui est observée.

La carte dans sa forme matérielle et papier tenait lieu jusqu'alors de support à cette dimension. Si elle est encore le meilleur instrument pour traduire la dimension spatiale de l'information, elle ne suffit plus à répondre aux besoins multidimensionnels qu'exprime la discipline. La carte papier, aboutissement final d'une démarche de recherche, n'est plus le seul élément au cœur des préoccupations de nos équipes de recherche, même si la formalisation graphique normalisée (sélection des informations et des couleurs, hiérarchies dans les représentations...) reste au centre des préoccupations de ceux qui veulent communiquer des résultats à autrui. C'est aussi le besoin d'outils dynamiques de gestion d'une information située dans un espace et en interaction avec d'autres composantes informationnelles (environnementale, administrative, sociale...) qui motive la mise en place d'outils SIG. Par ailleurs et de manière non négligeable, les améliorations techniques ont fait que la carte autrefois longue et contraignante à réaliser n'était utilisée que de manière parcimonieuse. Le développement des outils, leur appropriation par les acteurs de l'archéologie et les nouvelles voies ouvertes de ce fait (dont la facilité de production de documents cartographiques) ont provoqué un accroissement de l'utilisation des représentations spatiales et leur appropriation (relativement facile) par la communauté des chercheurs.

Sur ce point, il est faux de croire que les SIG peuvent apporter un gain de temps immédiat et qu'ils sont des outils propres à améliorer immédiatement la productivité des équipes. Les outils de DAO, sont en ce sens bien plus efficaces. En revanche, à l'usage, les SIG permettent, s'ils sont correctement intégrés, de réels apports méthodologiques et organisationnels [COSTA 2000].

La dimension structurelle :

Le dernier ensemble d'arguments tient à la construction de la discipline. L'utilisation, de plus en plus prégnante de la géomatique à toutes les étapes du travail de l'archéologue, révèle selon nous, d'une double évolution amorcée par la discipline depuis les années 1970-

1980. Cette évolution est méthodologique et institutionnelle.

A la fin des années 1970 et au début des années 1980, les questionnements liés au domaine de l'aménagement du territoire connaissent un essor très important. D'un point de vue théorique, certains chercheurs posent ou plutôt reposent avec de nouveaux moyens, de nouvelles technologies et face à de nouveaux contextes, la question de la place de l'espace dans les disciplines historiques [CRA 1990].

C'est à partir des années 1970 que le site a été considéré comme élément d'un système en interaction avec un environnement naturel et humain [CAROZZA 2005]. Cette conception du site est devenue jusqu'au début des années 1990 une notion centrale autour de laquelle s'est développée l'archéologie spatiale. En 1989, le colloque *Archéologie et Espaces* [FICHES, VAN DER LEEUW 1990] pose officiellement les méthodes et les problématiques de cette archéologie dite spatialiste largement inspirée par la *New Geography*. Le paradigme spatial étant introduit, la question de la modélisation spatiale en archéologie a pu prendre son essor. Elle a trouvé dans les SIG un outil d'expression presque exclusif.

L'archéologie préventive [DEMOULE 2001] et l'archéologie territoriale [SOULIER 1998a] sont aussi plus ou moins issues du débat sur l'aménagement du territoire des années 1980. La montée en puissance d'organismes tels que les services archéologiques des collectivités territoriales ou encore le développement de l'Association pour les fouilles archéologiques nationales (AFAN) qui devient en 2002 l'Institut national de recherches archéologiques préventives (INRAP) marque un tournant décisif dans la construction de l'archéologie française.

Les années 1980 sont marquées très profondément par l'adoption par le Parlement d'un certain nombre de lois. Celles-ci, bien que ne concernant pas directement le domaine de l'archéologie, ont une influence directe sur sa pratique concrète. Parmi les plus marquantes, on doit évoquer les lois de décentralisation de 1982-1983. Au delà même de l'archéologie, elles marquent une évolution profonde de la société française et induisent la création de cadres législatifs et réglementaires de plus en plus nombreux qui réorganisent les compétences dédiées aux différents échelons territoriaux, des communes à l'Etat, dans le contexte européen pour la gestion, l'aménagement et la protection du patrimoine. Les aménagements successifs de la loi de 1941 sur l'archéologie [SOULIER 1993] [SOULIER 2004], la création du statut de la filière culturelle patrimoniale des collectivités (conservateurs et attachés de conservation en archéologie), les aménagements des lois sur l'environnement ou sur l'urbanisme²¹, l'adoption de la récente loi sur l'archéologie préventive²² ou encore la création d'un code du patrimoine²³ en sont quelques illustrations.

Les processus évoqués ci-dessus ont engendré et engendrent encore des maillages successifs du territoire qui ont pour objectif d'optimiser la gestion de l'archéologie par une redistribution

21 - avec l'article R113.2 du code l'urbanisme. <http://www.legifrance.gouv.fr>.

22 - loi n°2003-707 du 1^{er} août 2003 modifiant la loi n°2001-44 du 17 janvier 2001 relative à l'archéologie préventive. <http://www.legifrance.gouv.fr>.

23 - Code du patrimoine : Version consolidée au 30 juillet 2008, Livre V : archéologie. <http://www.legifrance.gouv.fr>.

des rôles réglementaires, techniques ou scientifiques. L'instauration de l'INRAP ou encore des services archéologiques des collectivités pour la première fois mentionnés de manière significative comme acteurs institutionnels dans un texte réglementaire en 2001²⁴ sont une expression de ce maillage et de cette répartition des rôles qui se met en place actuellement. Le développement de nouveaux opérateurs d'Archéologie préventive et l'obligation faite à l'Institut de collaborer avec les autres organismes de l'archéologie constitue la base du nouveau maillage de l'archéologie française qui se met en place actuellement. Cette transformation du champ des pratiques fait la part belle à l'espace. La géomatique se trouve au centre d'un besoin théorique - exprimer la dimension spatiale de l'information archéologique- et d'une pratique quotidienne - nécessité de trouver des outils plus performants pour acquérir, gérer, analyser redistribuer une information toujours plus importante et inscrite dans les territoires notamment administratifs. Les SIG trouvent donc leur place logiquement dans la discipline en tant que médiateurs entre la trace, inscrite dans un espace géographique et le chercheur, inscrit dans un contexte social.

Ce débat est d'autant plus sensible, que de nouvelles réformes structurelles ont été engagées. Une nouvelle vague de décentralisation a été lancée par l'Etat, 20 ans après les lois «Defferre». Elle vient approfondir la décentralisation de 1982. Lancée par la révision constitutionnelle de 2003, cette nouvelle étape est souvent qualifiée d'acte II de la décentralisation. Elle correspond à la publication des lois organiques (LO) précisant les modalités d'organisation des référendums décisionnels locaux²⁵, de l'expérimentation²⁶ et de l'autonomie financière des collectivités territoriales²⁷. Enfin, la loi du 13 août 2004²⁸ relative aux libertés et responsabilités locales a précisé les nouveaux transferts de compétences, pour la plupart effectifs depuis le 1er janvier 2005. La réforme générale des politiques publiques (RGPP)²⁹ lancée par le gouvernement en Juillet 2007 à la suite du «rapport Pébereau» [PEBEREAU 2006] sur la dette publique s'inscrit aussi dans cette logique de restructuration de la fonction publique. Dans ces restructurations, les questions de redistribution des rôles apparaît de manière sensible. Cette politique de restructuration de l'action publique pose, selon nous simultanément, les questions de l'instrumentalisation et des moyens des actions publiques. Des projets comme celui l'Atlas du patrimoine de la Seine-Saint-Denis [HERON 2008] sont issus de ce contexte.

La géomatique comme activité permettant de maîtriser les informations géographiques est au centre d'enjeux liés par exemple à la décentralisation politique au profit des collectivités. On peut à ce propos citer le discours de J.P. DEMOULE premier président de l'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP) :

« Dans le cas de l'archéologie préventive, et sans doute au-delà, deux préoccupations peuvent orienter la programmation : favoriser les approches novatrices et compenser des déséquilibres existant.

24 - loi n°2001-44. relative à l'archéologie préventive. <http://www.legifrance.gouv/fr>

25 - LO n°2003-705 du 1^{er} août 2003 relative au référendum local. <http://www.legifrance.gouv/fr>

26 - LO n°2003-704 du 2 août 2003 relative à l'expérimentation par les collectivités territoriales. <http://www.legifrance.gouv/fr>

27 - LO n°2004-758 du 29 juillet 2004 prise en application de l'article 72-2 de la Constitution relative à l'autonomie financière des collectivités territoriales. <http://www.legifrance.gouv/fr>

28 - LO n°2004-809 du 13 août 2004 relative aux libertés et responsabilités locales. <http://www.legifrance.gouv/fr>

29 - <http://www.rgpp.modernisation.gouv.fr/cmpp4-4-8/comprendre.html> [consulté le 14 Août 2009]

Il est évident par exemple, que l'analyse des territoires dans le cadre de systèmes d'information géographique (SIG) connaît un grand développement, aussi bien pratique que théorique et que au delà de la carte archéologique dont la responsabilité incombe à l'Etat, elle est une des voies pour construire des modèles d'occupation [...] De même que la reconstitution des paléo-environnements [...] est susceptible d'applications aussi bien théoriques, dans l'étude de la longue durée, que pratiques, à nouveau à un niveau prédictif. Plus généralement, systèmes et théories de l'information [...] et environnement font partie des actuels axes prioritaires de la recherche, tant au niveau national qu'europpéen » [DEMOULE 2001 : p. 13].

L'archéologie compose à la fois avec des informations spatiales et des logiques territoriales. En effet, ne serait-ce que d'un point de vue strictement administratif, l'archéologie nationale s'appuie sur une organisation où les équipes sont inscrites dans des territoires administratifs (services régionaux de l'archéologie, directions interrégionales de l'INRAP, services municipaux et départementaux maillant le territoire...). En outre, l'application des décrets de la loi de 2001-2003³⁰ impose désormais de caractériser les vestiges et les découvertes en fonction de leur attribution chrono-culturelle, de leur aspect fonctionnel et de leur état de conservation, mais aussi en fonction de leur localisation : lieu de découverte (parcelle) et lieu de conservation (dépôt ou autre). Les informations concernant la localisation sont de nature scientifique (caractérisation et interprétation archéologique), juridique (propriétaire de la parcelle) et patrimoniale (conservation). La gestion de l'information archéologique selon une maille territoriale est donc aujourd'hui au cœur de la pratique des archéologues, qu'ils soient rattachés à l'une ou l'autre des institutions que l'on connaît.

Au delà du cas de l'archéologie préventive, ce que le discours de J.P. DEMOULE dessine, c'est une discipline inscrite dans une logique de développement des territoires. Cette relation ne va d'ailleurs pas de soi, car l'archéologie et l'aménagement étant deux visions différentes d'un même espace, une certaine distance les sépare encore. Même si on a vu apparaître récemment dans les discours [COL 1994 : *Archéologues et Aménageurs*] une relation entre ces deux champs de perceptions, celle-ci reste très ambiguë. Le plus souvent, la connaissance n'est prise que comme « un faire-valoir culturel ». Cette même connaissance peut être aussi perçue tout simplement comme une obligation réglementaire, les terrains devant alors être « purgés » du risque archéologique... On voit beaucoup moins souvent la connaissance de l'archéologue comme un apport sur la connaissance des territoires dans les opérations d'aménagement et pouvant en tant que telle participer utilement et positivement aux stratégies d'aménagement à long et à court terme. Sur ce sujet, on pourra se reporter à l'article paru dans les *Nouvelles de l'Archéologie* : « *Archéologues et aménageurs : un partenariat pour demain* » [COSTA et al. 2002], à la thèse de S. ROBERT « *L'analyse morphologique des paysages entre archéologie, urbanisme et aménagement du territoire* », soutenue en 2003 [ROBERT 2003] ou encore aux écrits de G. CHOUQUER [CHOUQUER 2001] [CHOUQUER 2000b].

Le développement des SIG constitue aussi un socle pour une liaison potentielle avec les

30 - Loi n°2003-707 du 1 août 2003 modifiant la Loi n°2001-44 du 17 Janvier 2001 relative à l'archéologie préventive, version consolidée du 2 Août 2003. <http://www.legifrance.gouv/fr>

aménageurs et entre les différents organismes dépositaires de la gestion des territoires. C'est face à ce contexte que se pose la question du rôle des SIG et de leur application à l'archéologie. Comme outils de gestion de l'information, ils changent notre manière de voir et participent pleinement aux grandes évolutions qui se mettent en place. Comme outils gérant la dimension spatiale, ils nous inscrivent dans une logique d'observation et de connaissance des territoires anciens mais aussi contemporains.

1.3.3 - PERSPECTIVES D'APPROCHE...

C'est au final la banalisation progressive des SIG en archéologie qui pose la question leur définition. T. JOLIVEAU aborde ce problème sous un angle original [JOLIVEAU 2004 : p. 9]. Pour lui, la meilleure façon de comprendre ce qu'est un SIG est d'analyser de manière pragmatique des exemples de réalisation et de suivre graduellement ce qui a amené la communauté des chercheurs à proposer les conceptions actuelles de ces systèmes. Plutôt que de s'appuyer sur une nouvelle définition de ce que devrait être un SIG, il propose d'analyser les exemples selon trois perspectives complémentaires :

- Une perspective fonctionnelle : à quoi sert un SIG ? La réflexion porte sur les buts et les objectifs des SIG.
- Une perspective structurelle : de quoi se compose un SIG ? Quelle est son architecture ? Le propos se concentre sur les éléments et les composants du système, sur sa structure, ses éléments techniques...
- Une perspective procédurale³¹: Comment fonctionne un SIG ? Comment s'organisent les opérations dans le temps ? Ce sont les tâches et l'organisation de celles-ci dans la durée qui sont au cœur de l'analyse, ici la mise en oeuvre d'un système d'information géographique est perçue comme un processus³².

Dans le chapitre 2, nous choisissons d'adapter cette triple approche aux organisations de l'archéologie pour analyser quelques projets appliqués auxquels nous avons participé durant ces 15 dernières années. Il n'est, bien sûr, pas de notre propos d'être exhaustif sur un phénomène encore en pleine expansion par les quelques exemples qui vont suivre. Le point de vue est ici volontairement restreint et met de côté tous les aspects non directement utiles à la démonstration. On retrouvera dans les chapitres suivant ces mêmes exemples largement plus développés. Ce que nous avons voulu retraduire dans les lignes qui suivent, c'est avant tout la diversité des échelles et des finalités qui sont aujourd'hui regroupées sous un seul et même terme générique : le SIG.

31 - Procédural : « Qui contient à la fois la représentation d'une connaissance et la façon de l'utiliser » [Office Québécois de la langue française, 1997. http://w3.granddictionnaire.com/BTML/FRA/r_Motclef/index1024_1.asp (26 Novembre 2008)]

32 - Processus : « ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforment des éléments d'entrée en éléments de sortie. » Définition ISO 9000, <http://www.iso.org>. « Ensemble de phénomènes, conçu comme actif et organisé dans le temps ». Définition Petit ROBERT, édition 2007, p. 1535.



CHAPITRE 2
LES SIG EN ARCHÉOLOGIE,
TENTATIVE DE DÉFINITION

CHAPITRE 2

LES SIG EN ARCHÉOLOGIE, TENTATIVE DE DÉFINITION

Les utilisations possibles des SIG sont tellement nombreuses qu'il est difficile de les décrire autrement que par une liste interminable de type de tâches (inventaire, évaluation, gestion, planification...), de types d'organisations susceptibles de les utiliser (administration, collectivités, institutions de recherche et d'enseignement, sociétés privées, groupes de citoyens...) ou encore de résultats... Quelques ouvrages et articles ont tentés de faire le point sur les utilisations des SIG en archéologie¹. D'une manière générale, la lecture de ces textes incite à penser que ces outils nous permettraient d'avoir accès à une nouvelle gamme de résultats généralement retentissants assurant le succès du projet qui mettrait en œuvre ce type d'outil.

Par expérience, nous sommes plutôt portés à penser que la réalité des pratiques est moins simple. Certes, les SIG offrent une puissance de calcul et de tri qui est quantitativement et qualitativement incomparable avec ce qu'il était jusqu'alors possible de faire (tri de données, production rapide et automatique de cartographies thématiques...). Ils sont donc gage d'une meilleure efficacité par leur capacité à améliorer matériellement (temps et qualité) la production d'un rendu donné (carte, listing...) mais seulement lorsque les étapes de structuration et d'acquisition sont dépassées et si les compétences techniques et méthodologiques nécessaires sont préalablement acquises.

Si l'efficacité des SIG dans les stades finaux de traitement de l'information est presque indiscutable, en revanche, il nous semble moins évident de délimiter clairement l'efficience - c'est-à-dire l'effet utile - en négatif ou en positif de ces logiciels, matériels et technologies sur nos pratiques prises dans leur intégralité, c'est-à-dire du terrain jusqu'à la restitution des connaissances. Cette difficulté d'évaluation réelle des apports de ces technologies à notre discipline nous semble due en partie au fait que la plupart des écrits mettent de côté le point de vue organisationnel de nos pratiques et privilégient une vision monobloc de la discipline.

Or, si l'on souhaite comprendre les évolutions de nos pratiques, il semble difficile de laisser de côté les différentes manières de faire et de ne pas prendre en compte les spécificités propres à chacune des organisations qui composent le monde archéologique.

C'est pourquoi nous nous allons construire cette définition des SIG pour l'archéologie en nous appuyant sur la présentation de quatre projets qui appartiennent aux réalisations que

1 - Parmi les principales publications existant sur le sujet, il faut en mentionner six qui restent les principales références en la matière :

- *Archeologia e Calcolatori*, n°13, 2002, Connaître en Archéologie : Fondements théoriques et méthodes,
- *Histoire et mesure*, Vol. XIX – n° 3-4, 2004, Systèmes d'information géographique, archéologie et histoire. [revue en ligne, <http://lemo.irht.cnrs.fr/44/sommaire.htm>, le 21/12/2008],
- *Revue d'Archéométrie* n°28, 2004, les systèmes d'information géographique appliqués à l'archéologie française, p. 15-24,
- *Temps et espaces de l'homme en société, analyses et modèles spatiaux en archéologie*, 2005, Actes des XXV^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 21-23 octobre 2004, Antibes, 2005,
- *M@ppemonde*, 3/2006, n°83 [<http://mappemonde.mgm.fr/num11/index.html>, revue en ligne, le 21/12/2008],
- *Le médiéviste et l'ordinateur* n°44, 2006, Dossier : les systèmes d'information géographique, [<http://lemo.irht.cnrs.fr/44/sommaire.htm>, revue en ligne, le 21/12/2008].

nous avons pu développer d'une part au sein du service départemental d'archéologie du Val-d'Oise (SDAVO) de 1998 à 2006 et d'autre part à partir de 2006 au sein de l'unité mixte de recherche Archéologies et Sciences de l'Antiquité 7041 (ArScAn) basée à Nanterre. Nous en avons une lecture suffisamment intime pour nous permettre d'aller au-delà des simples aspects descriptifs des systèmes. L'expérience et notre implication personnelle directe dans ces systèmes autorise à en pondérer les résultats les plus apparents. Précisons encore que ces projets n'ont pas été choisis pour la pertinence des résultats qu'ils portent, mais avant tout par rapport aux objectifs et à la démarche qu'ils sous-tendent.

2.1 - A QUOI SERT UN SIG EN ARCHÉOLOGIE ?

2.1.1 - UN SIG À OBJECTIF CARTOGRAPHIQUE



Fig. 04 : Localisation du site de Beaumont-sur-Oise.

Ce projet, lancé en 1997, a été développé en réponse à une commande de la municipalité de Beaumont-sur-Oise. Réalisé dans le cadre des travaux du Service départemental d'Archéologie du Val-d'Oise, il visait à tester l'intérêt de l'utilisation d'un logiciel SIG pour la gestion des informations

patrimoniales d'une commune² dans le cadre de la révision d'un Plan d'Occupation des Sols (POS)³. L'objectif était d'ordre pratique et il s'agissait de produire une collection de cartes dans le cadre d'une procédure d'urbanisme.

En terme d'usage, les cartes habituellement fournies par le service archéologique pour les dossiers d'urbanisme étaient généralement produites à l'aide d'outils de dessin assisté par ordinateur (DAO). Le logiciel SIG était alors plutôt utilisé pour la gestion des données ponctuelles correspondant à la carte archéologique [SUMERA, KRIER, WABONT 1995].

Jusqu'alors le SDAVO n'avait jamais utilisé un logiciel SIG pour produire une documentation cartographique complexe et normalisée. En effet, l'information contenue dans les dossiers de POS est une information pré-listée où, pour le domaine de l'archéologie, chaque information est proposée sous la forme de cartes thématiques normalisées (graphiquement et sémantiquement) à l'échelle du 1/5000.

Le processus d'informatisation et de constitution de la base de données a été organisé sous deux modes :

2 - A l'époque le logiciel utilisé sous plate forme Macintosh était le logiciel Mac-Map®, développé par la société Clik développement aujourd'hui Max Map, multi-plate forme et vendu par la société Géo-concept.

3 - Le POS ou Plan d'Occupation des Sols est le document qui fixe les règles générales et les servitudes d'utilisation des sols, dans le cadre des orientations des Schémas Directeurs avec lesquels ils doivent être compatibles. Ce document a été remplacé depuis la loi 2000-1208 du 13 décembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbains, dite loi SRU par les Plan locaux d'urbanisme (PLU). Le plan local d'urbanisme (PLU) est le principal document de planification de l'urbanisme communal ou éventuellement intercommunal.

- D'une part, la mise en place d'un outil cadre où toutes les données de recherche concernant le territoire de cette commune ont pu être regroupées pour la production de documents de synthèse adaptés à l'échelle de la commune,
- D'autre part, le développement des bases d'un outil de prospective permettant, à la suite des cartes de synthèse, de proposer des cartes de potentiel intégrant le contexte environnemental de cette commune. La restitution cartographique de la donnée reste alors le meilleur moyen de dépasser le niveau de l'opération et de fédérer les différentes approches sur ce territoire.

Ici, un seul outil fut utilisé pour saisir l'intégralité de l'information : le logiciel Mac-Map®. Celui-ci a servi à saisir et à structurer les caractéristiques spatiales des objets intégrés dans la base de données : la localisation de chacune des informations par rapport à un fonds de carte de référence, en l'occurrence le cadastre actuel.

La saisie des formes et des relations de l'ensemble des objets entre eux sous une forme vecteur a mobilisé une part importante du temps de travail. Plusieurs milliers d'objets ont

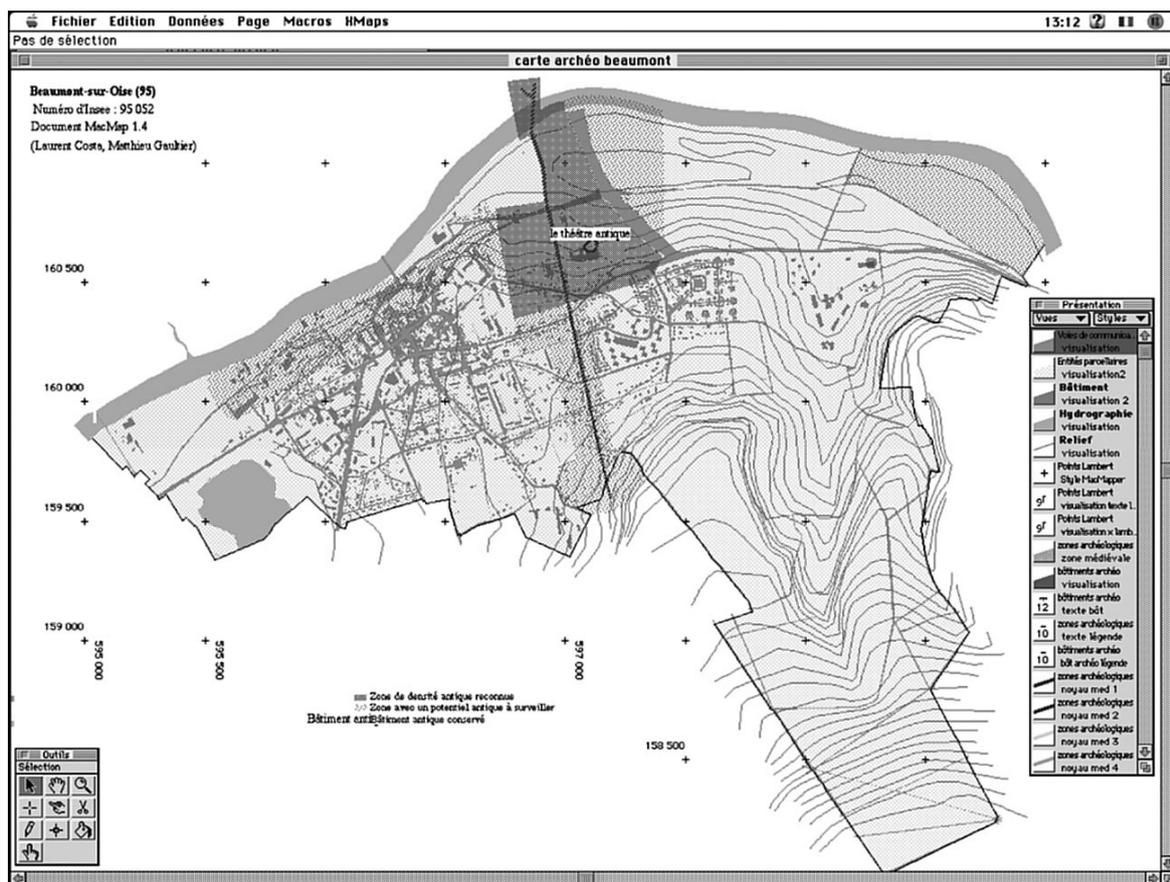


Fig. 05 : Photo d'écran de la base de données géographiques de Beaumont-sur-Oise.

été intégralement redessinés sur la base d'une documentation papier initiale. Les logiciels ne gérant que peu ou très mal les données images, il n'était pas envisageable, à cette époque, de saisir l'information directement à l'écran comme nous le faisons aujourd'hui. L'intégration d'objets en mode vecteur demandait l'utilisation d'une table à digitaliser. Ce processus très fastidieux et coûteux en temps a été très vite abandonné dès l'avènement vers les années 1980 de logiciels intégrant une bonne gestion des données images.

Classiquement dans le monde des SIG, les objets vecteurs sont formalisés sous la forme d'une ligne, d'une surface ou d'un point. Tous les objets de même type sont alors rassemblés en couches d'information que l'on superpose ensuite pour composer un document complexe. Cette organisation des données sous la forme de couches regroupant des types d'informations cohérentes entre elles est l'organisation la plus classique encore aujourd'hui. Sa simplicité et sa robustesse lui ont assuré sa pérennité. On peut noter que, de manière assez originale pour l'époque, Mac-Map®, logiciel SIG d'origine française, était fondé sur une logique un peu différente. Les objets n'étaient pas organisés sous la forme de couches de données mais organisés au sein d'un fichier en types et sous-types dans une structure de base de données dite « orientée-objet ». Cette organisation se différencie de l'organisation dite « verticale » ou relationnelle (par couches successives reliées les unes avec les autres par un lien généralement nommé clef) en cela que les objets sont intégrés au sein d'une structure de données complexe où chacun des grands ensembles de données (Types) dispose de propriétés dont héritent les objets du niveau inférieur (Sous-types). Les avantages de ce modèle de données sont aujourd'hui intégrés dans les nouveaux standards de stockage des grands produits du marché notamment par la société ESRI™ qui commercialise le logiciel américain Arc GIS® qui, avec ses géodatabases (structure de stockage de données géographiques correspondant à une structure de base de donnée relationnelle) intègre cette dimension.

Le développement de cette base de données a donc nécessité de réfléchir à une structuration de l'information permettant l'intégration d'un ensemble de données diversifiées au sein d'une structure unique, le tout possédant des expressions spatiales très diverses et des qualités d'information variables. L'échelle de référence du document (1/5000) a imposé d'explicitier les relations spatiales et la forme réelle de chacun des sites de manière beaucoup plus précise que dans une carte archéologique classique où chaque site correspond à un point. En outre, dans un plan archéologique, la délimitation des relations spatiales des objets peut rester floue. Cette imprécision de l'information possible dans une représentation graphique est beaucoup plus complexe à formaliser dans une base de données qui, comme tout les outils informatiques, fonctionne sur une base binaire. Dans notre exemple, les relevés du site réalisés manuellement nous présentent au choix : un même site en rapport avec plusieurs interventions, une même structure traversant plusieurs ensembles de données, ou encore le même tracé d'un dessin délimitant une surface nette de sol puis s'estompant en pointillé...

Le site est par nature un objet conceptuellement très complexe et l'intégration de données archéologiques au sein d'une base de données géographiques ne peut se réaliser sans une réflexion poussée sur la structuration des données et des choix rigoureux sur le mode

de formalisation de l'information. La question du codage au sein de la base de données géographiques des entités spatiales et de leurs relations de contiguïté ou de connexion a été sensible.

Il a ensuite fallu cadrer le projet pour être en mesure de produire des documents graphiques intégrables dans le dossier de POS et répondant à des objectifs de type :

- Localisation : où se trouvent les opérations archéologiques et les éléments du patrimoine et du paysage de cette commune ?
- Typologique : quel type de structures archéologiques ? Rattachés ou répondant à quelle chronologie ?
- Quantification : combien de sites archéologiques connus ? quelles surfaces sondées, décapées ? Quelles sont les épaisseurs stratigraphiques contenant les vestiges ? Quel

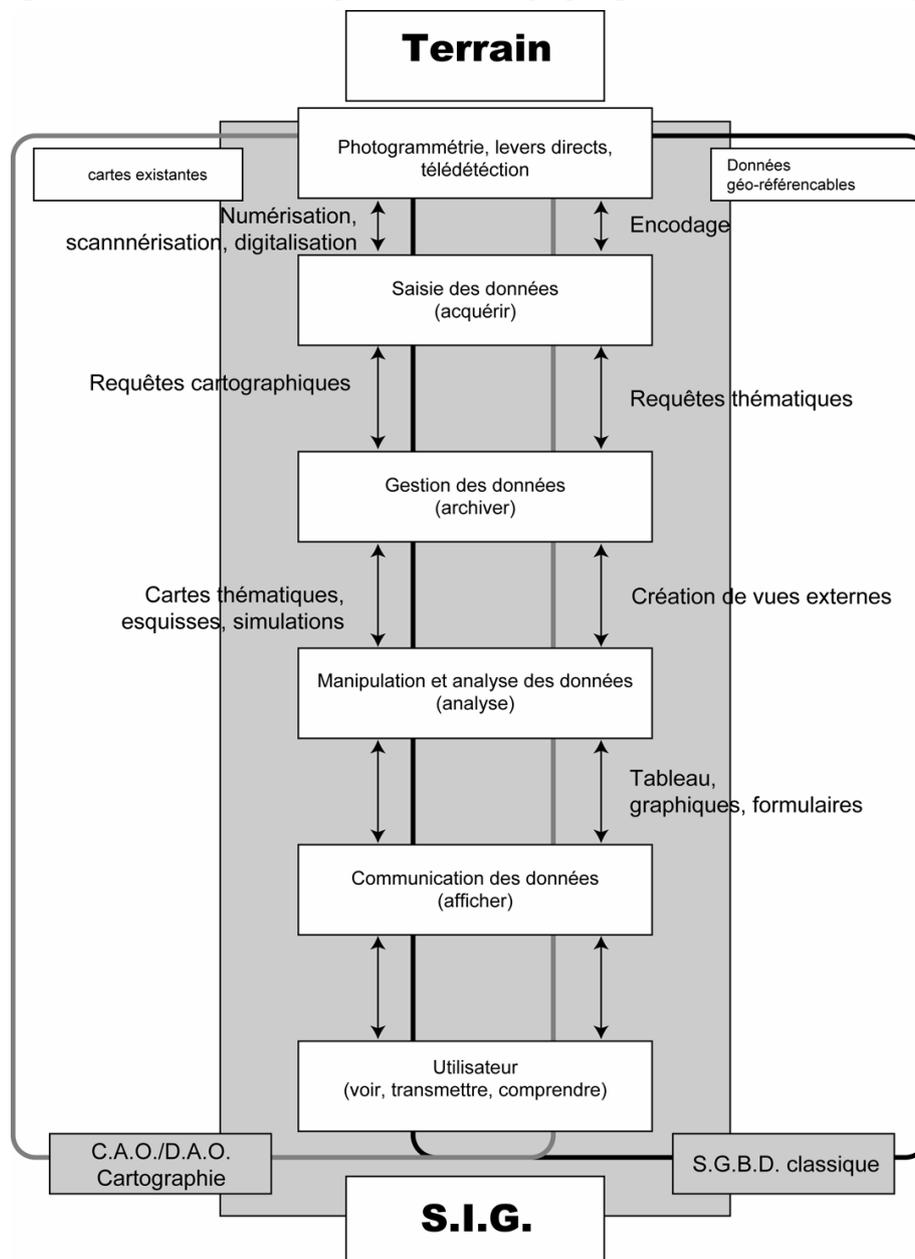


Fig. 06 : Le SIG à la jonction entre le domaine de la DAO et des SGBD [DENÈGRES 1996 : p. 16]

La CAO-DAO donne la priorité :	Le SIG donne la priorité :
<ul style="list-style-type: none"> ▪ à la représentation graphique des données, ▪ aux fonctionnalités de dessins 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ au stockage et l'organisation des données ▪ aux fonctions de mise à jour
Elle permet :	Il permet :
<ul style="list-style-type: none"> ▪ de créer un dessin qui évoluera peu en taille et dans l'espace ▪ de produire des supports aux graphismes très évolués 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ de créer une base de donnée, ▪ une mise à jour constante de la base, ▪ d'enregistrer un volume de données complexes et étendues

Fig. 07 : Différences entre DAO et SIG.

volume cela représente ?

- Potentialité et qualification : quelles sont les zones à potentiel archéologique ? Quel état de conservation des vestiges par rapport au type de contexte sédimentaire ? Quelles limites et quelles contraintes pour quelles protections ?

La base de données produite devait être utile à une démarche aussi bien analytique (décrire et comprendre la répartition des vestiges) que synthétique (proposer une délimitation des zones de conservation préférentielle pour la mise en place d'une prospective d'intervention). Les objectifs qui ont préfigurés la création de cette base de données ont été déterminants dans son développement : les objets ont été intégrés d'abord en mode graphique et ont été enrichis d'une information sémantique complémentaire permettant de les caractériser.

Les questions posées à cette occasion, autant sur les modes de structuration de l'information que sur la procédure de production de cartes complexes, illustrent ce qui rapproche et différencie une approche en termes de cartographie-DAO et une approche en terme de système d'information (SI) (**Fig. 06, Fig. 07**). La puissance d'interrogation qu'autorise le SI se paie d'une lourdeur dans l'organisation de l'information beaucoup plus importante que dans un outil plus classique de DAO. En revanche la base de données est inscrite dans une logique de pérennité autre où la gestion des mises à jour ou encore celle des évolutions globales de la base sont gérées selon un autre point de vue. La base de données de Beaumont-sur-Oise est aujourd'hui reprise dans le système d'information départemental, alors que d'autres bases sont fixées dans des structures DAO : par exemple celle de la Vallée de l'Oise (voir chapitre 6). Le paradoxe de cette base est qu'au final le logiciel SIG a été utilisé pour produire des cartes très classiques dans leurs formes avec un désavantage en terme de qualité de rendu (le rendu des logiciels SIG étant à l'époque d'une qualité moindre, ce qui n'est plus le cas). La solution la plus rationnelle et la plus efficace, si l'on évalue le projet uniquement sur les critères de la rapidité et la qualité de rendu, aurait été soit de coupler au logiciel de SIG un logiciel de DAO ou encore mieux, d'utiliser uniquement un logiciel de DAO type Adobe Illustrator® ou Autocad®. La donnée a été structurée *in fine* selon l'objectif cartographique et seules les productions cartographiques ont été visibles, la base de données elle-même ne passant qu'au second plan et ayant été plus ou moins abandonnée au-delà de cette production spécifique. La commune de Beaumont-sur-Oise n'a pas non plus repris

les données qui auraient pu lui être utiles mais seulement les documents cartographiques intégrables au dossier administratif, malgré le fait qu'il était techniquement possible de livrer l'ensemble de l'application. On peut penser que logiquement elle aurait ouvert sur une puissance d'interrogation bien supérieure à la consultation des documents graphiques et aurait permis la production de cartes à la demande. Mais, indépendamment des faiblesses d'équipement du moment et de l'inertie des habitudes des différents acteurs en présence, il n'est pas sûr que la livraison aux services municipaux d'une base de données en l'état ait remplacé avantageusement les cartes sur support papier, tant il est vrai que les documents cartographiques offrent une vision synoptique difficilement égalable. On aurait cependant pu faire coexister une base de données géographiques, outil quotidien, aisé à mettre à jour en continu et une production plus ou moins automatisée de documents cartographiques sur papier indispensables aux utilisateurs et seuls documents opposables. Cet exemple constitue une illustration qui nous semble particulièrement illustrative des liens et des différences qui unissent logiciels SIG et outils de cartographie. Il illustre aussi l'importance du travail préalable de définition des besoins et du nécessaire travail de structuration qui doit lui aussi être mené en amont des développements et durant toute la mise en oeuvre de l'application.

2.1.2 - UN SIG STRUCTURANT POUR DE L'OPÉRATIONNEL

Le projet géomatique «Francilienne», autrement nommé «Liaison Cergy Roissy» (LCR) est un projet développé à partir de 1994 et 1999 dans le cadre d'une opération d'archéologie préventive menée conjointement par le SDAVO et l'AFAN (actuelle INRAP) sous l'autorité des services de l'Etat (SRA). Ici, l'idée était de construire un système d'information géographique dédié à la gestion des informations issues des chantiers de fouilles préventives en relation avec l'outil développé et utilisé alors par le SDAVO pour la gestion de sa carte archéologique. La finalité du système était double puisqu'il devait être un outil efficace pour la gestion des données en contexte d'urgence mais aussi servir à faire le lien avec la base de données centralisée constituée par les archéologues territoriaux. L'application devait à la fois permettre de rendre compte de l'état d'avancement de la collecte des données, servir d'outil stratégique pour le déploiement des opérations et fournir le cadre pour la mise en perspective immédiate de ces mêmes informations dans les études post-terrain et dans celui de la gestion sur la longue durée des données patrimoniales (Carte archéologique départementale).



Fig. 08 : Localisation du tracé de la Francilienne.

La démarche développée durant ce projet, loin d'être planifiée de manière rationnelle, s'est construite de manière empirique tout au long du déroulement des opérations pour donner au final un outil et une organisation de la chaîne de l'information tout à fait originale et

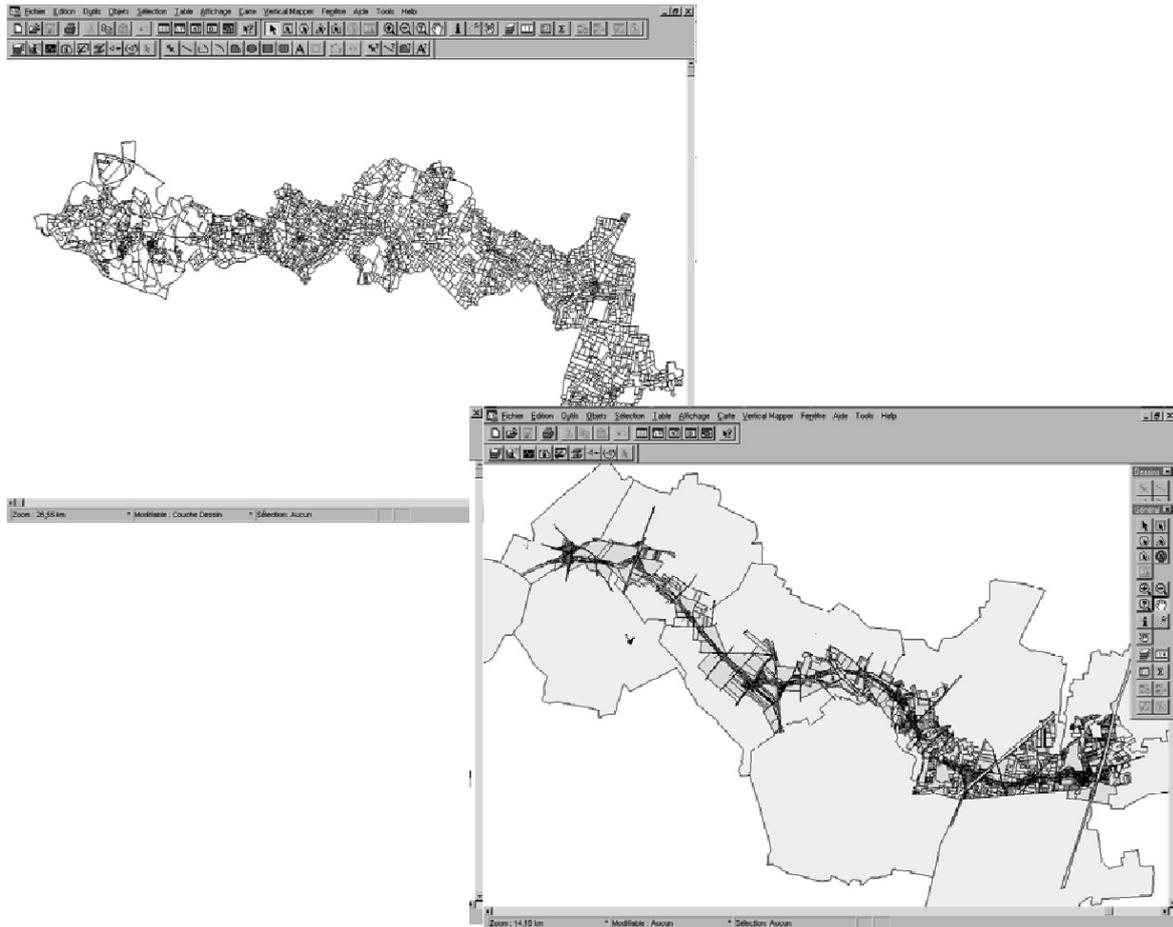


Fig. 09 : Photos d'écran de la base Francilienne.

prenant en compte la spécificité des différentes étapes de la démarche archéologique en contexte préventif. Le modèle de données extrêmement simple à l'origine s'est peu à peu complexifié. En effet, les objets intervenant dans le cadre d'une opération archéologique sont extrêmement nombreux. Des plans originaux contenant les limites du projet, aux données contextuelles indispensables (altimétrie, topographie...), aux données de gestion (bornes topographiques, réseaux de fluides, parcelles cadastrales, contraintes administratives...) jusqu'aux données archéologiques, plusieurs milliers d'objets sont venus composer la base de données géographiques de l'opération.

On mesure par ce simple exemple, l'infinie complexité du réel dont un système d'information doit rendre compte pour permettre la gestion satisfaisante d'une opération dans un contexte préventif. A cet aspect déjà complexe est venu s'ajouter une dimension organisationnelle importante : la co-gestion (SDAVO – AFAN) d'une opération archéologique globale composée d'une série de sous-opérations (26 fouilles archéologiques), menées sous des responsabilités multiples (26 responsables d'opérations), traitant d'objets (types de sites et chronologies), sur la base de problématiques et animés par des équipes aux objectifs et aux moyens différents les uns des autres.

Le projet a du être géré selon deux échelles (**Fig. 09**) : l'une globale sur l'ensemble de la longueur du tracé permettant de disposer d'un état de synthèse des données disponibles et des travaux ; l'autre plus restreinte permettant de travailler à l'échelle du site.

Cette ligne de développement a aussi été gérée sous la contrainte d'une nécessité liée à la nature du projet archéologique. L'urgence liée au contexte préventif nous a incité à développer une approche intégrée d'acquisition de l'information, allant du terrain à la base de données jusqu'au traitement graphique destiné au responsable d'opération (**Fig. 6**). Ici la chaîne numérique de traitement de l'information comprenait toutes les étapes classiques d'enregistrement et de formalisation de donnée. L'information archéologique enregistrée était figurée, comme sur un plan classique, en forme réelle. A cela, s'ajoutait une information de type sémantique correspondant aux fiches d'enregistrement de terrain dont une partie (minimale) était reversée dans la base de données géographiques. On a donc vu se constituer une série de bases de données de sites archéologiques correspondant le plus souvent à des plans masses informés. Chacune des opérations a été individualisée dans le fichier global et ses données reversées dans un second temps dans un fichier indépendant fourni au responsable de l'étude qui, sur la base d'un noyau normalisé, développait son propre modèle durant le temps de son travail. En phase finale, les bases de données des sites ont été conservées de manière indépendante les unes des autres et seules quelques informations de synthèse ont été reversées dans la base de données globale.

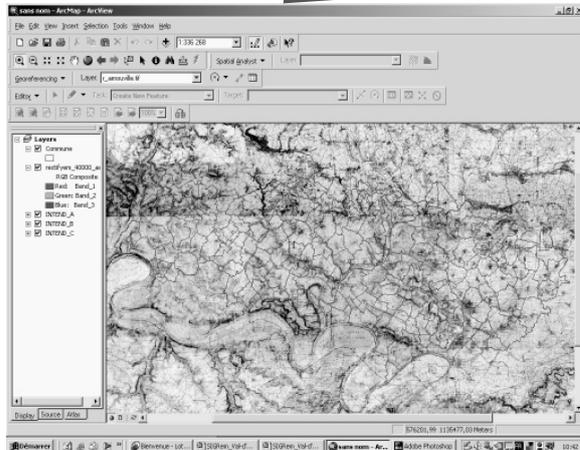
Ici encore, le type de structuration de la donnée est très proche de celui utilisé dans le domaine de la cartographie automatique. Cela explique en partie que les logiciels SIG ne se distinguent pas toujours nettement en tant que tel dans l'esprit de nombreux utilisateurs. Points, lignes et surfaces sont en effet les trois figures fondamentales pour exprimer une information géographique que ce soit dans un logiciel de DAO ou dans un logiciel SIG. Ce qu'un logiciel SIG apporte dans ce cas de figure c'est, d'une part, la facilité de naviguer dans la base de données et de l'interroger à la fois dans sa dimension spatiale et dans sa dimension attributaire et, d'autre part, la facilité de changer de niveau de détail et de niveau d'échelle pour replacer par exemple dans une perspective plus globale une information plus spécialisée ou plus limitée dans l'espace. On peut associer des questionnements synthétiques au niveau de l'opération : quels sont les sites du Haut-Moyen-âge fouillés par telle personne ? Combien de ces sites possèdent de structures de tel type ? à des questionnements plus spécifiques à chacun des sites : quelle est la répartition générale des pièces lithiques du site de Villiers-Adam ? Combien de fosses contenant du matériel du III^e siècle le site de Villiers-le-Sec a-t-il livré ? En outre, cette structure de données permet de relier à une information que nous qualifierons de centrale (données archéologiques), des informations plus périphériques par exemple environnementales (sondages géotechniques, géologie, géomorphologie) ou paysagères (cadastres et plans anciens).

Ainsi, les capacités de gestion de masses de données importantes et les possibilités d'adaptation à des contextes variés et mouvants offerts par le SIG ont été fondamentales pour l'opération Francilienne. Elles ont été structurantes et ont permis des développements qui, s'ils n'étaient pas impossibles autrement, se seraient révélés très complexes à mettre en œuvre dans le cadre matériel de l'opération (exemple de Villiers-Adam).

Le système a en outre permis de constituer les fondements d'une culture technique commune

SIG

Echelle globale



Echelle locale

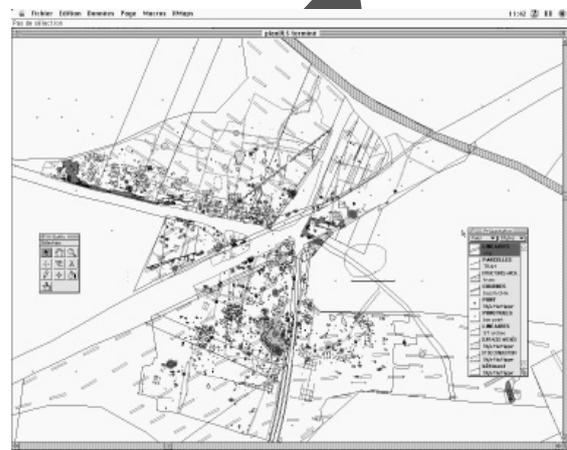


Fig. 10 : Les données liées à l'échelle globale couvrent de manière exhaustive tout le territoire départemental et permettent à tout agent de disposer d'une information stable et cohérente. Elles regroupent les données de tronc commun que sont les référentiels géographiques (BDTOPO...) et thématiques (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 « 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....

pour une équipe et de faire le lien entre différents pôles de travail (gestion, recherche). Ce système, au-delà de la production de données, a été stratégique à plusieurs niveaux. Tout d'abord, il a servi de socle de négociation et de dialogue pour la gestion des opérations. Ensuite, il a été structurant dans un certain nombre de démarche en proposant un cadre d'application intégrant comme élément de base la dimension géographique. C'est là un des intérêts essentiels de l'utilisation des SIG que de proposer à la fois un mode de gestion de l'information où l'entrée est la dimension spatiale de l'information, mais aussi un outil qui potentiellement peut servir à la gestion des équipes dans le cadre d'un projet et servir de support à des collaborations inter-institutionnelles.

2.1.3 - UN SIG COMME OUTIL DE GESTION ET DE COORDINATION D'UNE ÉQUIPE ARCHÉOLOGIQUE

Le troisième projet que nous présentons a été développé sur une base différente, moins liée à une logique opérationnelle. Il ne s'agit plus d'un projet inscrit sur un temps court comme les deux précédents, mais bien d'un projet inscrit dans une logique institutionnelle et sur un temps long : celui de politique générale du SDAVO.

Ce projet mis en œuvre formellement du point de vue technique depuis 1993, était engagé avant même l'apparition des logiciels SIG à proprement parler. Il est d'ailleurs toujours en

cours de développement.

Il prend ses origines dans les années 1985 - 1990, moment où l'inventaire départemental, réalisé depuis 1976 sous la forme de fiches bostols [SOULIER 1984], a été informatisé sur le modèle de l'inventaire des sites historiques proposé lors d'une étude réalisée dans le cadre d'une recherche universitaire [OUZOULIAS 1988]. Parallèlement à cette étude, le développement des fouilles de sauvetage puis préventives entraîna une intensification de la collaboration avec les équipes de l'AFAN et un accroissement considérable des données à gérer. C'est à ce moment (1992-1993) que le service archéologique s'est équipé de son premier logiciel de type SIG : Mac-Map®⁴. Celui-ci s'est imposé progressivement comme un des outils clés pour la gestion des informations archéologiques. Des informations différentes de celles intégrées couramment à la carte archéologique (sites et indices de sites) ont été prises en compte de manière systématique⁵ et la réflexion sur les objectifs a été complétée d'un travail critique sur les données et les outils. Peu à peu les archéologues se sont investis dans l'utilisation de ces technologies. Aujourd'hui, les archéologues départementaux sont tous formés, connaissent le produit et disposent chacun d'une licence SIG⁶ sur leurs postes de travail (Fig. 10).

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. Ce qu'il est utile de noter ici, c'est qu'à l'issue de bientôt quinze années d'existence de ce projet, on peut dégager une double logique de développement dont les natures pourraient apparaître contradictoires : à la fois empirique et planifiée. Dans le cas de figure du SIG SDAVO, il est clair que les volontés d'acteur, les opportunités technologiques sont venus à l'appui - voire ont orienté, autant qu'ils en sont issus- des objectifs cadres tels que l'aide à la formulation de diagnostics territoriaux⁷ pour les archéologues et les autres acteurs du territoire. La gestion spatiale de l'information autorisée par l'outil a permis de fédérer des thématiques différentes : géologie et géomorphologie, étude de la céramique ou d'autres mobiliers, étude des paysages...

La mise en place d'un système d'information géographique sur un espace au final assez vaste (tout le département du Val-d'Oise soit 185 communes) posait d'emblée de fortes contraintes. Il était impossible d'envisager de disposer en début de projet des données géographiques de référence (alors trop coûteuses) qui auraient pourtant été indispensables à sa bonne exécution. Nous avons donc dû constituer nous-mêmes, manuellement, à partir d'une base cartographique au 1/50000 un fond de référence géographique composé des voies actuelles, des limites communales, des zones urbaines et forestières, des courbes de niveau et du réseau hydrographique. Dans le contexte de ces années, la mise en œuvre d'un

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

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

6 - C'est aujourd'hui le logiciel Arc-Map® de la société ESRI qui est déployé dans l'ensemble des services du Conseil Général.

7 - Nous entendons par diagnostic territorial l'opération qui consiste à synthétiser la documentation sur une zone du territoire : données archéologiques, cartes anciennes, données historiques diverses, données environnementales et paléo-environnementale mais aussi données liées aux différentes servitudes administratives par exemple (zone de protection, dispositifs législatifs spécifiques, etc...)

48

fond de référence et d'une stratégie d'acquisition de la donnée n'allait pas de soi. Nous nous sommes alors associé avec le Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et Environnement du Val-d'Oise⁸ (CAUE Val-d'Oise) qui mettait en place lui aussi son propre outil. Cela a créé de fait une synergie entre acteurs d'un même territoire. Peu à peu, ces données élémentaires ont été enrichies par d'autres à la même échelle (données géologiques, données cadastrales... etc.). Ces données ont été essentiellement utilisées dans un premier temps pour organiser celles de la carte archéologique et produire des cartes de répartition thématique. Même si cela peut sembler naïf, le simple fait de disposer de « cartes documents » homogènes, sans travail de modélisation spécifique, a contribué à l'avancée de la réflexion sur l'inventaire archéologique et a largement favorisé l'adoption de cette technologie par l'équipe du SDAVO et par l'institution [SUMERA, KRIER, WABONT 1995].

La montée en charge progressive des problématiques liées à l'espace, l'existence d'un contexte documentaire important, la pérennité d'une équipe et la stabilité du territoire d'étude ont abouti à la mise en place d'un outil cadre intégrant en son sein toute une série de données géographiques extrêmement variées.

L'idée globale du projet a été de mettre en place les infrastructures techniques et de données afin que tout archéologue soit en mesure de disposer d'un accès à l'ensemble du *corpus* d'informations disponible sur l'espace de référence concerné, c'est-à-dire le Val-d'Oise. Ce principe a ensuite été étendu à l'ensemble des agents départementaux (soit plus de 1500) qui ont eu accès à un ensemble de données leur permettant d'intégrer dans le cadre de leurs procédures la dimension patrimoniale. Ce même principe a encore été étendu plus récemment (en visant d'abord les habitants du Val-d'Oise) avec l'ouverture d'un service de consultation sur Internet⁹.

Si le SIG a d'abord été un moyen de structurer une documentation jusque là éparse et de répondre aux différentes demandes ponctuelles des archéologues départementaux, il est presque aujourd'hui devenu une fin en soi, avec ses propres logiques de développement.

Ainsi cette dualité des objectifs (planifié / empirique) nous a incité à réfléchir à la fois sur l'organisation et les principes d'un système d'information pour un service d'archéologie de collectivité et sur le développement d'une stratégie de service et d'appropriation du système par les différents membres de l'équipe.

Il est intéressant de noter que, dans ce cas de figure, les finalités du système ne pré existent pas. Les finalités et les utilisations potentielles s'inventent, se formalisent, émergent au fur et à mesure que le projet se développe et que les acteurs s'y agrègent.

Nous avons travaillé, une fois encore, selon deux axes afin de définir un certain nombre de fonds complémentaires se rapportant à des thématiques nous permettant de disposer pour l'ensemble de l'espace départemental d'une série variée mais cohérente de données [COSTA, ROBERT 2008]. Ici, les avancées de la technologie nous ont permis de compiler

8 - <http://www.caeu95.org>

9 - <http://www.valdoise.fr>

une série documentaire comprenant l'ensemble de la cartographie ancienne et actuelle disponible sur le département. Cette cartographie avait été collectée depuis la création du service archéologique (1976) auprès de diverses institutions (Cartothèque de l'Institut Géographique National, Service Géographique de l'Armée, Archives Départementales et Nationales, fonds spécifiques...). Elle a été regroupée au sein d'une cartothèque qui compte aujourd'hui plus de 7000 reproductions de documents remontant, pour les plus anciens au XVII^{ème} siècle. Ces documents ont pour leur grande majorité été numérisés et géoréférencés dans notre système. Chacun peut ainsi disposer pour son territoire d'étude d'un ensemble documentaire facilement mobilisable et lui permettant de visualiser sur plus de quatre siècles les différentes représentations du territoire [COSTA, ROBERT 2008].

Il existe globalement deux grands modes d'intégration des cartes papiers dans un SIG. Soit comme pour Beaumont-sur-Oise on interprète les données et on reporte manuellement les limites qui y figurent (vectorisation), soit on numérise le document lui-même et on l'intègre en y apportant les ajustements d'usages dans le système par géo-référencement. L'intégration des cartes anciennes demande alors un certain nombre de précautions. La validité planimétrique n'est pas toujours vérifiée pour les cartes les plus anciennes et la restitution de ces images constituées sur des bases conceptuelles fondamentalement différentes des nôtres (modes de représentation, systèmes de projection) peut parfois s'avérer délicat. L'intégration de ces données images et leur comparaison avec les données de référence actuelles nous ont permis par exemple de développer une vision critique de la qualité extrinsèque et intrinsèques de chacun des documents [COSTA, ROBERT 2008]. L'outil SIG permet ici de constituer de la continuité dans une documentation souvent discontinue¹⁰ et de construire un savoir critique sur cette même documentation grâce aux possibilités de compilation qu'il possède.

Parallèlement à ce travail de gestion et d'intégration des sources nous avons développé des bases de données complémentaires répondant à des besoins spécifiques. La carte des réseaux constitue une des bases les plus importantes que nous ayons pu réaliser à ce jour. Elle est issue de la vectorisation des cadastres napoléoniens (réalisés entre 1807 et 1810 cf. Vol.4 - Annexe Recif) et permet d'offrir à nos partenaires un état des limites communales, du réseau hydrographique naturel et artificiel, du réseau viaire, des zones urbanisées et de la toponymie tels que figurés sur le cadastre de la première moitié du XIX^e siècle.

Le SIG possède dans ce cas de figure de nombreuses fonctions. Il est tour à tour outil fédérateur pour de multiples données ayant des thèmes et des dates différentes et ayant comme dénominateur commun l'espace Val-d'Oisien ; outil de visualisation des cartes actuelles et anciennes ; outils de gestion de l'inventaire archéologique du Val-d'Oise ; outil

10 - En effet, on ne peut que faire le constat de la variabilité entre différents fonds documentaires planimétriques. Quels similitudes entre la carte de Cassini réalisée entre 1749 et 1781 et les cartes topographiques actuelles ? Comment associer d'une part un document foncier comme les cadastres de Berthier de Sauvigny (ou plan d'intendance) réalisés entre 1776 et 1791, d'autre part un document d'ingénieur comme les Atlas de Trudaine réalisés entre 1745 et 1776, ou encore un document à vocation militaire comme les minutes de la carte d'Etat-Major au 1/10 000 ou au 1/40 000 réalisées entre 1818 et 1835 ? Ni les échelles, ni les représentations, ni les objectifs de ces documents ne sont similaires. On a donc ici deux types de discontinuités : l'une de forme et l'autre de fonds. L'intérêt du géoréférencement est qu'il permet de réinscrire ces documents qui possèdent chacun leurs cohérences, dans une continuité d'espace et de temps. L'un et l'autre des documents pouvant alors s'informer et se pondérer. Ici, c'est d'une part la notion de collection associée à celle de géoréférencement qui génère une donnée nouvelle de nature critique.

de communication et de diffusion de données ; outil de production cartographique ; outil de recherche et d'analyse... Il permet des approches et productions variées d'un même espace tout en assurant une certaine homogénéité de la donnée.

Son caractère collaboratif soulève des problèmes d'ordre méthodologique liés aux questions d'accès et d'échange de données, ou encore sur des questions de gestion de projets (qui a le droit d'éditer quoi ?). Ces questions ont été abordées, mais plus globalement, à l'échelle de l'institution dans le cadre du projet «SIG départemental» qui a été initié par le conseil général du Val-d'Oise et conduit par sa direction des systèmes d'information (DSI) à partir de l'année 1998 par le lancement d'une étude de définition et de cadrage des besoins [CG95 1998]. Cette étude a fait l'état des lieux de l'action des services de toute l'institution dans le domaine spécifique de la géomatique. Elle a proposé des pistes pour coordonner les différentes initiatives et a définit un objectif cadre prioritaire : *«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 1998a : p.9].

Le choix s'est alors orienté sur une architecture informatique de type Client-Serveur : un serveur de données géographiques déposé sur le site central du Conseil Général (Campus) et géré du point de vue technique par les informaticiens (Direction des systèmes d'information - DSI) permet encore aujourd'hui aux différents clients-utilisateurs d'interroger une unique base de référence.¹¹

Il est intéressant de noter que le système développé à l'origine par et pour les archéologues a connu différentes évolutions - bifurcations (dont l'intégration au projet départemental est la dernière) due notamment à des changements de technologies qui successivement ont évolué de l'outil monoposte réservé à un technicien spécialisé à un outil multi-utilisateur pour aboutir à une véritable organisation en réseau (Mac Map®, Map-info®, Arc-View®, ArcGIS® et réseau SIG départemental).

2.1.4 - UN SIG COMME OUTIL DE MODÉLISATION D'HYPOTHÈSES

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 (Fig. 11). Ce site de sous-bois, découvert en 1989 lors des prospections organisées dans le canton de Magny-en-Vexin, présente des conditions de conservation exceptionnelles pour la région. Il laisse apparaître des vestiges architecturaux conservés parfois sur un mètre de hauteur et associés à du matériel gallo-romain [COSTA et al. 2000b].

¹¹ - Compte tenu des puissances très inégales du réseau entre les différents sites utilisateurs, le schéma initial a été adapté : des serveurs relais ont été déployés dans les services et les données du serveur central dupliquées. Ainsi, l'interrogation et la manipulation des données par les agents sont transparentes, qu'ils soient sur le site central de l'institution (Cergy) ou dans les autres sites du département. Seuls les serveurs communiquent entre eux : chaque nuit, une procédure automatique basée sur les protocoles de transfert FTP, examine les différentes couches de données et coordonne l'ensemble des serveurs. D'un point de vue technique, le SGBDR ORACLE® est installé sur le serveur central, associé au progiciel Arc-SDE®. Ce sont ces deux progiciels qui contiennent et redistribuent les données du central vers le local. L'utilisateur n'est pas directement confronté à ces deux produits mais au progiciel ArcGIS®. Plus de 20 licences ont été déployées pour l'ensemble de l'institution, dont sept pour le service archéologique qui reste un des plus gros utilisateurs de l'outil. Le secteur des transports et de la gestion des routes, la direction de l'environnement, la direction de l'action culturelle (bibliothèque) ou encore les services sociaux sont les autres utilisateurs.



Fig. 11 : Localisation du site de Chaussy dans le Val-d'Oise

murs de terrasse associés à de la tuile et à des tessons gallo-romains. Des traces de ce qui a été interprété comme des cultures fossiles (formes de labour : billons et sillons) viennent en rythmer l'espace [OUZOULIAS 1988]. 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).

La présence d'un contexte de sous-bois a permis la fossilisation complète de ce site et sa conservation et a rendu les vestiges (Fig. 13), dans le même temps, difficilement lisibles dans leur globalité. La réalisation d'un relevé micro-topographique¹² a donc été envisagée afin d'obtenir un modèle numérique de terrain offrant un point de vue synthétique de l'ensemble des vestiges.

Plusieurs difficultés sont alors apparues : l'étendue du site (supérieur à 15 hectares) et la situation en sous-bois rendaient les travaux de levés topographiques particulièrement délicats. En effet, les notions de distance et d'orientation sont généralement perturbées dans ce contexte. Il est 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 SIG a donc servi de support de synthèse mais aussi de support de modélisation permettant de développer les différentes



Fig.12 : Le site de Chaussy

L'étude de la répartition des occupations gallo-romaines menée dans le cadre de la prospection du canton de Magny [OUZOULIAS 1988] avait laissé apparaître une absence de site au niveau de la partie sud du territoire de la commune de Chaussy (95). Une prospection réalisée ensuite autour de la ferme de Méré au lieu dit « le Cul froid » a révélé une série de vestiges architecturaux sous la forme de

stratégies d'intervention au fur et à mesure du déroulement des opérations.

Cette transformation du mode de visualisation et son rendu immédiat sont quelques uns des grands intérêts du SIG. Elle positionne le système d'information comme un outil médiateur entre les intervenants et le terrain. Ici, le SIG n'a pas

12- Un relevé de micro-topographie est un relevé topographique qui vise à composer un échantillonnage suffisamment dense pour pouvoir modéliser dans un second temps la surface du terrain sous la forme d'un modèle de donnée continu. Ce relevé a été réalisé en collaboration avec C. LORTHOIS, élève ingénieur à l'ESGT. Le travail de relevé a fait l'objet d'un mémoire d'ingénieur. [LORTHOIS 2001]

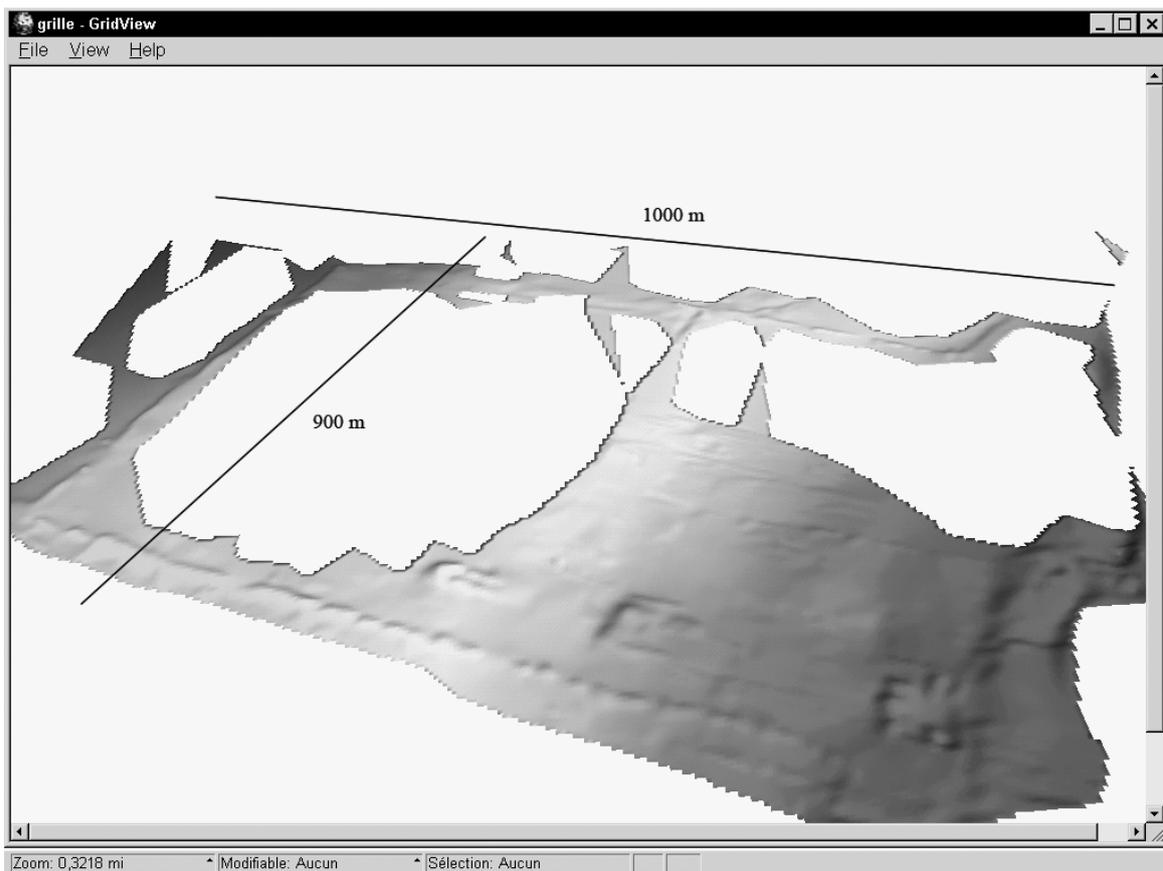


Fig. 13 : photo d'écran. Création d'un modèle numérique de terrain à partir de points relevés en microtopographie. Les niveaux de gris correspondent aux altitudes relatives (du foncé pour les niveaux élevés au clair pour les niveaux les plus bas). Les zones blanches correspondent aux zones qui n'ont pas été levées durant la campagne.

véritablement servi à proposer des produits cartographiques mais plutôt à synthétiser les informations et à permettre la création d'un **m**odèle **n**umérique de **t**errain (MNT). A partir d'un corpus de base correspondant à des mesures discrètes (points topographiques)¹³, nous avons développé sur la base d'algorithmes de calculs spatiaux¹⁴ un modèle de données continu nous permettant de lire un état de développement des vestiges (**Fig. 13**), c'est-à-dire d'accéder à une connaissance nouvelle nous permettant de proposer des hypothèses d'interprétation. On voit au travers de ce très modeste exemple tout le processus de développement des travaux de modélisation qui sont de l'ordre des processus incrémentiels :

- d'une observation de départ (la présence de vestiges -murs- et d'indices -indices phytologiques et anomalies de la morphologie du terrain),

13 - Plus de 5000 points topographiques ont été relevés en X, Y et Z (précisions infra centimétriques) correspondant à 15 jours de terrain et plus de 20 stations pour une surface couverte d'environ 90000 m² soit un peu plus de la moitié du site reconnu.

14 - Il existe plusieurs types d'algorithmes de calculs spatiaux. Un algorithme est un processus constitué d'opération et de règles opératoires qui permet par différents calculs de restituer une surface continue à partir d'un échantillonnage discret de données. On distingue essentiellement les algorithmes dits déterministes des algorithmes dits probabilistes basés sur des méthodes de calculs différents et donnant des résultats qui peuvent être parfois sensiblement distants. Dans notre cas de figure nous nous sommes appuyé sur une modélisation déterministe de type inverse de la distance (IDW) pour sa simplicité d'utilisation et le respect de l'échantillonnage qu'elle permet. Pour plus d'informations sur les méthodes de calcul on se reportera à la thèse de L. AUBRY [AUBRY 2003 : Annexes p.27 - 50], à l'article de F. DJINDJIAN [DJINDJIAN 1990] ou à l'ouvrage «statistiques spatiales : méthodes et applications géomatique» de J.-M. ZANINETTI [ZANINETTI 2005].

- nous avons formulé une hypothèse (la présence d'un établissement rural et de son domaine),
- permettant de développer une stratégie de collecte des données (le relevé microtopographique),
- suivie d'une stratégie de modélisation (la création du MNT),
- ouvrant sur une validation ou une réfutation de l'hypothèse de départ.

La question théorique qui se pose ensuite est moins la validation des algorithmes choisis pour traiter les données spatiales (plus proches voisins, spline, krigeage cf. note 14) que la validité des hypothèses sous-jacentes : peut-on déduire un plan d'établissement à partir des anomalies topographiques et ensuite proposer une interprétation d'un type d'occupation uniquement par sa morphologie restituée ? Ici l'espace n'est plus seulement un support mais un élément permettant de construire une connaissance historique. *« En histoire comme en archéologie, la dimension temporelle, donc l'espace temporel, est privilégiée et s'inscrit dans et à travers l'espace géographique soit d'une façon neutre : l'espace est alors considéré comme un support, soit d'une façon participative : l'espace géographique est alors considéré comme un objet géographique en soi ayant une structure spatiale propre et des propriétés spatiales spécifiques. »* [PIROT, VARET-VITU 2007 : p.1].

Cet outil n'a pas véritablement eu de postérité en lui-même. Une fois la phase d'analyse achevée, les données ont été reversées dans le système d'information géographique du département du Val-d'Oise. Ceci illustre la différence qui peut exister entre un système d'information dédié à la réflexion - dans un cadre de programme de recherche ou dans le cadre d'une opération de planification stratégique - et un système d'information dédié à la gestion quotidienne d'une équipe stable et inscrite sur des temps longs correspondant à des logiques institutionnelles.

2.1.5 - LE SIG EN ARCHÉOLOGIE : CARACTÉRISTIQUES COMMUNES

Il n'est, encore une fois, pas question de résumer ici l'immense variété des applications de la géomatique à l'archéologie par ces quatre exemples. Si nous les avons choisis, c'est seulement pour nous approcher de manière empirique de la question de la définition des SIG. Nous avons pris le parti de nous appuyer sur des exemples moins ambitieux mais dont nous maîtrisons tous les paramètres pour les avoir mis en œuvre. Il nous semblait difficile de dégager les permanences et les évolutions à la fois méthodologiques, techniques ou bien organisationnelles sans nous appuyer sur une expérience cumulée et un recul suffisant que seule la pratique autorise.

Les quatre projets présentés ont été construits au moyen d'outils informatiques du même type : ordinateurs, logiciels spécialisés auxquels il faut ajouter un appareillage de divers outils d'acquisition, de saisie, d'impression... De la mise en place des premières expériences

de bases de données des archéologues du Val-d'Oise (1993) jusqu'aux développements les plus récents, il s'est écoulé presque 15 ans. Les capacités des matériels et des logiciels sont aujourd'hui cent fois supérieures notamment au niveau du stockage ou des potentiels de calcul. Tandis que les investissements nécessaires en temps et en finances étaient conséquents il y a encore dix ans de cela, nous utilisons aujourd'hui des machines d'une puissance sans commune mesure. L'utilisation d'un logiciel aussi spécialisé et riche qu'Arc-View® par exemple ne représente plus un obstacle pour un grand nombre. Cette augmentation des potentiels et des puissances des machines est très largement reconnue, mais il ne faut en rien l'oublier car elle est en elle-même vecteur de modifications structurelles de notre gestion de l'information. De la construction des banques de données archéologiques [GARDIN 1972] au développement des bases de données géographiques actuelles qui comportent des milliers - voire des millions pour certaines - d'entités enregistrées, il y a un pas quantitatif qui, bien qu'il ne surprenne plus grand monde, est vecteur d'un changement dans l'économie de notre savoir.

Mais ce qu'il faut noter c'est que, parallèlement à la montée en puissance de l'appareillage technique, le cadre conceptuel des SIG ou de manière plus générale celui des SI, plus stable et plus fondamental, évoluait plus lentement. Les manuels SIG des années 1990 par exemple sont loin d'être obsolètes et les propos tenu par R. GINOUVES [GINOUVES 1971] en 1971 ou par J.Cl. GARDIN en 1972 [GARDIN 1972] sont encore d'actualité même si les technologies auxquelles ces textes font mention sont très largement dépassées.

Certaines évolutions technologiques sous-tendent des changements, mais ces changements sont longs à se faire sentir car les phénomènes de diffusion sont graduels et les évolutions des pratiques très lentes.

L'important travail de mise au point, puis de saisie d'un référentiel géographique que nous avons engagé au tout début du projet carte archéologique du Val-d'Oise en 1993 ou dans le cadre du projet Beaumont-sur-Oise en 1997, se traduirait aujourd'hui par une procédure d'acquisition ou d'échange auprès d'organismes spécialisés ou de partenaires disposant des informations sur ce territoire (ce qui est le cas pour la version actuelle du projet carte archéologique du Val-d'Oise). L'arrivée d'Internet et l'explosion des ressources libres est, sur ce point, signe d'une nouvelle transformation massive de l'économie de nos projets géomatique en archéologie, comme dans toutes les disciplines qui utilisent la géomatique. L. COHEN-TANGUY parle à propos des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) du « nouvel ordre » numérique. Il souligne que les effets des NTIC, s'ils sont lents, sont structureaux et profonds :

« Révolutionnaires, perturbateur, l'univers numérique n'en est pas moins déjà structuré par des rapports de force. Plus exactement, le numérique renforce les hiérarchies existantes, tout en portant en germe la capacité de les éroder. » [COHEN-TANGUY 2000 : p. 2]

Un autre élément commun à cet ensemble de projet est la place qu'y tiennent les cartes. Le projet mené sur la commune de Beaumont-sur-Oise est l'exemple le plus explicite puisque

l'objectif affiché et le résultat de cette étude est un atlas cartographique. Pour les autres, même si la carte n'est pas l'objectif en soi c'est tout de même un requis indispensable. Le projet Liaison Cergy-Roissy (LCR) est un outil de gestion stratégique de la donnée dans une opération archéologique de grande envergure dans le cadre d'un projet routier, mais le produit de chacune des bases de données a été une collection de cartes. Pour le projet Chaussy, même si la cartographie n'était pas l'objectif de départ, les seuls rendus pérennes ont été des cartes qui ont été associés aux différents rapports. Le projet SIG du Val-d'Oise, n'avait pas, lui non plus, vocation à être ciblé sur une production cartographique précise, en revanche il a été conçu pour permettre de produire des cartes de différents niveaux : cartes documents support de la recherche, cartes de gestion dans le cadre de procédures administratives...

La carte reste le vecteur courant et efficace, car lisible par tous, de la communication et de la transmission des informations. Son caractère fixe en fait un document de référence dont la codification (légendes, cartouches, sémiologie graphique) est intégrée dans notre capital culturel commun.

Enfin, pour terminer cette approche fonctionnelle, une dernière caractéristique nous semble être commune à nos quatre exemples : la dimension projet et la place structurante qui tiennent les SIG. Il faut alors entendre le terme projet comme un processus composé d'une suite d'opérations coordonnées allant du terrain jusqu'au traitement de l'information. Quelle que soit l'ambition scientifique des développements présentés, tous ces exemples partagent les mêmes contraintes : la durée, l'équipe, les outils, le contexte, les logiques d'organisations, des temps différents, etc...

2.2 - DE QUOI SE COMPOSE UN SIG EN ARCHÉOLOGIE ?

Après avoir abordé la question de savoir à quoi pouvait servir un SIG, la seconde perspective que nous suivrons est la perspective structurelle. Elle nécessite d'analyser les différents composants d'un SIG et la manière dont ils sont organisés.

2.2.1 - LE SIG COMME OBJET TECHNIQUE : DE LA BOITE À OUTIL À LA SCIENCE DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

SIG : objet technique

Malgré les mises en garde fréquentes que nous dispense la littérature, il n'est pas rare d'entendre parler de SIG comme d'un logiciel. On parle du *SIG Map-Info* ou du *SIG Géo concept* ou du *SIG Arc-Info* et on ne peut que constater la fascination toujours plus forte pour les nouvelles versions de chacun de ces outils.

Les manuels d'initiation aux SIG et les formations qui sont dispensées aujourd'hui aux géographes ou aux autres thématiciens (archéologues, architectes...) sont d'ailleurs toutes

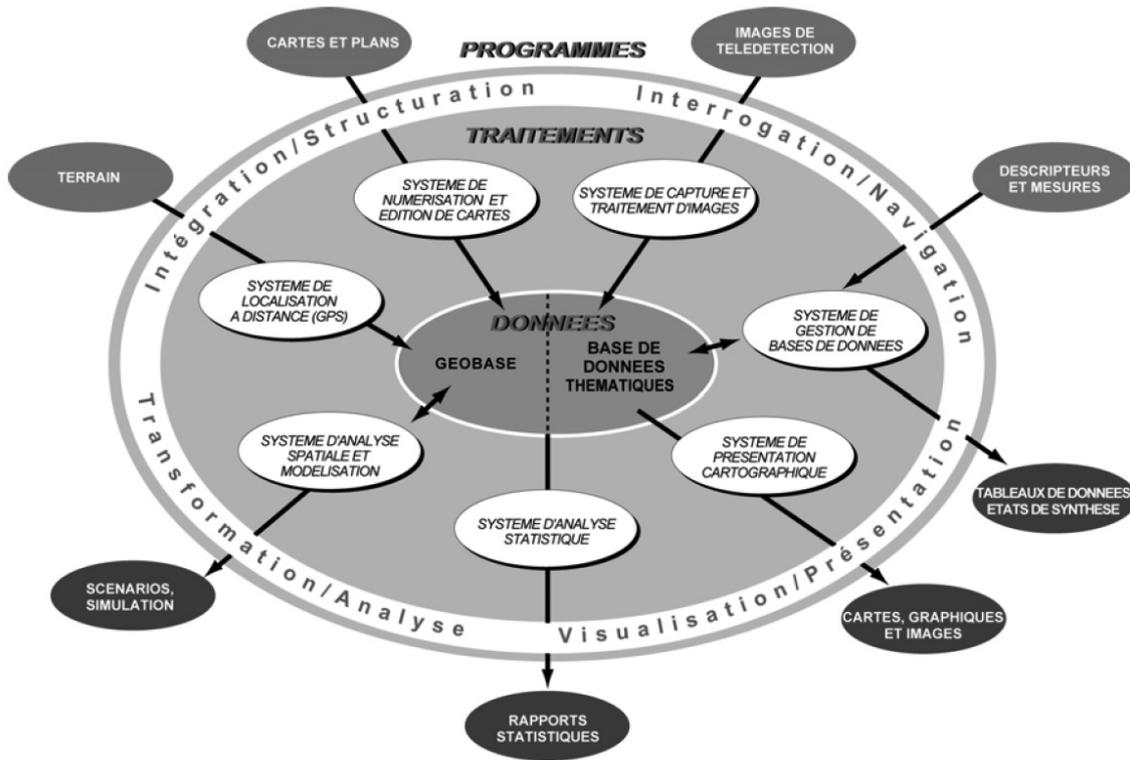


Fig. 14 : Le système technique d'un SIG d'après Eastman et Thierault [JOLIVEAU 2000 : p. 47]

organisées autour d'un logiciel donné, de préférence propriétaire. Par ailleurs, on peut se rendre compte que la compétence en géomatique d'un individu est généralement évaluée à l'aune de ses connaissances techniques sur l'un ou l'autre des grands produits commerciaux plus que sur sa capacité à renouveler les méthodologies d'un projet de recherche à l'aide des outils de la géomatique.

Une première analyse des résultats de notre observatoire des pratiques géomatiques en archéologie semble montrer que, comme dans d'autres disciplines, le logiciel Arc-GIS® de la société ESRI™ est le plus répandu dans la communauté archéologique. *A contrario* chez les informaticiens professionnels et en particulier chez les universitaires, on note plutôt une méfiance générale envers les logiciels propriétaires et commerciaux [SCHOLL *et al.* 1996].

Au-delà de ce constat, ce qu'il est plus intéressant d'analyser, c'est la logique d'adoption de l'un ou de l'autre des produits. Il nous semble que l'on peut dessiner deux tendances qui sous-tendent le choix d'un produit par rapport à un autre. Ces tendances, bien que le critère financier soit important, sont clairement de nature organisationnelle. Soit on s'intègre dans un contexte disposant d'une « culture produit » et dans ce cas on va s'intégrer dans une dynamique existante pour bénéficier de la culture technique du groupe, soit on se situe comme pionnier d'une équipe et ce sont les stratégies individuelles qui vont déterminer le choix de tel ou tel produit. Nous avons fait le constat que les aspects techniques étaient plus rarement significatifs, tous les produits actuels étant plus ou moins aux mêmes niveaux de performances et disposant d'un noyau général de fonctionnalités équivalentes (à quelques

détails près).

Open-source ou propriétaire ?

L'offre en terme d'outil a profondément évolué depuis les premières utilisations auxquelles nous avons pu participer. Il est difficile, même pour un spécialiste de géomatique et d'autant plus pour un thématicien utilisant les SIG, de rester à niveau dans le domaine. Les standards se sont profondément renouvelés avec l'apparition des produits *Open-source*, des outils client-serveur, des nouvelles normes de programmation et d'organisation telles que l'OGC (*open geospatial consortium*) ou l'ISO (*groupe TC211*).

Les normes de programmation par exemple, d'un niveau plus élevé, tendent progressivement à écarter les non spécialistes du développement informatique professionnel. Inversement la plupart des produits, même les produits commerciaux, proposent en standard l'accès aux ressources de leur noyau de développement permettant aux utilisateurs qui maîtrisent les bases du développement de construire des applications sur mesure. L'exemple de SIGUR (Système d'Information Géographique pour la Gestion URbaine) développé en Bretagne par Th. LORHO en illustre le potentiel [LORHO 2009]. Sous réserve de la maîtrise du langage de développement Visual Basic®, le logiciel propriétaire Arc-Gis® offre une bibliothèque de fonctions de bas niveau (*Arc Object*) à partir desquelles on peut construire une application à la demande. Le schéma est le même pour les produits *Open-source* : POSTGRE SQL® et son extension spatiale POST GIS® ou MAP SERVER®, par exemple donnent accès à une bibliothèque de fonctions de traitement de la donnée géographique tout à fait extraordinaire mais supposent en arrière plan un niveau de compétence technique extrêmement développé.

Le rapport au logiciel

Le rapport au logiciel, en archéologie comme ailleurs, s'est donc réorganisé sur un *continuum* qui va du simple utilisateur de produits préconçus jusqu'aux développeurs avancés qui mettent au point des applications en fonctions de besoins précis.

En tout état de cause, un SIG n'est pas un système fermé et limité, les outils logiciels sont devenus le centre de systèmes aux limites floues auxquels s'ajoutent en permanence de nouvelles fonctionnalités (Fig. 14). Celles-ci peuvent entraîner des changements imprévisibles des utilisations du système d'information qui elles-mêmes induisent (autant qu'ils en sont déduits) un renouvellement des relations de l'utilisateur à ses données.

En revanche, même si on a véritablement ce *continuum*, les développements lourds de bas niveau ne sont presque exclusivement réalisés que dans les équipes où cohabitent informaticiens et thématiciens. Notre observatoire des pratiques géomatiques en archéologie (cf. vol.2) nous a permis de faire ce constat. Il est en effet difficile, voire non légitime, pour un archéologue de gérer l'intégralité des développements informatiques, entre autre pour des problèmes de compétence. C'est la raison qui explique qu'on assiste généralement à des développements beaucoup plus poussés au niveau de la structure générale des systèmes dans des équipes intégrées et pérennes par exemple dans les services archéologiques des collectivités

territoriales qui outre leurs ressources propres (compétences archéologiques), disposent des ressources transversales de leur institution (directions des systèmes d'information) et d'une certaine autonomie d'action.

Ce fonctionnement est plus rare dans les équipes de recherche dont les logiques de fonctionnement sont autres. Malgré l'existence des unités mixtes de recherche (UMR) pouvant regrouper structurellement un grand nombre de personnels, d'équipes et de compétences, chaque équipe, chaque projet de recherche est à priori une entité autonome disposant de finances, d'objectifs, de moyens techniques qui lui sont propres. Les choix sont donc indépendants les uns des autres et s'inscrivent dans une échelle, un temps et un espace qui est celui du projet de recherche. Cet aspect est encore renforcé avec la gestion par appel d'offre de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR)

Au final, les développements de projets géomatiques en archéologie sont dans la majeure partie des cas de figures observés basés sur des produits « clefs en mains » (cf vol2 : observatoire). Seul l'investissement d'un ingénieur versé dans la pratique du développement permet l'extension des fonctionnalités des produits standards [LORHO 2009].

La notion de logiciel s'est elle-même profondément renouvelée. Les logiciels SIG les plus performants, tels qu'Arc-GIS®, Grass® ou Idrisi®, sont aujourd'hui des univers à part entière dont il est difficile, voir impossible d'avoir une connaissance exhaustive. Ils englobent les utilisateurs autant que ceux-ci les manipulent et leur utilisation oblige les thématiciens que sont les archéologues à s'ouvrir sur un monde qui n'est *a priori* pas le leur. L'informatique, la géographie, la topographie voire l'urbanisme et l'aménagement sont parties prenantes du capital de connaissance de l'archéologue et l'appartenance à tel ou tel organisme définira la proportion des connaissances périphériques nécessaires. L'investissement sur la question du législatif par exemple ne sera pas de même niveau selon que l'on est chercheur, conservateur du patrimoine, professeur des universités, responsable d'opération, chercheur ou ingénieur rattaché au CNRS, à une collectivité, à l'INRAP ou au Ministère de la Culture....

La question du niveau d'appropriation des concepts informatiques et des outils de traitement que doit intégrer dans son capital de connaissance un archéologue reste donc ouverte. Il n'en reste pas moins que pour la manipulation de ces outils, un niveau minimal de connaissance des concepts de la géomatique et de culture technique reste indispensable. C'est à cette seule condition que l'on peut se dégager des strictes contraintes logicielles et de la logique « presse-bouton ». L'enfermement dans une pratique trop cadrée pour cause de non maîtrise technique, soumet alors le développement des processus de collecte, de gestion et d'analyse

de traitements impossibles en dehors de cette dynamique de projet.

Plus globalement, l'apparition ces cinq dernières années de ressources gratuites et partagées, notamment sur Internet, a profondément modifié le champ des potentiels d'analyse¹⁷ de tout à chacun. Des données peuvent être transmises ou récupérées à distance et cela pour presque n'importe quelle zone d'étude dans le monde (*cf. site Géospatial Consortium, Earth Science Interface, Nasa, géoportail, cadastre.org...*). **La question aujourd'hui n'est donc plus de choisir le bon logiciel, ni de trouver de la donnée mais plutôt de savoir comment gérer au mieux le flot continu et fluctuant de services et de données du réseau.**

Par ailleurs, la gamme de matériel utilisée par l'archéologue pour gérer son SIG s'est très largement élargie allant de la station de travail hyper-puissante à l'assistant personnel mobile (PDA, *personal digital assistant* littéralement assistant numérique personnel) permettant de commander de manière intégrée toute la chaîne de l'information d'avant le terrain jusqu'à la publication. D'autres appareils sont aussi couramment utilisés : les outils d'acquisition de données de terrain tels que les théodolites ou les GPS sont maintenant interfacés avec les logiciels SIG. Il est aujourd'hui possible de disposer sur un appareil ultra-portable tel qu'un ordinateur de poche ou un téléphone portable¹⁸, de sa base de données géographiques et de la coupler avec un GPS pour disposer au choix de fonctions de navigation ou de saisie directement sur le terrain. L'appareillage faisant partie intégrante du SIG n'est donc pas réductible au logiciel uniquement. Le développement d'un SIG nécessite toute une série de périphériques spécialisés soit pour l'acquisition (table à digitaliser, scanners grands formats, caméras ...etc.) ou encore la restitution (écrans, imprimantes simples ou imprimantes grands formats ...etc.). «*Un SIG peut donc s'envisager comme un ensemble complexe d'outils variés dont l'objectif est la gestion de l'information géographique*»[JOLIVEAU 2004 : p. 39].

SIG : données géo référencées

«*Les SIG sont des ensembles de données repérées dans l'espace, structurées de façon à pouvoir en extraire des synthèses utiles à la décision* » [DIDIER 1990]. Cette définition de M. DIDIER place la base de données au centre du système. Si les logiciels et matériels sont interchangeable, les données qui ont été rassemblées, organisées, validées en vue d'un objectif très spécifique constituent la caractéristique véritable du SIG. Leur précision, leur qualité, leur morphologie générale (graphique et sémantique) déterminent la qualité des résultats que l'on est en droit d'en attendre.

Au cœur de la construction d'un SIG se trouve une activité de modélisation et d'acquisition

ou de cartes plus spécifiques telles que les cartes de l'Atlas de Trudaine ont pu faire l'objet de larges développements démontrant leur utilité pour la recherche archéologique [COSTA, ROBERT 2009]. En outre, l'intégration dans la dynamique institutionnelle départementale des programmes de recherche développés par le service archéologique a permis cette fois d'accéder à des référentiels géographiques contemporains tels que la BD TOPO de l'IGN autrement inaccessibles.

17 - <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/> : ce site, dépendant de la NASA, livre des données permettant de réaliser des modèles numériques de terrain (MNT) en tout point du globe. Ces MNT réalisés par interférométrie radar possèdent une précision planimétrique d'environ 90 m. Leur mise à disposition ouvre donc des potentiels d'analyses extraordinaires. Sur cet aspect un autre site géré par l'université du Maryland dans le cadre du programme américain Global Land Cover Facility regroupe toutes les ressources disponibles au sein d'une interface d'interrogation et de téléchargement : Earth Science Data Interface <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/>

18 - les portables de dernière génération permettent de disposer d'un GPS avec un accès aux données cartographiques et satellites de google maps™ et à sa base de données adresse. On peut alors d'une part visualiser des images aériennes de haute définition pour n'importe quelle partie du monde mais aussi collecter en codant son information directement sur le terrain à l'aide d'un outil aussi commun qu'un téléphone.

des données qui passe par la définition des différentes entités qui vont prendre leurs places dans la base de données. Cette modélisation renvoie à deux questions indissociables qui sont celles de la mesure et de l'observation de la réalité et celles de sa représentation.

Les données archéologiques sont le produit d'une mesure, d'une observation et d'une interprétation de la réalité. B. DESACHY définit la donnée archéologique de la manière suivante :

« A la base de toute étude archéologique, les données sont par définition des vestiges ou ensembles de vestiges matériels, avec les informations dont ils sont porteurs. Ces objets font l'objet d'une analyse, d'un traitement, d'un commentaire, en bref d'une construction intellectuelle, mobilisant un certain savoir (faits et arguments plus ou moins explicites), et débouchant sur une interprétation »
[DESACHY 1989 : p. 21].

Les vestiges matériels, base de l'information archéologique, sont par nature spatialement déterminés. On peut donc les percevoir comme de la donnée géographique. Pour N. CHRISMANN **[CHRISMANN 1997]**, un phénomène géographique quelconque se manifeste sous trois modes :

- quoi ? la substance ou la nature du phénomène ;
- où ? la localisation, la spatialité du phénomène ;
- quand ? le moment ou la temporalité du phénomène.

Rendre compte d'un phénomène géographique, tout comme d'un phénomène archéologique, nécessite donc au moins trois descripteurs :

- un descripteur qualitatif qui prend en charge la nature du phénomène : dimension attributaire.
- un descripteur spatial qui prend en charge la variation dans l'espace : dimension spatiale ;
- un descripteur chronologique qui prend en charge la variation dans le temps : dimension temporelle ;

La variation dans le temps est théoriquement continue (avec parfois des effets de seuil ou encore des effets de carence dû à des abandons ou à des destructions par exemple). Même si des expérimentations sont en cours **[RODIER, SALIGNY 2009]**, on ne sait toujours pas aujourd'hui percevoir le temps en continu. On le prend donc en compte de manière segmentée (année par année, jour par jour ou en termes d'espaces chronologiques).

La variation dans l'espace peut être discrète ou continue. Certains phénomènes, comme une occupation humaine (type « ferme indigène gauloise » par exemple), sont par nature délimités. Leurs limites dans l'espace sont clairement définies. Des phénomènes comme le relief ou une diffusion ou tout ce qui correspond à des gradients ou des intensités sont par natures continus.

Cette catégorisation des phénomènes, pratique dans la gestion quotidienne des informations,

reste cependant trop limitée. Th. JOLIVEAU nous propose une autre méthode de catégorisation des phénomènes selon trois échelles différentes :

- une échelle nominale (différence entre des catégories) ;
- une échelle ordinale (ordre sur des rangs) ;
- une échelle cardinale (calculs sur des quantités).

On peut transformer une mesure d'une échelle cardinale en échelle ordinale puis nominale mais l'inverse n'est pas possible. La description d'un phénomène géographique, et par extension d'un phénomène archéologique, doit prendre en compte ces trois composantes. On ne peut pas décrire simultanément un phénomène dans le temps, l'espace et en nature. On procède donc toujours par trois opérations successives :

- on fixe la variation d'une composante (la variation de cette composante est nulle pour l'opération)
- on contrôle la variation d'une seconde composante (la variation est contrainte dans certaines conditions et selon un certain pas) ;
- on mesure la variation d'une troisième composante.

Pour l'archéologie nous rajouterons une quatrième composante concernant la catégorisation de l'information, étape correspondant à l'interprétation. Par exemple dans le cadre de l'établissement d'une carte archéologique, on peut avoir les enchaînements suivant :

- Fixer l'espace (telle limite de zone d'inventaire), contrôler les sites (tous les sites de cette zone), mesurer le temps (fixer une période chronologique de rattachement des sites), catégoriser le site (déterminer la nature du site en fonction d'une typologie) ;
- Fixer le temps (délimiter la fourchette chronologique), contrôler les sites (tous les sites de cette zone répondant à ce critère), déterminer la catégorie, interpréter l'évolution de la typologie des sites dans le temps ;
- Fixer les sites (délimitation d'un corpus), contrôler la catégorie, mesurer l'espace, interpréter la catégorie de site fixée ;
- Fixer la catégorisation (tel type de site), contrôler l'espace, mesurer le temps, interpréter la relation catégorisation-espace ;

Les modèles conceptuels, c'est à dire les manières dont sont formalisées les informations et les manières dont elles sont utilisées par le système, sont très fortement contraints par l'activité de mesure et d'observation et donc par les cadres d'observation disponibles. Cet état de fait est particulièrement vrai en archéologie où l'on sait que la lecture de certains vestiges peut se révéler extrêmement délicate et où la nature même de nos informations - partielles par définition - rend délicate la définition même d'un phénomène. La notion de site par exemple, si courante dans notre discipline est loin de faire l'objet d'un consensus.

Dans la carte archéologique du Val-d'Oise la notion de site est définie par l'association d'un couple de coordonnées et d'une chronologie. Deux périodes chronologiques représentées sur le même lieu donnent deux sites différents. Dans PATRIARCHE, le site n'existe pas en tant que tel. Seules les entités archéologiques (EA) qui sont des entités définies d'abord par une localisation, une étendue dans l'espace et une fonction ont une existence concrète. Ces éléments qui correspondent à la plus petite unité d'enregistrement peuvent être rattachées ensuite à plusieurs périodes chronologiques. Les ensembles sont ensuite regroupés de manière synthétique pour composer des entités complexes correspondant à des ensembles fonction-chronologie. On doit ensuite passer à un autre niveau de synthèse pour accéder à une notion de site comparable à celle de la carte archéologique du Val-d'Oise. On a là deux manières d'envisager la notion de site qui correspondent à deux type d'applications différentes.

Le découpage d'un phénomène se fait en fonction de catégories liées au regard porté sur celui-ci. Th. JOLIVEAU nous donne comme exemple assez pédagogique celui de l'altitude et du relief. Un phénomène simple comme l'altitude se traduit par une mesure quantitative : la hauteur par rapport à un repère défini. Le phénomène relief en revanche est plus complexe. On doit le traduire par au moins deux variables simples : altitude et forme, dont l'association permet de produire d'autres variables plus complexes : pentes, orientations, directions des pentes... Le phénomène relief est donc rendu par un ensemble de variables imbriquées parmi lesquelles on en dégagera certaines qui joueront le rôle de descripteurs. Si le repérage d'un vestige archéologique peut-être traduit par une série de mesures (un point au centre des vestiges, ou plusieurs points correspondant à l'axe du mur), définir un site est plus complexe. Quel niveau prendre en compte ? Sur quelles bases intégrer l'information ? Où mettre les limites de ce que l'on nomme le site ? Même les aspects qualitatifs qui peuvent *a priori* paraître plus simples à mettre en œuvre sont loin d'être évidents. La construction d'une typologie de fonctions pour les sites par exemple nécessite un important travail de synthèse et de consensus entre les chercheurs. L'importante bibliographie qu'a générée la question des typologies est l'illustration de cette complexité qui se joue dans la constitution des bases de données archéologiques. La question est donc loin d'être résolue...

L'organisation en classes dotées de propriétés et entretenant des relations est le produit d'un travail spécifique de conception et d'abstraction qui modèle la base de données qu'elle soit géographique ou non.

Cette question de modélisation fait aujourd'hui l'objet d'un débat assez sensible chez les informaticiens au travers la problématique de l'interopérabilité. L'arrivée des technologies réseau (le Web notamment) met au cœur des débats la question de la manière d'échanger des objets communs. Concrètement, il s'agit de mettre en évidence ce qui constitue un domaine partagé (classes d'objets, fonctions, structures de données...) dans l'optique de faciliter les échanges entre les bases de données. Dans le domaine des SIG, il s'agit alors de faire dialoguer différentes conceptions de l'espace. En effet, la capacité à échanger des données entre projets n'est pas tant une question technique qu'une question de compatibilité minimale entre les ontologies, c'est-à-dire entre les modèles qui ont contribué à les constituer. Cette

question est d'autant plus pertinente dans le contexte de l'archéologie, que notre discipline est composée d'une série d'organisations qui poursuivent des buts, avec des moyens et des perspectives très différentes. Ces différences conduisent les praticiens à développer des bases de données qui du point de vue de la forme sont différentes mais aussi du point de vue de la structure et du noyau conceptuel. Si l'utopie de la normalisation générale des bases de données est aujourd'hui plus ou moins abandonnée, elle laisse place à des questions qui sont d'un tout autre ordre. **Il ne s'agit plus alors de normaliser définitivement l'ensemble des projets afin de trouver le « bon modèle », « la bonne base de donnée » mais de réfléchir au moyen de faire dialoguer ces différentes conceptions de la réalité.**

64

Autant qu'à une modélisation, une base de données répond toujours à une conceptualisation de la réalité, à une ontologie préalable. La lecture des impacts de la géomatique sur les organisations en archéologie ne peut donc s'affiner qu'en analysant la représentation que se fait un acteur ou une organisation composée d'acteurs, de la réalité dont il veut rendre compte. Une base de données ne se réfère pas directement à des objets réels, mais à l'interprétation de ceux-ci par l'utilisateur final de la base de données. Les informaticiens parlent à ce propos « d'univers du discours ». Nos quatre exemples proposés plus haut ne représentaient ni Beaumont-sur-Oise, ni le département du Val-d'Oise, ni le site de Chaussy, ni la Liaison Cergy-Roissy mais une traduction informatique de ce que chacune des équipes avait interprété pour répondre, dans un contexte spécifique, aux différentes questions de chacun des projets. En revanche, leur cohésion était garantie par un niveau minimum de cohérence des différentes ontologies. Ce minima a pu dans le cas du Val-d'Oise être assuré par la dynamique liée à l'existence d'une politique de service.

SIG : méthode intégrée de gestion d'information spatiale

Un SIG est une construction technique *ad hoc* faite pour répondre à une question, apporter une solution à un problème généralement d'ordre spatial. Le système technique SIG est organisé autour d'une base de données géographiques, combinant des données de référence et des données thématiques auxquelles sont associées des logiciels permettant d'alimenter et d'interroger la base de données pour en détacher des extraits et produire des documents spécifiques.

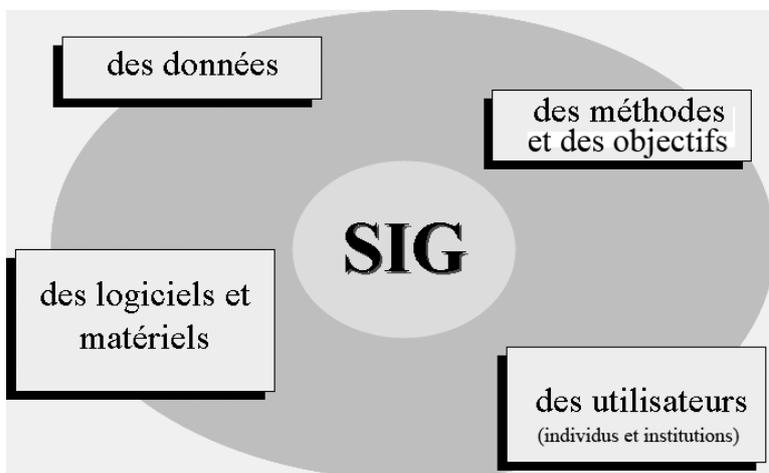


Fig. 16 : Les composantes d'un SIG

Bien plus encore, un SIG comprend aussi des langages de développement permettant d'automatiser les traitements, de réaliser des applications dites métiers ou de développer de nouveaux modules fonctionnels [LORHO 2009]. Cette variété des fonctions des SIG

a conduit des auteurs comme THIERAULT à proposer une définition plus large des SIG : « un ensemble de principes, de méthodes, d'instruments et de données à références spatiales utilisé pour saisir, conserver, transformer, analyser, modéliser, simuler et cartographier les phénomènes et les processus distribués dans l'espace géographique » [THIERAULT 1995 : p. 22].

Ici c'est la question des procédures qui devient centrale. **Un SIG n'est plus seulement un dispositif technique plus ou moins complexe, ce n'est plus seulement une base de données géographiques, c'est une construction méthodologique finalisée et porteuse de sens, faite pour rendre compte d'un phénomène ou d'un processus spatial (Fig. 16).** C'est donc la question initiale et sa nature spatiale qui deviennent les éléments structurels. Le contexte de développement vient se surajouter pour modeler la forme concrète du SIG ainsi que son organisation. Dans cette conception, les données ne sont plus qu'une composante ressource parmi d'autres et le SIG devient l'outil central de prise en compte des phénomènes spatiaux que nécessite la résolution du problème. Cette conception intègre donc toutes les activités conceptuelles et analytiques liées à la prise en compte des phénomènes spatialisés comme faisant partie d'un processus. Les SIG deviennent ainsi les supports privilégiés de tout raisonnement sur l'information dans l'espace. L'aboutissement de cette conception méthodologique culmine dans une approche intégrant toutes ces dimensions au sein d'une véritable discipline dite science de l'information géographique (SIG) ou géomatique [JOLIVEAU 2004 : p. 47].

2.2.2 - LE SIG COMME SYSTÈME D'INFORMATION D'UNE ORGANISATION

L'exemple du Val-d'Oise, évoqué plus haut, ne peut se réduire à une simple collection de données. Ce projet se présente plutôt comme un ensemble rassemblant certes des données, mais aussi des procédures formalisées d'actualisation, des règles de décision, des outils informatiques ainsi que des individus réels travaillant dans des structures, des organismes, des institutions concrets possédant des objectifs clairement définis.

On peut donc aussi envisager le SIG comme une partie très spécifique du système d'information d'une organisation. Penser le SIG comme élément d'un système d'information c'est donc articuler trois composantes :

- Une composante technique (matériel et logiciels),
- Une composante compétence humaine (fournies par le personnel et l'organisation),
- Une composante information (intégrant les données et les métadonnées),

Par une autre :

- Une composante de liaison : procédures, méthodes et objectifs (qui lie et coordonne

les outils, les compétences et les données).

Chacune de ces composantes suit sa logique propre de développement tout en étant en interaction avec les autres. Par exemple, des compétences en programmation peuvent dans certaines limites remplacer un outil, un outil suppléer en partie le manque d'un savoir-faire humain ; l'acquisition de données peut dispenser d'un logiciel complexe ou réciproquement. Chacune de ces composantes est vecteur d'innovation (nouvelles compétences, nouveaux outils techniques et nouvelles données disponibles). Elles constituent aussi des contraintes les unes pour les autres. L'intégration de nouvelles données peut nécessiter une évolution de matériel, de logiciel ou l'apprentissage de nouvelles compétences. Le choix d'un logiciel peut dépendre du matériel existant. Dans le cas de la création d'un système, il peut déterminer une configuration informatique particulière. Un choix logiciel peut aussi contraindre à restructurer l'ensemble de la base de données.

La conséquence directe de cette interaction est encore une fois l'accent que l'on est conduit à porter à la dimension organisationnelle des SIG. Ce sont ses capacités à faire fonctionner en synergie les composantes hétérogènes du système et à les mobiliser pour répondre aux objectifs qui lui sont dévolus qui sont déterminantes dans la réussite des opérations. Nous avons fait le constat que la plupart des difficultés, voire des échecs de mise en oeuvre de SIG dans les projets auxquels nous avons participé en archéologie, trouvent leur source dans des manquements organisationnels, plus que dans des erreurs techniques. Le succès¹⁹ d'une base de données géographiques en archéologie est soumis aux contextes techniques et humains autrement dit à la qualité de la conduite de projet autant qu'au développement d'axes problématiques pertinents.

2.2.3 - LE SIG COMME CONSTRUCTION SOCIALE, CULTURELLE ET POLITIQUE

L'information géographique est toujours construite à l'intérieur de relations institutionnelles, sociales et culturelles. Elle se trouve donc autant déterminée par les règles économiques et sociales de la société que par les moyens de production et les techniques de collecte. L'adoption des technologies de l'information géographique par les organisations de l'archéologie traduit, autant qu'il en est induit, des changements structuraux de la discipline mais aussi des changements plus globaux de la société. Les organisations de l'archéologie sont inscrites dans un tissu social complexe qu'elles influencent et qui influe sur elles (cf. *infra* Chap. I). Nos pratiques de recherche sont donc socialement inscrites. Ce point est d'autant plus vrai dans le contexte actuel qui voit le développement de l'archéologie préventive lié au débat sur l'aménagement du territoire et la réévaluation des politiques et des moyens de la recherche (RGPP).

19 - La question du succès d'une base de donnée est en soi un sujet à traiter. Comment définir la pertinence d'une base de données ? Par la qualité de l'information retenue ? Par le nombre d'informations enregistrées ? Par le nombre de ses utilisateurs ? Ou encore par la qualité de la solution technique ? Pour nous, la qualité d'une base de données doit se mesurer à l'aune de ses utilisations...

En ce sens, les SIG et l'archéologie relèvent aussi d'une analyse économique²⁰, aspect qui est généralement absent de la littérature archéologique²¹. On peut alors distinguer l'information géographique qui est un bien auquel est associé un coût de production et qui est une donnée d'intérêt commun et les produits d'information qui sont des éléments spécifiques qui relèvent de la sphère du privé et du droit d'auteur. Dans cet ordre d'idée, on peut penser au choix des grandes bases de données mises en place par l'IGN ou, dans un domaine qui nous touche plus directement, aux grandes bases de données du ministère de la culture (PATRIARCHE). Il existe aujourd'hui une économie globale de l'activité géomatique dans lequel l'accès aux données contribue à modérer le développement et l'usage des techniques, à privilégier telle ou telle méthode, telle ou telle source de donnée plutôt que telle autre. La géomatique, en archéologie comme ailleurs, est productrice d'une industrie qui s'exprime par la production de données, de logiciels, de services et d'expertises qui constituent sans aucun doute le premier cadre structurant pour les projets. L'approche économique des SIG conduite par des auteurs comme M. DIDIER [DIDIER 1990] insiste sur le fait que le développement d'un SIG en archéologie présuppose la mise en place d'un budget et d'une économie générale de projet. L'absence de prise en compte de ces aspects dans notre littérature témoigne d'un quasi rejet de cette dimension presque au détriment du développement des projets. Les confrontations à ces réalités par des praticiens sont uniquement le fruit de l'expérience.

Il faut, encore une fois, quitter notre champ disciplinaire pour trouver des supports méthodologiques prenant en compte ces aspects. L'ouvrage dirigé par M. ESSEVAZ-ROULET, « *La mise en œuvre d'un SIG dans les collectivités territoriales* » [BERNARD, ESSEVAZ-ROULET 1995] propose une approche méthodologique, adaptée aux collectivités locales, qui décompose l'ensemble du processus de mise en œuvre d'un SIG en une série de phases qui relèvent toutes d'une approche managériale et macro-économique.

Sur ce point la question de la disponibilité des données est intéressante. La cartographie a été longtemps un instrument militaire et les données géographiques les plus fines sont encore aujourd'hui dans de nombreux endroits, réservées d'abord aux militaires qui les mettent ensuite à disposition après des temps donnés. Par ailleurs, une bonne part des technologies dont nous disposons aujourd'hui sont issues du domaine militaire (photographies aériennes, GPS, télédétection, visualisation en 3D...). Il est intéressant de noter qu'en France par exemple, à côté des acteurs historiques que sont l'Institut Géographique National (IGN), du cadastre (Direction Générale des impôts) ou du Bureau de Recherches Géologiques Minières (BRGM), le groupe Thalès (anciennement Thomson TSF) société spécialisée dans l'aérospatial, la défense et les systèmes d'information fait sans doute partie des plus importants acteurs de la géomatique nationale par ses innovations [JOLIVEAU 2004 : p. 55]. A un autre niveau, la mise en place de la constellation de satellites Galileo constitue avant toute chose un enjeu géo-stratégique pour l'Europe. Au-delà de l'amélioration des

20 - Nous entendons par économie : activité humaine qui consiste à la production, la distribution, l'échange et la consommation de produits ou de choses plus informelles comme la connaissance. Il y a donc pour nous une économie de la connaissance dont les SIG sont partie prenante.

21 - Sur ce sujet on pourra consulter l'ouvrage « *coûts et profits en archéologie* » [GROSLIER 1980]

localisations, il s'agit avant tout de se libérer du système américain²². Pour prendre un exemple plus proche de nous, il est intéressant de faire le constat de la difficulté réelle (voire de l'impossibilité parfois) qu'ont les institutions de l'archéologie de mettre à disposition de l'une à l'autre, leurs données respectives²³. Les difficultés systématiques et les réticences (confidentialité, droits intellectuels, ré-utilisation abusive, distorsion de la donnée...) sont toutes individuellement légitimes et il n'est pas de notre propos de les discuter ici. Elles cachent mal dans de nombreux cas la volonté de défendre des prérogatives ou d'étendre un champ d'action. Le développement de ces technologies de l'information conduit pourtant à une redistribution des cartes à de nombreux échelons²⁴ [MARTIN 2006].

Le rôle des SIG a été très tôt de rationaliser et d'optimiser les décisions avec une théorie positiviste sous-jacente fondée sur la rationalité des acteurs et sur l'idée que meilleure est l'information, meilleur est le logiciel, meilleure sera l'application et donc la décision. C'est encore l'image et le point de vue dominants en archéologie. Les sociologues nous ont montré que ce point de vue, s'il n'est pas totalement faux, est à nuancer. H. PORNON [PORNON 1995] par exemple a bien mis en valeur que les stratégies d'acteur tenaient une place prépondérante et que des enjeux de pouvoir de différents niveaux rentraient aussi en ligne de compte dans la mise en œuvre des systèmes d'information. J.-Cl. GARDIN, s'il ne le disait directement, le présentait lorsqu'il affirmait «*les banques de données étaient issues de la rencontre plus ou moins aléatoire d'un archéologue et d'un praticien ; l'idée que l'on se fait des mérites attachés à l'emploi du calcul et des calculateurs ; les humanités quel que soit le secteur concerné...*» [GARDIN 1972 : p. 25].

Au final, il est vraisemblable que le développement des SIG transforme le cadre des interactions professionnelles des organismes utilisant l'information géographique. Le «tout numérique» renouvelle les séparations traditionnelles entre spécialistes aux fonctions et compétences distinctes [COHEN-TANGUY 2000]. Elle conduit aussi à des réorganisations structurelles des équipes et des modalités de travail comme l'a démontré S. ROCHE dans son étude sur l'usage de la géomatique dans les collectivités territoriales en France et au Québec [ROCHE 1997]. L'introduction des outils géomatiques dans ces institutions a provoqué une forte réorganisation des services et des modes de travail avec deux impacts principaux : une diffusion importante de la représentation cartographique et la planification des actions.

22 - <http://www.diplomatie.gouv.fr> : « L'Europe se dote d'un système de navigation par satellite : Galileo. Pour des raisons stratégiques et économiques, l'Union Européenne espère réduire sa dépendance vis-à-vis du GPS américain. Les deux systèmes de navigation n'en seront pas moins compatibles. »

23 - Il est intéressant de noter que par exemple l'application PATRIARCHE du ministère de la Culture qui a vocation à être un outil de référence nationale n'est que très rarement déployée au sein d'autres institutions de l'archéologie. On pourrait imaginer une mise à disposition au moins en consultation de cet outil auprès des autres institutions de l'archéologie notamment les UMR, les collectivités ou encore les bases INRAP.

24 - Cet ouvrage montre que face au changement induit par l'arrivée de ces «anciennes - nouvelles technologies» des pratiques innovantes se sont développées notamment celle du Peer to Peer et du téléchargement ou encore celle de la co-création. Il montre comment les industriels sont actuellement en train de tenter de renforcer les contrôles en essayant de conforter une économie classique qui ne répond plus aux besoins des internautes. Il montre alors comment le modèle économique de l'audio-visuel ne correspond plus et ne peut plus correspondre à une interface technologique qui le dépasse et le rend obsolète. Ici, au processus individuel se substitue une logique de partage total entre les individus et de réaffirmation des individus qui tous peuvent théoriquement participer au processus de création de la valeur ajoutée. Il parle alors d'une logique de co-création ou d'une démocratisation de la fonction d'auteur. Le changement qui touche notre discipline est du même ordre. Les ressources d'Internet et les possibilités de mise en ligne permettent un changement de paradigme dans le processus de développement et de diffusion des connaissances. L'adoption récente par le parlement de la loi HADOPI promulguée le 12 juin 2009 est dans cette logique un contresens puisqu'elle tente de limiter les processus d'échanges de l'information jugés illégaux en regard d'une gestion classique du droit d'auteur.

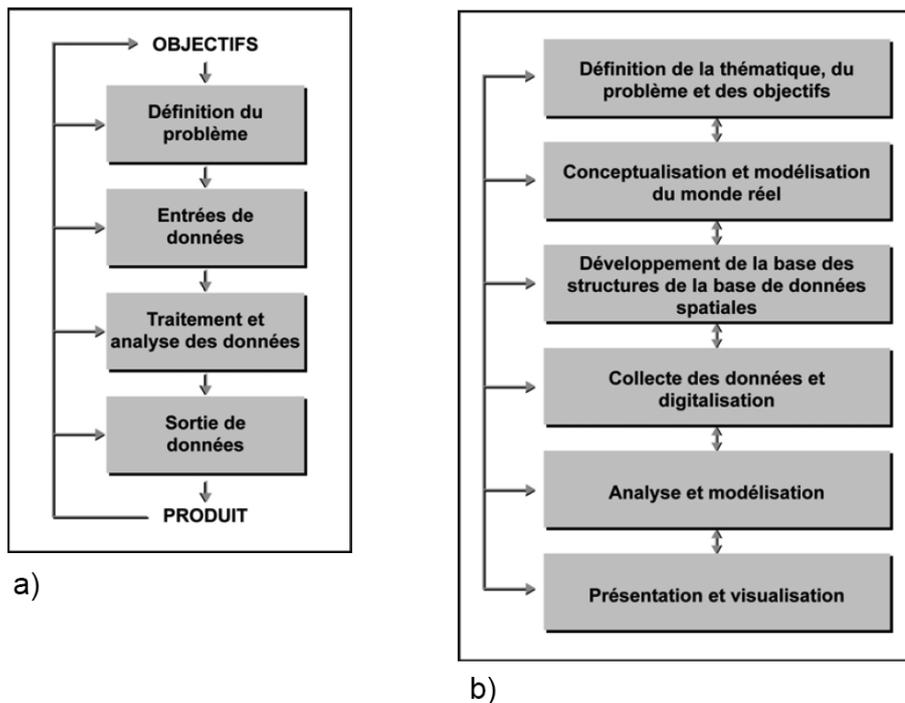


Fig. 17 : Exemples de vues procédurales d'un SIG. a - selon Nyergues [NYERGUES 1993] ; b - selon Ott et Swiaczny 2001 [OTT ET SWIACZNY 2001] d'après [JOLIVEAU 2004 : p.61]

Il a montré aussi que cet impact variait en fonction de la taille de la collectivité et des choix locaux de gestion. Les mêmes outils mis en œuvre dans des contextes organisationnels, sociaux, culturels différents ont donné lieu à des mises en œuvre différentes. H. PORNON (dans sa thèse) avait déjà montré comment les caractéristiques d'un système d'action, c'est à dire d'un contexte de développement dans lequel s'insère un projet, étaient déterminant pour le développement de ce projet [PORNON 1997].

Un SIG peut alors s'envisager comme l'articulation de plusieurs cadres conceptuels qui sont autant de niveaux de cohérence et de contraintes spécifiques du système. En définitive chaque acteur possède son point de vue de ce qu'est un projet SIG. Pour les responsables SIG, la vue la plus courante est celle d'une construction technique finalisée. Ils possèdent un budget qui leur permettra de déterminer des composantes techniques, structurelles et d'élaborer une méthodologie leurs permettant d'aboutir à des résultats. L'utilisateur SIG voit essentiellement le SIG comme une base de données géographique ou même un logiciel. Pour lui le SIG est Arc-GIS® ou Idrisi®. Un simple utilisateur n'a généralement pas de vue globale du SIG, il accède à une application qui lui fournit les résultats qu'il attend.

A chaque niveau correspond une perspective structurelle différente. On peut souligner que toutes sont légitimes, mais qu'un problème se pose lorsqu'un acteur se trompe de point de vue. Quand quelqu'un en situation de décision stratégique perçoit le SIG comme un logiciel par exemple ; ou bien quand un utilisateur se trouve, sans changer de perception, en position de prendre des décisions au niveau du système d'information.

2.3 - COMMENT MET-ON EN ŒUVRE UN SIG EN ARCHÉOLOGIE ?

On peut aussi aborder la question de la définition des SIG sous le biais des procédures et voir comment s'organisent dans le temps les différentes phases successives de la mise en place d'un SIG. Ce point nous amènera à questionner les types de traitements que recouvre cette gestion de l'information.

2.3.1 - QUEL PARADIGME ?

Le SIG devient maintenant un processus, un système organisé d'actions qui, à partir d'un stimulus aboutit à une réponse. Plusieurs auteurs ont tenté de présenter les différentes étapes qui structurent le fonctionnement d'un SIG. On citera d'abord celle de T. NYERGES [NYERGES 1993] comme la plus simple et la plus générale (**Fig. 17**).

Il propose quatre étapes avec comme objectif le traitement de données spatiales. Une fois déterminés les objectifs et la question à résoudre, il s'agit d'entrer dans le système les données nécessaires, de les traiter pour produire un résultat. Cette vision s'inscrit dans une logique positive qui envisage les opérations de constitution d'un SIG comme un processus incrémentiel continu.

D'autres auteurs, comme Th. JOLIVEAU intègrent dans l'étape de problématisation la définition des objectifs, qui ne sont pas donnés mais construits [JOLIVEAU 2004 : p.61]. Avant de saisir les données, il faut, dans ce cas de figure, disposer d'une modélisation du monde réel, qui renvoie aux questions d'ontologie et de représentation du monde que nous avons déjà abordé plus haut. Il faut aussi construire une structure de base de données adaptée aux objectifs définis. On peut donc considérer ce type de découpage séquentiel comme autant de variations autour d'un même paradigme, défini comme le schéma général des problèmes et méthodes des SIG. On peut même résumer ces canevas à des schémas procéduraux et définir le SIG comme un outil qui sert fondamentalement à construire une version informatisée des différents modèles de la réalité produits par les différentes disciplines techniques et scientifiques : « *le but ultime de ces systèmes consiste à prendre en charge la réalisation de traitements requis pour transformer les données initiales afin de produire une information significative et faciliter la prise de décision* » [THIERAULT 1995] cité par [JOLIVEAU 2004 : p.61].

Un SIG est donc avant toute chose un outil de «transformation» au sens que lui donne B. LATOUR [LATOUR 1989b]. Il permet de passer d'une donnée à une information. M. THIERAULT place à l'interface du SIG et de la réalité les procédures de mesures et d'observation dont on sait qu'elles sont fondamentales et ne peuvent se résumer à des questions de saisies ou de structuration de données. En archéologie ce sont des auteurs comme C. A. MÖBERG, J.-C. GARDIN ou H. DELPORTE qui ont essayé d'explicitier la dynamique entre ce qui est observable et ce qui est au final analysé [MÖBERG 1979], [GARDIN 1975], [DELPORTE 1984]. Ce que nous retiendrons de ces différentes approches

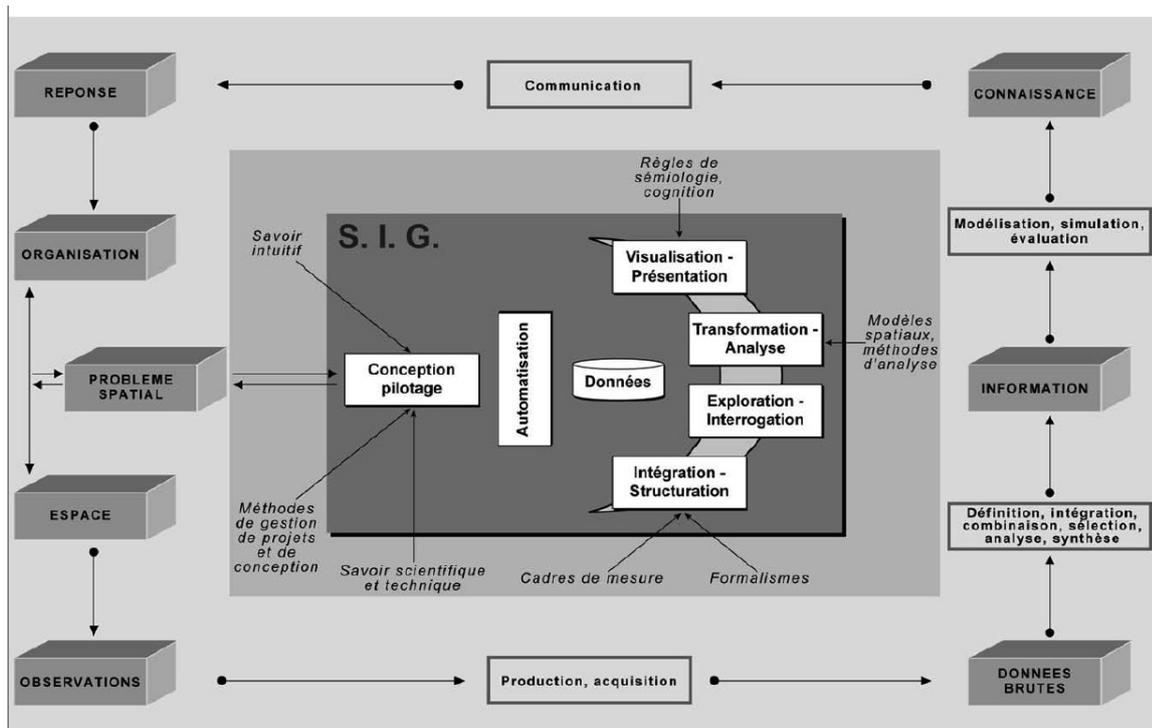


Fig. 18 : Les procédures SIG et leurs places dans la gestion de l'information [JOLIVEAU 2004 : p.66]

c'est que la conceptualisation de la réalité, tout particulièrement dans les sciences humaines et en archéologie, ne peut se faire indépendamment des traitements de données. Il n'y a pas de modélisation du réel réalisée par le scientifique ou le thématique d'un côté et appliquée ensuite par un spécialiste dans le SIG. Idéalement, les deux se construisent mutuellement et les modes de représentation et / ou de modélisation du réel sont choisis en fonction du *corpus* de données disponible mais aussi en fonction des outils de traitements maîtrisés, de la compétence des différents acteurs, du temps imparti au projet ...etc. c'est à dire des choix en terme de contenu et de conduite de projet (Fig. 18, Fig. 19).

Dans nos quatre cas de figures archéologiques, il n'est pas si aisé de séparer ce qui relève du traitement de donnée et des modalités de gestion de projet de ce qui relève de la conceptualisation scientifique du problème, même si cette distinction est aujourd'hui garante de la validité scientifique des résultats. En outre, dans la plupart des cas, les connaissances issues de l'expérience des chercheurs, qui ne peuvent donc pas être aisément transformées en données informatibles, participent pleinement à la construction du savoir archéologique et des développements des systèmes d'information. Dans le meilleur des cas ce savoir intuitif doit être intégré à la conception du système d'information. C'est ce que nous avons tenté de faire dans le projet Beaumont-sur-Oise (cf. chap. 5).

Il n'y a donc pas que les modèles mathématiques et physiques à prendre en compte mais aussi des modèles moins formalisés et plus intuitifs, liés à des connaissances ou des concepts non quantifiables, à des modalités de gestion adaptée aux contextes d'application et permettant d'interpréter des données et de construire du projet. L'archéologie est une science d'érudition donc de l'information où l'expérience est prépondérante.

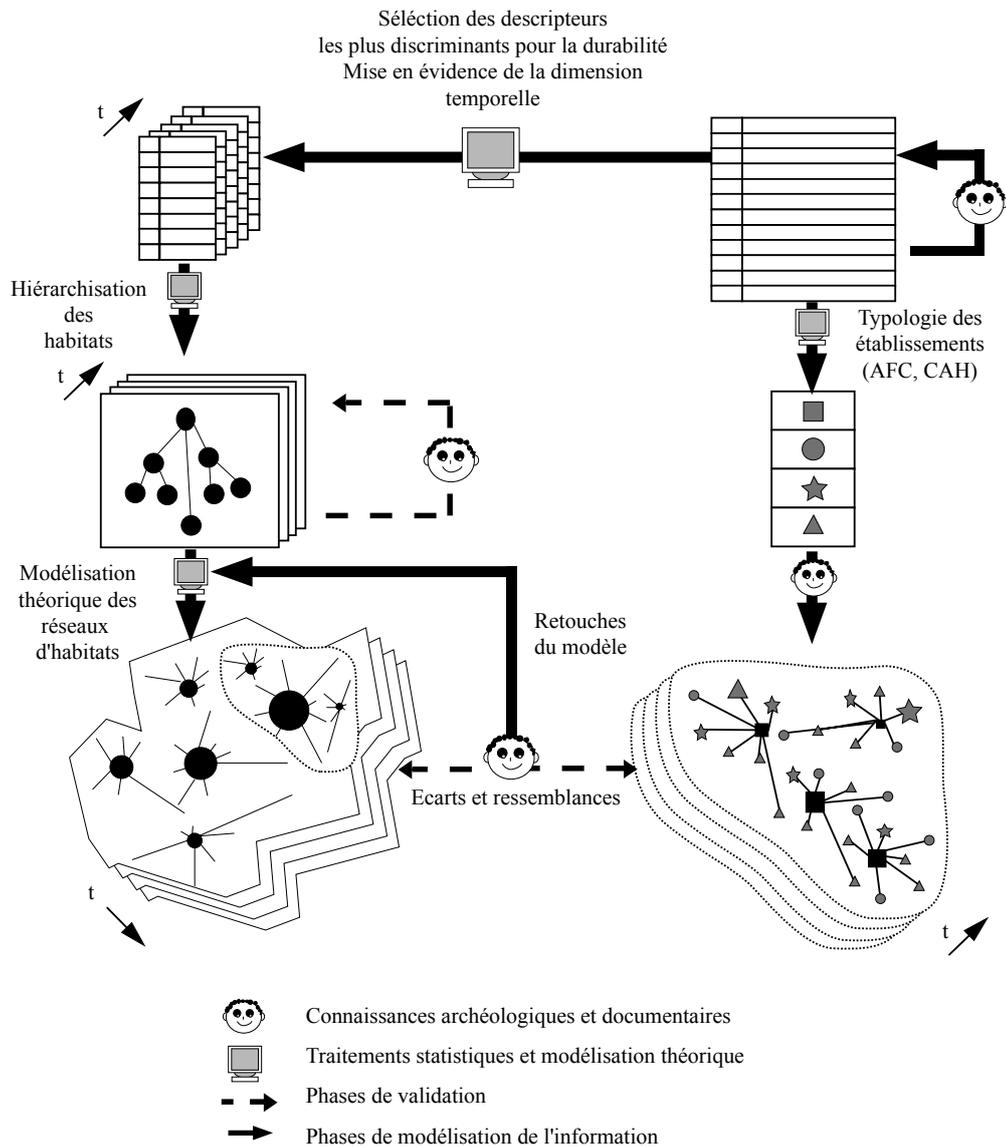


Fig. 19 : Modélisation théorique et empirique des réseaux d'habitats proposée par les archéologues du projet Archaeomedes [Durand - Dastès et al. 1998 : p. 205]

2.3.2 - DE LA DONNÉE VERS L'INFORMATION, JUSQU'À LA CONNAISSANCE

Dans la littérature francophone, les termes «information» et «donnée» sont souvent considérés comme synonymes alors que le monde anglo-saxon distingue d'une part les données brutes et d'autre part l'information élaborée dans une perspective précise. J.-L. LEMOIGNE propose la notion de «moment de l'information» comme correspondant au niveau de traitement et d'altération de la donnée [LEMOIGNE 1973]. Plus le moment de l'information est grand, plus l'information originelle aura subi des traitements et plus elle sera abstraite et génératrice de contresens si l'on n'a pas connaissance des étapes qui ont participé à sa construction. Cette notion permet dans une certaine mesure de mieux comprendre les différentes utilisations des SIG :

« un SIG comme tout système d'information, contribue à augmenter de manière continue le moment

de l'information, tout en traçant les différentes transformations que subit cette information. »

[JOLIVEAU 2004 : p. 64]

Les mots données / informations et les sens courants qu'on leur attache, nous font considérer toute action de compréhension d'un problème comme un processus qui passe par différents états : *données, informations, connaissance*. A chaque niveau, correspondent des traitements spécifiques et des états du système d'information. Au niveau des données brutes, se rattachent les opérations de collecte et d'exploration. Au niveau de l'information, ce sont les tâches de présentation et d'organisation. Le niveau de la connaissance intègre l'information pour en faire l'objet de la narration et témoigne des capacités d'introspection et d'évaluation d'une situation.

Une information archéologique n'est donc pas une simple collection de données [CHAILLOU 2003]. C. A. MÖBERG [MÖBERG 1979] a fait l'analyse des procédures d'épurations graduelles qui sont mises en oeuvre entre un *corpus* de données observables sur le terrain et les données réellement prise en compte dans l'étude et qui constitueront les informations à la base de la connaissance. L'information est créée non pas dans une perspective de simple superposition de données mais dans une perspective de sélection et d'assemblage dans une certaine optique. Une information reste éminemment contextuelle. La connaissance n'est pas non plus une simple collection d'informations puisqu'elle aussi repose sur un processus de sélection et d'assemblage. Ainsi plus on passe du niveau de la donnée à celui de la connaissance plus on se situe dans un resserrement continu du cadre de raisonnement qui devient à chaque fois plus subjectif et personnel. Le travail de tout archéologue s'appuie sur les comparaisons d'informations qu'il met au jour avec l'information déjà connue pour trouver des critères significatifs qui vont servir à fonder des constructions interprétatives [GUIMIER-SORBETS 1990].

Ainsi, le traitement de l'information archéologique suit un processus graduel d'élaboration / épuration. Au niveau le plus bas se trouvent les données brutes correspondant pour nous aux faits archéologiques et aux vestiges matériels mobiliers et immobiliers²⁵. Elles renvoient à des observations et des mesures avec un niveau d'interprétation minimum, collectées parfois dans des contextes différents. C'est là un des points importants qui différencie l'archéologie d'autres sciences. Nos données, loin de se périmer, doivent s'accumuler pour la simple raison qu'elles ne sont pas ré-enregistrables puisque la fouille est destructive par nature. Elle livre des données qui pour être utilisables sont ensuite corrigées, filtrées, normalisées, actualisées, généralisées, synthétisées, combinées avec d'autres données en fonction du problème à résoudre. Il faut donc garder à l'esprit que les données ne peuvent pas être déconnectées du contexte thématique et temporel dans lesquelles elles ont été produites ni du contexte dans lesquelles elles sont identifiées et enregistrées.

On peut donc distinguer trois grands groupes de tâches de traitement de l'information à l'oeuvre dans un SIG appliqué à l'archéologie :

25 - Ces données bien que qualifiées de brutes sont déjà le produit d'une triple sélection : le temps de la production ; le temps de la fossilisation ; le temps de la fouille [LEROI-GOURHAN 1953]

- Décrire / Mesurer : l'idée étant de transcrire la réalité et de l'enregistrer selon un modèle et de déterminer un certain nombre de données qualitatives ou quantitatives qui auront pour objectifs de rendre compte du phénomène qui est au centre de la problématique ;
- Analyser / comparer / synthétiser : il s'agit ici des opérations de sélection, regroupement, analyse et synthèse qui permettent de déduire une information à partir des données ;
- Modéliser / simuler : on obtient une représentation simplifiée du phénomène ou processus du monde réel et on peut simuler leur fonctionnement en fonction des informations dont on dispose.

Ces éléments permettent de reconstituer un schéma général de l'enchaînement des différentes étapes de constitution d'un SIG. On peut poursuivre cette tentative de classification conceptuelle en s'appuyant sur N. CHRISMANN qui propose une distinction des fonctions des SIG sur la base de grandes destinations [CHRISMANN 1994] :

- Intégration / Structuration : sous cette étiquette sont regroupées toutes les opérations en amont du SIG. Saisie, acquisition et structuration des données spatiales et attributaires, gestion des métadonnées et du catalogage...
- Exploration / interrogation : il s'agit des traitements qui permettent à l'utilisateur d'interagir avec les données structurées. On distingue les interfaces utilisateurs qui permettent d'accéder aux données (navigation à l'écran, gestion des couches, vues sur cartes ou sur table attributaire...) et les outils gestionnaires de requêtes qui permettent d'extraire du corpus général un *corpus* délimité par une question spécifique et d'obtenir directement des données à partir de ces sélections.
- Transformation / analyse : sont regroupées ici les multiples fonctions qui, à partir d'un objet géographique, permettent d'en produire un ou plusieurs autres par traitement spatial : combinaison géométriques, calculs de proximité et de distance, algèbre de carte, analyse de structure spatiale, analyse orographique (pentes, orientations, visibilité...), analyse de graphe, analyse d'image... Ces méthodes, de la plus simple à la plus complexe, sont destinées principalement à l'analyse de données.
- Visualisation / Présentation : cet ensemble de fonctions se trouve en aval du SIG au niveau de la recherche d'un rendu graphique plus ou moins définitif et plus ou moins élaboré : visualisation multi thématique, cartographie, rendu 3D, légendage, mise en page, rendu multimédia... dans la suite des travaux de BERTIN la cartographie devient une branche d'une discipline plus large portant sur « *la représentation visuelle des données pour en assurer la communication et la compréhension* » [BERTIN 1977 : p.68]. Les stratégies de visualisation peuvent se localiser selon les trois axes d'un cube :

1. Des objectifs de la carte : de présentation de structures ou d'éléments connus à la recherche de l'inconnu ;
2. L'usage de la carte : d'un usage individuel du producteur à un usage collectif pour un public absent ;
3. Le niveau d'interaction avec la carte : de fort à faible.

On peut distinguer trois situations de référence. En situation de présentation, le producteur est distinct de l'utilisateur auquel il veut donner des éléments sur les données que l'utilisateur ne connaît pas bien. L'utilisateur n'interagit pas avec la carte. En situation d'exploration, l'utilisateur est aussi le producteur : il est à la recherche d'éléments inconnus dans les données qu'il connaît et l'interaction avec la carte est très forte. L'analyse correspond à la situation intermédiaire avec les deux précédentes. Toutes les positions dans le cube deviennent possibles et les stratégies de visualisation dans les SIG deviennent très nombreuses.

L'exemple de Beaumont-sur-Oise ou celui de Chaussy illustrent cet état de fait. Les procédures de modélisation s'appuient généralement sur des opérations de transformation ou encore sur une automatisation des traitements. La production de documents s'appuie elle aussi sur des procédures de visualisation et de transformation. Toute cartographie est donc en soi une modélisation du réel.

De fait, l'expérience nous montre qu'il est presque impossible de faire correspondre une procédure de développement d'un SI à une étape conceptuelle de traitement de l'information. La procédure dégagée par l'analyse logiciste pour le traitement de l'information en archéologie, dont un résumé nous est fourni par H. P. FRANCFORT [**FRANCFORT 1989**], est dans la pratique du développement des SIG en archéologie beaucoup plus complexe à formaliser. Si le processus décrit dans l'article de H. P. FRANCFORT est linéaire, la diversité et l'imbrication des différents niveaux de traitement conceptuel de la donnée sont une des spécificités des SIG qui en rendent le développement / la conception et la compréhension délicate. D'autres auteurs comme CARON insistent sur l'aspect chaotique du développement des SIG [**CARON 1996**] et on peut dégager au moins trois directions de conception et pilotage en amont du SIG :

- La conceptualisation du problème spatial en relation avec les moyens existant et ceux mobilisables du système d'information,
- La conception et le développement du SIG : structuration des données, mise en œuvre des traitements, tâches d'automatisation,
- La coordination des ressources, des équipes, des informations et la gestion des délais durant la mise en œuvre.

Actuellement, les méthodes de conduite de projet de systèmes d'information sont peu utilisées dans le développement des SIG, particulièrement par les archéologues qui sont très rares à les connaître. Seules les organisations ayant des projets possédant une forte dimension organisationnelle, comme les collectivités ou les ministères font appliquer des méthodes de pilotage informatique à leurs projets SIG. Dans le Val-d'Oise par exemple, la mise en œuvre du projet SIG s'est appuyée sur une méthode dérivée de la méthode MERISE²⁶. Cette méthode est basée sur une série de procédures formelles de déploiement des outils et des données découpant le développement du SIG en différentes phases de mise en place, d'exploitation et d'évolution. Ce processus de développement raisonné n'a pas été mis en place directement par les archéologues dont le système s'est développé de manière plus empirique (même si la tendance naturelle veut que l'on restitue à un système donné une rationalité après coup). Il a été appliqué à partir du moment où le projet archéologique a été intégré comme un projet institutionnel possédant de fait une forte contrainte organisationnelle.

Par expérience nous avons fait le constat que les SIG sont au cœur d'un traitement continu de l'information qui ne distingue pas les différentes phases de développement de projet classiquement évoquées dans la littérature. Ce fait est dû notamment à la dématérialisation des procédures d'acquisition et de traitement par le biais des bases de données numériques qui introduit une continuité non linéaire dans les processus de manipulation de l'information. Cette continuité a pour conséquence la multiplication des intervenants et une généralisation de la responsabilité des différents niveaux d'utilisateurs de la base de données. Les procédures mobilisent des savoirs formalisés scientifiquement et des connaissances méthodologiques qui ne relèvent pas uniquement de compétences informatiques mais qui relèvent du domaine thématique concerné. Le développement d'un SIG en archéologie, s'il impose des compétences techniques, demande surtout des compétences spécifiques (méthodologiques et disciplinaires) qui permettent de prendre en compte les particularismes de la donnée brute et des attentes spécifiques des acteurs de la discipline²⁷. Chaque discipline et chaque organisation possède ses propres outils adaptés aux phénomènes qu'elle étudie. A ce titre, les logiciels SIG sont des interfaces possibles, très spécifiques, qui ouvrent vers une dimension spatiale des bases de données archéologiques.

2.3.3 - RETOUR SUR LES QUESTIONS DE VOCABULAIRE

Globalement, les distinctions de vocabulaire que l'on peut trouver dans la littérature archéologique ou sur les SIG semblent peu opérantes pour notre propos.

Dans le contexte français de l'archéologie qui voit perdurer l'appellation de SIG, malgré toutes les ambiguïtés que cela suppose, nous proposons de conserver un sens plus large

26 - Issue de l'analyse systémique, la méthode MERISE est issue des travaux menés par H. TARDIEU dans les années 1970 et qui s'inséraient dans le cadre d'une réflexion internationale, autour notamment du modèle relationnel de E. F. CODD. Elle est devenue un projet opérationnel au début des années 1980 à la demande du ministère de l'industrie, et a surtout été utilisée en France, par les sociétés de service en ingénierie et en informatique (SSII) principalement pour les projets d'envergure, notamment des grandes administrations publiques ou privées.

27 - Nous incluons dans la catégorie des connaissances spécifiques les connaissances des organisations. En effet le développement des SIG se réalise en réponse à des organisations qui développent, pour leurs propres besoins, leurs systèmes d'information.

à ce terme, en précisant ponctuellement l'objet du discours en parlant de **logiciel SIG** par exemple. **La géomatique** est l'activité dont le **SIG** est le produit et l'envergure de ce dernier est fonction des objectifs que l'on se donne et du contexte de son développement. Enfin, le terme de **technologies de l'information géographique (TIG)**, emprunté à S. ROCHE [ROCHE 2000], nous permet de disposer d'un mot pour regrouper tous les dispositifs et outils qui permettent d'acquérir, de gérer et de redistribuer les données à référence spatiale.

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

Un des acquis des paragraphes précédents est la dimension projet qui est liée à toute mise en œuvre de SIG en archéologie. Au final une fouille ou une étude archéologique s'inscrit dans le cadre d'un projet qui peut difficilement se passer d'une analyse économique et d'une analyse en termes de ressources humaines. **Un SIG archéologique ne devrait donc pas se concevoir en dehors d'une stratégie de projet.** Il est à envisager comme une mobilisation de moyens à déployer dans le temps pour répondre à des finalités précises dépendant de différents facteurs, eux-mêmes susceptibles d'évoluer. Le projet peut-être celui d'un individu, d'un groupe, d'une organisation. Ils diffèrent sur le plan des objectifs, des budgets, des contraintes, de l'inscription dans le temps, des livrables et des enjeux mais relèvent tous d'un cadre méthodologique plus englobant, celui de l'archéologie.

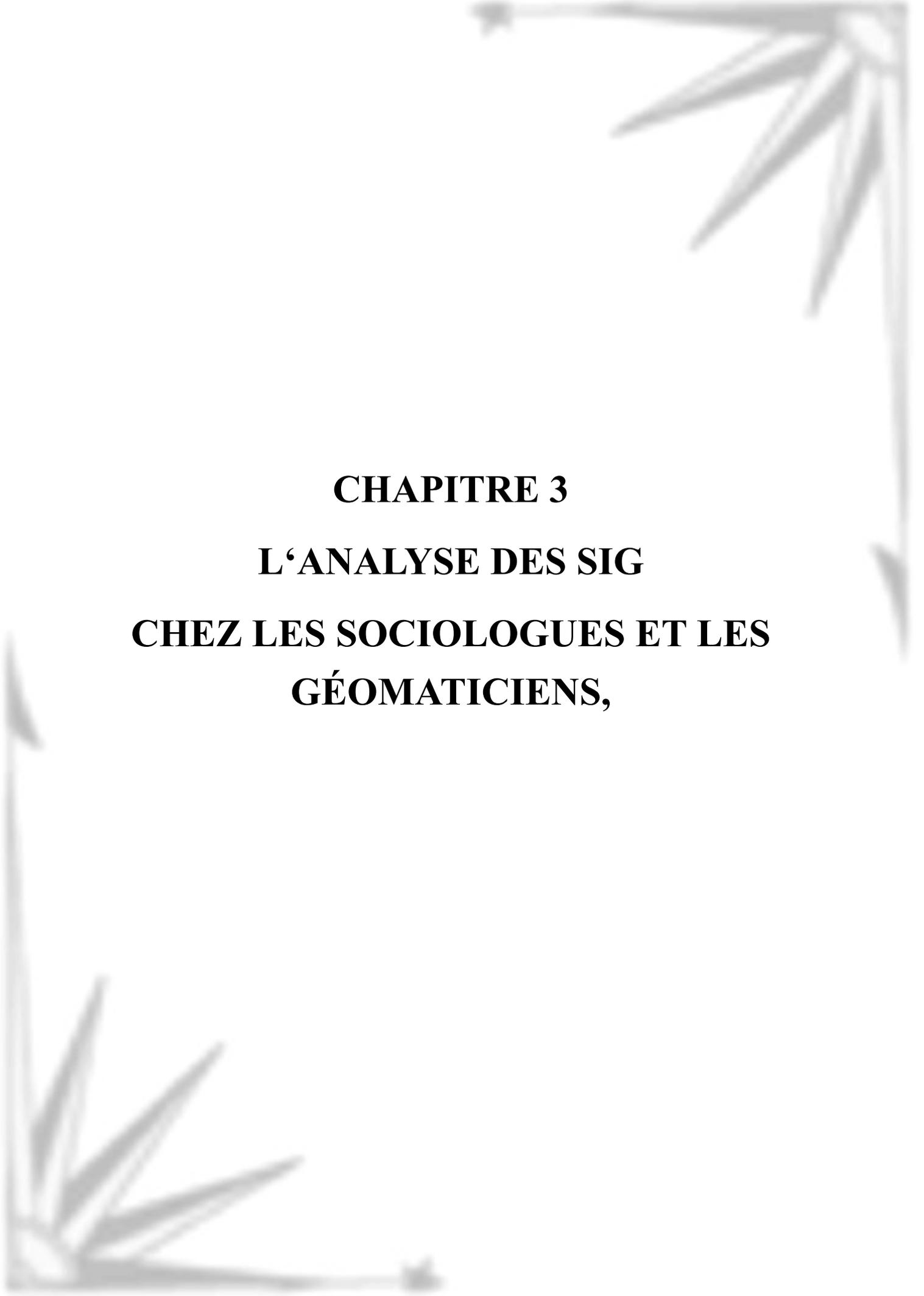
Autre point, un projet SIG, même modeste, peut relever d'approches et de niveaux très différents. On peut envisager un SIG comme un système d'information d'une organisation, une méthodologie intégrée de gestion de l'information spatiale ou une construction sociale. **Des dimensions techniques aux problématiques organisationnelles, un SIG peut et doit simultanément être envisagé comme un instrument technique, un outil intellectuel, une production organisationnelle et une construction sociale.** Les SIG peuvent être vus comme un empilement de différentes couches reliées par des protocoles permettant de hiérarchiser les types de traitements auxquels est soumise l'information. Cette vision permet de diluer la dimension proprement technique dans un faisceau de contraintes plus larges et de réévaluer la dimension sociale. Elle permet aussi d'envisager les SIG comme un ensemble complexe de couches / dimensions où chaque niveau correspond à une condition nécessaire de l'avancée du processus et où la question de la hiérarchie des composantes perd de son importance. « *Les couches sont certes ordonnées et reliées par des interfaces, et chacune d'entre elle comporte un protocole qui lui est propre mais le phénomène ne peut avoir lieu que si elles fonctionnent et communiquent toutes ensemble* » [VOLLE 2003] cité par [JOLIVEAU 2004, p. 72]. Plus que la hiérarchie c'est la question de la coordination entre les différentes couches / dimensions qui devient centrale.

Dans la littérature, la délimitation de ce que l'on appelle les SIG est rarement définie alors que curieusement elle est très fluctuante en fonction des approches ou des objectifs des

78 auteurs. Seule la catégorisation technique (utilisation d'un logiciel SIG, sorte d'appellation contrôlée) conduit à différencier ce qui relève de ce qui ne relève pas des SIG. Cette approche reste cependant peu fertile car elle néglige les interfaces et les protocoles. Par exemple, une question extrêmement pointue, scientifique et technique de mesure sur le terrain d'un fait archéologique peut être mise en relation à travers le SIG avec une question sociale et politique d'ordre très générale telle que la politique de sauvegarde du patrimoine. Or, les différents niveaux conceptuels et modes de rationalité (mesure spatiale, structuration représentation dans les bases de données, opérations analytiques, dimension organisationnelle) n'ont de raisons d'être que dans la dynamique du processus. Le logiciel SIG n'intervient qu'à une étape au final assez restreinte. Le système d'information géographique conçu comme une démarche est en revanche un processus qui s'inscrit sur toute la chaîne de gestion de l'information et qui la structure. Ceci explique en partie pourquoi il est si difficile de répondre en termes simples sur les limites d'un SIG ou de définir précisément ce qui est technique de ce qui ne l'est pas.

Pour poursuivre au delà, il convient donc de se tourner vers d'autres champ disciplinaires nous ouvrant d'autres outils de lecture de la relation homme - machine. Les sociologues, notamment ceux des organisations, ont abordé sous un angle plus adapté à nos perspectives de recherche la question de l'impact des SI sur les organisations.

C'est donc par une courte synthèse de concepts développés principalement chez les sociologues et les géomaticiens que nous développons le chapitre suivant (chapitre 3).



CHAPITRE 3
L'ANALYSE DES SIG
CHEZ LES SOCIOLOGUES ET LES
GÉOMATICIENS,

CHAPITRE 3

L'ANALYSE DES SIG CHEZ LES SOCIOLOGUES ET LES GÉOMATICIENS

3.1 - L'APPROCHE SOCIALE DES SIG

La littérature consacrée par les sociologues et les spécialistes de l'informatique à la conduite de projet informatique aborde couramment les questions liées aux aspects humains et organisationnels. De ces ouvrages, nous retenons l'ouvrage du sociologue H. PORNON : « *Géomatique et stratégie d'acteur* » [PORNON 1998]. Il constitue une référence incontournable pour les questions qui nous importent. Ce travail propose une approche synthétique des différentes théories sur l'organisation et de la place qu'y tient l'outil informatique. Nous nous en sommes très largement inspiré pour construire notre chapitre sur les concepts liés aux organisations. La majorité des citations du paragraphe « concepts relatifs aux organisations » ont été reprise de cet ouvrage.

81

3.1.1 - L'IMPORTANCE DES PHÉNOMÈNES SOCIAUX

H. PORNON dégage plusieurs idées forces sur ce qu'il nomme les Systèmes d'Information à Références Spatiales (SIRS) et que nous appelons les SIG :

- **Le constat que les problèmes organisationnels et humains sont les aspects les plus délicats à résoudre dans la mise en place d'un SIRS.** Ils génèrent des conflits de pouvoirs, une résistance au changement, des difficultés organisationnelles diverses...
- **L'idée prégnante d'une utilité organisationnelle des SIRS.** Les objectifs assignés à ces outils sont multiples : modernisation, rationalisation, aide à la gestion ou à la décision... Ce thème s'accompagne généralement du constat de la difficulté d'atteindre les buts évoqués.
- **L'idée que les SIRS contribuent au changement dans les organisations en les transformant ou que les organisations se transforment pour pouvoir utiliser les SIRS.** La mise en œuvre d'un SIG suppose un changement des comportements individuels, l'acceptation de nouvelles règles du jeu ce qui suppose un énorme travail d'accompagnement humain et organisationnel. Ainsi, la principale difficulté du pilotage d'un projet SIG se situe dans la difficulté d'appréhender les aspects humains et organisationnels liés à leurs mises en œuvre et à vérifier leurs impacts sur les organisations, en cohérence avec le projet scientifique qui doit rester la base de l'opération.

Cet état de fait pose trois questions qui nous amènent à définir des axes de questionnements :

- Peut-on mieux prendre en considération les aspects humains et organisationnels liés à la mise en œuvre des SIG ?
- Les SIG peuvent-ils améliorer les fonctionnements des organisations ?
- Peuvent-ils et doivent-ils les transformer ? Si oui de quelle manière ?

Le premier axe de questionnement porte sur les organisations et la façon dont les individus agissent dans celles-ci. Le second axe porte sur les spécificités de l'outil géomatique en regard des autres outils informatiques et du rôle joué par les concepts d'espace et de territoire prégnant dans la mise en œuvre de ce type d'outil. Le troisième axe aborde le problème de l'introduction de la géomatique dans les organisations et porte aussi sur l'utilité organisationnelle des SIRS et sur leur contribution au changement dans les organisations.

3.1.2 - LES ENJEUX DE LA MISE EN PLACE DES SYSTÈMES,

La lecture de l'impact organisationnel des systèmes d'informations sur les organisations peut être considérée selon deux angles de perception, celui du spécialiste de l'informatique ou celui du sociologue.

Les réflexions des spécialistes en informatique s'orientent dans une perspective totalement positive d'amélioration du fonctionnement de l'organisation. L'outil informatique est perçu comme élément propre à tendre vers un état opérationnel idéal [CG95 1998a].

Les sociologues, pour leur part, critiquent cette vision mécaniste des organisations qui ne prend en compte que le paradigme « structuro-fonctionnaliste ». L'organisation ne peut pas s'identifier à une structure strictement mécanique ne possédant que des logiques financières et techniques. Ils rappellent à ce sujet qu'informatiser signifie organiser : non seulement organiser les circuits d'information, mais encore régler l'activité des hommes. C'est pourquoi cette opération n'est en aucun cas neutre ou innocente [PAVE 1989 : p. 98]. Pour eux l'adoption de tel ou tel outil n'est pas simplement le résultat d'un déterminisme à visée progressiste (les outils sont toujours mieux, pour travailler toujours mieux...), mais plutôt d'un phénomène plus complexe mettant en œuvre des stratégies personnelles, organisationnelles et des contraintes diverses (techniques, économiques, psychologiques...).

Pour dépasser le cadre technique et aborder le cadre social du phénomène, les sociologues ont tenté de concilier dans la même approche les impératifs techniques liés à la conduite de projet informatique et la prise en compte des aspects sociaux liés au changement et à l'informatisation dans les organisations. La sociologie des organisations s'est développée selon deux approches légèrement divergentes, se distinguant par leurs modes d'observation de l'interdépendance entre technique et social. D'un côté la sociologie de la reproduction se focalise sur l'analyse des rapports de force et délaisse les faits nouveaux pour considérer

que le changement technique n'introduit aucune contradiction dans le système organisé. De l'autre côté, la sociologie de la transformation, considère que le changement technique introduit des transformations, des contradictions, des innovations et des effets inattendus dans la société et l'entreprise. Pour cette dernière, il importe d'être en mesure d'analyser ces évolutions [PORNON 1997 : p. 16].

Pour les sociologues des organisations, il n'existe ni déterminisme technologique strict (qui s'imposerait à l'homme et transformerait les organisations de façon mécanique), ni déterminisme social rigoureux (les sociétés et les organisations imposeraient leurs règles à la technologie) mais plutôt un effet d'interaction qui lie le social et le technique : « *les technologies transforment les sociétés qui transforment les technologies* » [PORNON 1996 : p. 17]. C'est aussi l'objet central du discours d'A. LEROI-GOURHAN dans son ouvrage «*Evolution et technique*» [LEROI-GOURHAN 1948].

3.1.3 - UNE APPROCHE SYSTÉMIQUE DES ORGANISATIONS

Malgré des solutions techniques aujourd'hui extrêmement performantes et relativement simple à appliquer, la mise en œuvre d'un système d'information reste délicate. P. ROUET [ROUET 1991] et H. PORNON [PORNON 1993] montrent que les difficultés liées à des aspects organisationnels (acquisition d'une nouvelle culture par les utilisateurs, perception des enjeux, difficulté de coordination des services...) priment sur les problèmes techniques. S. ARONOFF pour sa part, affirme que les aspects humains sont le principal problème dans la mise en œuvre d'un SIRS et que les changements introduits ne sont pas toujours prévisibles en raison de la complexité des processus liés aux organisations [ARONOFF 1992]. J.-Cl. GARDIN dans une publication déjà ancienne mais toujours d'actualité montrait déjà l'importance des facteurs humains dans le développement des bases de données archéologiques [GARDIN 1972].

D'autres sociologues, comme Y. BEDARD observent qu'un des grands problèmes lors de la conduite d'un projet du type SIG est que le cahier des charges se résume généralement au remplacement de l'ancien outil par un nouvel outil technologiquement plus avancé sans repenser le processus de travail [BEDARD 1993]. CAMPBELL a fait le constat que les améliorations liées à l'introduction des SI dans les organisations sont généralement marginales et que les problèmes sont toujours imprévus, mais rarement techniques. Il souligne que les causes des échecs de ces projets sont plutôt d'ordre humain et que le déploiement d'un SI tend plutôt à renforcer les problèmes organisationnels existant [CAMPBELL 1997].

Ces difficultés de mise en place des systèmes, liées au facteur humain, montrent bien que les SIRS, comme tout outil informatique, sont « socialement construits ». En exposant la diversité des approches et des réponses face à un même enjeu - gérer l'information spatiale - ces auteurs nous montrent que l'organisation peut se percevoir comme un ensemble cohérent possédant une culture : chacune possède sa manière de faire et de voir l'espace qu'elle s'approprie. Par ailleurs, ils introduisent, comme S. ROCHE, la notion de contexte socio-

spatial ou « d'effet de lieu » et montrent dans quelle mesure le développement d'un SIG est fortement marqué par les contextes locaux [ROCHE 2000]. Là aussi, nous en avons une vision directe par l'exemple du Val-d'Oise, où la diversité des approches et le contexte de développement (l'histoire de ce service complété de ce que nous appelions « l'accroche territoriale » [COSTA 2000 : p. 145]) ont été déterminants dans les approches mises en œuvre.

On peut donc dégager l'idée que **la mise en œuvre d'un SIG dans une organisation ne résulte que rarement de la définition et de l'application d'une planification, mais le plus souvent d'un développement progressif et continu qui implique un certain nombre de changements mais qui doit aussi s'insérer dans des logiques et des processus existants.** Cl. CARON complète ce point de vue en montrant que le développement des SI, malgré des efforts de planification, est généralement un processus qu'il qualifie de chaotique [CARON 1996]. Les constats que nous avons pu faire dans le cadre de notre observatoire des projets géomatiques en archéologie corroborent cet état de fait. Sur plus de 100 projets géomatiques recensés toutes institutions confondues sur ces dix dernières années seuls quelques uns ont fait véritablement l'objet d'une mise en œuvre planifiée et ont appliqué une méthodologie de conduite de projet. La grande majorité des projets se développe selon des principes essentiellement empiriques.

On définit classiquement deux types d'approches des projets qui possèdent leurs avantages et inconvénients :

- Les « top-down » possèdent l'avantage d'être portées au plus haut-niveau et de bénéficier des soutiens hiérarchiques (financement notamment...) nécessaires à leur bonne conduite. En revanche, la méconnaissance des problèmes quotidiens, la faible compétence technique des décideurs et l'absence de concertation avec la base est un risque important d'échec. Ils caractérisent les projets généralement planifiés. Ils restent rares en archéologie.
- Les approches « bottom-up », *a contrario* sont supportées par la base. Ils se heurtent généralement à la difficulté de convaincre les décideurs et ne peuvent généralement s'inscrire que sur des perspectives plus limitées. L'exemple du Val-d'Oise est né à l'origine d'une volonté d'acteur (bottom-up), qui s'est peu à peu affirmée au travers de multiples approches¹, comme un projet fédérateur (le projet des archéologues) associé à la politique générale d'un service puis aux initiatives d'acteurs institutionnels (projet SIG Val-d'Oise de type top-down).

Ainsi, les changements introduits par ces outils sont imprévisibles en raison de la complexité du processus organisationnel. Les SIG changent le processus de circulation de l'information qui constitue un enjeu de pouvoir au sein des organisations et entre les organisations.

¹ - On se rapportera notamment aux différents exemples chapitre 4. On y verra associé un projet global et fédérateur mis en place par la structure elle-même (Atlas départemental) et le développement de projets d'acteurs associés soit à des études thématiques (La Vallée de l'Oise et les approches de la géomorphologie) à des besoins patrimoniaux (Carte archéologique de Beaumont-sur-Oise) ou à des projets d'aménagements préventifs (La liaison Cergy-Roissy ou déviation de Marines).

Les ordinateurs et les SIG ne sont pas des systèmes de prise de décision objectifs et le contrôle centralisé des ressources informationnelles renforce le pouvoir des administrateurs et experts techniques. La démarche de mise en place et de développement d'un SIG n'est donc absolument pas neutre car elle est issue pour une part d'une logique individuelle qui relève d'une stratégie à différents niveaux. Elle renforce (ou diminue) le pouvoir qu'un individu possède sur un groupe en même temps qu'elle ouvre sur des échanges qui peuvent potentiellement se jouer des hiérarchies existantes [CROZIER, FRIEDBERG 1977].

La plupart des méthodes de conduite de projet SIG reposent sur des idées encore fortement teintées du positivisme des informaticiens et sont considérées comme objectives et devant s'appliquer à toutes les organisations et tous les contextes ; le problème des SIRS se résumerait principalement aux problèmes techniques et économiques qui nécessiteraient pour être résolus un accompagnement humain et organisationnel (formation, moyens techniques...) ; on pourrait façonner l'organisation avec le SIRS, il suffirait de préparer les acteurs à ce nouvel outil. Les expériences que nous avons pu suivre nous amènent à penser que la réalité est loin d'être aussi simple...

Dans cette approche, la complexité du phénomène est réduite à un certain nombre d'aspects indépendants. Les interrelations propres à la structure des systèmes et des bases de données cartographiques et géographiques ne sont pas du tout prises en compte. Pour disposer d'un point de vue un peu plus riche, il faut se tourner vers la vision systémique aujourd'hui développée par la recherche contemporaine en sociologie et en informatique, qui propose une vision dynamique de ce que peut recouvrir le phénomène géomatique.

Pour définir la systémique, nous utilisons l'ouvrage « *Représentation de l'espace et du temps dans les SIG* » :

« 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'ensembles : éléments, relations entre ces éléments, relation 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 » [CHEYLAN 1999 : p. 12.]

3.2 - CONCEPTS RELATIFS AUX ORGANISATIONS

3.2.1 - LES ORGANISATIONS, LES SYSTÈMES SOCIAUX ET LES SYSTÈMES D'ACTION CONCRETS

Selon les sociologues, une **organisation** est : « *une structure et un cadre formel pour les individus qui la composent* ». Cette définition, est complétée par la notion de **système social**. Celui-ci est une entité formelle (un groupe d'individus) sans obligatoirement de cadre formel (cadre juridique par exemple). Un système social est : « *la formation à travers l'espace-temps, de modèles régularisés de relations sociales conçues comme des pratiques reproduites* » [PORNON 1997 : p. 24].

D'autres auteurs comme M. CROZIER et E. FRIEDBERG poursuivent l'analyse et transforment la notion de système social, jugée encore trop floue, en **système d'action concret** qu'ils définissent comme des ensembles humains structurés qui permettent de coordonner les actions de ses participants par l'acceptation de règles et de mécanismes de régulation [CROZIER, FRIEDBERG 1977 : p.288].

Cette vision des organisations comme espace de jeu social se construit en opposition avec la vision mécaniste des organisations : « *l'organisation n'est pas assimilable à sa structure, on ne peut ni la considérer comme une machine, ni assimiler les individus à des mécanismes, car ils disposent d'une liberté et d'une certaine autonomie : le pouvoir se distingue de l'autorité hiérarchique et il n'existe pas de « One Best Way » dans le management des organisations* » [PORNON 1999 : p. 24]. Le résultat de l'action d'organiser est perceptible au travers une structure et une culture, qui s'appuie sur deux forces contradictoires et complémentaires : d'une part l'intégration et la coordination et d'autre part la diversification-différentiation [MINTZBERG 1982]. Ce constat fait apparaître le côté paradoxal des organisations et suggère que la structure des systèmes sociaux est le fruit d'une interaction entre ses composants et non le résultat d'une intention délibérée et prédéfinie en amont. Selon H. PORNON « *même dans les plus petites organisations (un cabinet de géomètre par exemple), la structure de l'organisation est le résultat de l'interaction des divers acteurs individuels ou collectifs* » [PORNON 1997 : p.19]. Ainsi les systèmes sociaux sont des constructions humaines dans lesquelles se confrontent des buts et des objectifs d'acteurs. M. CROZIER et E. FRIEDBERG proposent l'idée d'objectifs collectifs pour les distinguer des objectifs d'organisation [CROZIER et FRIEDBERG 1977]. Ainsi, selon le point de vue des sociologues, les acteurs ont un rôle prédéterminant dans la construction des objectifs collectifs. Ceux-ci sont le résultat évolutif du consensus permanent vis-à-vis des objectifs individuels.

3.2.2 - LES ACTEURS DANS LES SYSTÈMES SOCIAUX

H. PORNON définit l'individu comme **sujet-acteur** qui dispose d'une autonomie définissant

son champ d'action potentiel. Ce sujet-acteur est en même temps membre d'un groupe social, déterminé et socialisé par son groupe d'appartenance. E. FRIEDBERG complète la notion en y apportant une visée stratégique où chaque acteur se positionne vis-à-vis des autres acteurs de son organisation [FRIEDBERG 1993 : p. 198]. Au final, un acteur se caractérise par le fait qu'il est porteur d'une stratégie, affirmée ou non-affirmée. H. MINTZBERG propose une typologie des acteurs basée sur les mécanismes de coordination dans les organisations. Il propose une première distinction entre les détenteurs d'influences externes et les détenteurs d'influences internes qu'il classe en cinq catégories [MINTZBERG 1982 : p.41-46] :

- Le sommet stratégique : « *La fonction du sommet stratégique est de faire en sorte que l'organisation remplisse sa mission de façon efficace, et qu'elle serve les besoins de ceux qui contrôlent l'organisation ou qui ont sur elle du pouvoir* ».
- Le centre opérationnel : « *Le centre opérationnel est composé des membres de l'organisation –les opérateurs- dont le travail est directement lié à la production des biens et des services* ».
- La ligne hiérarchique : « *Le sommet stratégique est joint au centre opérationnel par la ligne hiérarchique* ».
- La technostructure : « *Dans la technostructure, on trouve les analystes (et les employés qui les aident) qui servent l'organisation en agissant sur le travail des autres [...] ce sont eux qui sont les moteurs de la standardisation dans une organisation [...] Aux trois types de standardisation correspondent trois sortes d'analystes de contrôle : les analystes du travail (tels spécialistes de méthodes) qui standardisent les procédés de travail ; les analystes de planification et de contrôle (planification à long terme, budget, comptabilité) qui standardisent les résultats ; et les analystes du personnel (recrutement, formation...) qui standardisent les qualifications* ».
- Le support logistique : « *Il suffit de jeter un coup d'œil à l'organigramme d'une grande organisation pour constater l'existence d'un grand nombre d'unités spécialisées qui en dehors du flux de travail, ont vis-à-vis de ce dernier une fonction de support. Ce sont les fonctionnels de support logistiques* ».

H. PORNON cite l'exemple d'une municipalité décrite selon cette typologie :

- sommet stratégique : Conseil municipal/maire et secrétaire Général ;
- ligne hiérarchique : Directeur général des services ;
- centre opérationnel : services bâtiments, espaces verts, pompiers, police municipale ;
- technostructure : bureau d'études, organisations et méthodes ;
- support logistique : service financier, service juridique.

Pour prendre comme exemple le service archéologique du Val-d'Oise on pourrait proposer la hiérarchie suivante :

- sommet stratégique : Assemblée départementale, direction générale des services, direction générale adjointe chargée du développement ;
- ligne hiérarchique : Directeur de l'action culturelle, chef de service ;
- centre opérationnel : Service archéologique, bureau de dessin, chef de projet SIG, utilisateurs ;
- technostructure : Direction des systèmes d'information (DSI) ; direction des finances
- support logistique : Cellule SIG (DSI), service assistance dépannage informatique (DSI)

Si ce schéma peut se révéler pratique pour la compréhension des organisations, il ne doit pas faire oublier la dimension dynamique d'une organisation où, selon la collectivité, un service informatique peut se positionner aussi bien comme support logistique que comme technostructure selon la manière dont ils conçoivent leur rôle.

3.2.3 - LES ACTEURS PORTEURS DE STRATÉGIE

Les acteurs se définissent par la stratégie dont ils sont porteurs. Cette approche implique l'utilisation constante de la notion de « pouvoir ». Pour H. MINTZBERG le pouvoir se définit par la capacité qu'ont les acteurs à modifier l'organisation². H. PORNON introduit une distinction entre pouvoir et autorité hiérarchique l'un étant une relation et l'autre un attribut de l'individu. M. CROZIER et E. FRIEDBERG définissent de manière plus précise le pouvoir par la capacité de prévoir le comportement de son adversaire et définissent quatre grandes sources de pouvoir :

« celles découlant de la maîtrise d'une compétence particulière et de la spécialisation fonctionnelle ; celles qui sont liées aux relations entre une organisation et son, ou mieux, ses environnements ; celles qui naissent de la maîtrise de la communication des informations ; celles enfin qui découlent de règles organisationnelles générales » [CROZIER et FRIEDBERG 1997 : p. 83].

H. PORNON complète cette liste en ajoutant les ressources financières, l'usage du langage et des symboles et l'inscription dans le temps [PORNON 1998b : p.34].

Une grille d'analyse dite « stratégique » s'appuie sur l'identification de stratégies d'acteur au sein des organisations selon cinq grands concepts : l'identification des acteurs (ceux qui prennent part à l'action), des enjeux (ce que les acteurs peuvent gagner ou perdre), des contraintes (ce qui est facteur bloquant), des ressources (possibilités d'action et les

2 - [MINTZBERG 1986 : p. 39] : « Le pouvoir se définit [...] comme étant tout simplement la capacité à produire ou modifier les résultats ou effets organisationnels »

moyens dont ils disposent) et des stratégies (décisions prises en fonction d'hypothèses de comportement des autres acteurs dans une situation donnée). Les organisations se constituent et avancent dans un jeu perpétuel de confrontation et de conflit de pouvoir. Ces derniers naissent de la nature même des organisations où se confrontent en même temps des forces intégratrices et différenciatrices qui peuvent être successivement représentées par les mêmes acteurs.

3.2.4 - LES LOGIQUES DU CHANGEMENT

H. PORNON analyse le conflit comme élément moteur de toute situation impliquant un groupe d'acteur. Pour lui, le fonctionnement de toute organisation est basé sur des situations de conflit / négociation. Ces conflits se résolvent par la négociation et c'est celle-ci qui produit les systèmes et modèle les organisations [PORNON 1997 : p.34].

Le changement est donc le produit de la confrontation entre les logiques d'acteur et les outils sont à la fois enjeux et les supports de ces conflits. Classiquement, on attend de ces changements qu'ils tendent vers un « mieux », une amélioration du fonctionnement des organisations. On a vu que l'organisation pouvait se penser comme un système possédant une certaine ouverture, dans lequel se multiplient les connexions. L'organisation doit, pour se maintenir, tendre vers la complexification. Elle doit encourager le foisonnement et la diversification tout en cherchant l'intégration des acteurs et des informations. Cette théorie rencontre sur ce point les approches des théoriciens de l'auto organisation qui intègrent la notion d'autonomie et de coordination des acteurs [MORIN 1990]. Les systèmes fonctionnent alors par boucles en intégrant les tensions et les aléas. Elles donnent une nouvelle structure ou remettent en jeu l'articulation entre différenciation et intégration mais dans un temps égal à T+1. Les évolutions sont donc impossibles à évaluer précisément, le système étant toujours à même de prendre une option « inattendue ». Les SIG en tant qu'éléments participant à la construction et à l'évolution des systèmes ont des impacts qu'il est par conséquent difficile de prévoir. La mise en œuvre de tout projet doit tenir compte de ce facteur d'imprévisibilité.

3.3 - LE RÔLE DU SIG DANS LES ORGANISATIONS

3.3.1 - LES SIG ET LES SYSTÈMES SOCIAUX

Les organisations sont des constructions humaines où le rôle des technologies est complexe et dans lesquelles il est difficile de percevoir les changements dus à leur introduction. Ces changements sont généralement de l'ordre d'une évolution continue dont la puissance dépend du niveau d'appropriation des processus par les différents acteurs sociaux. Les systèmes d'information ne sont donc pas le vecteur d'une amélioration dans l'absolu, même si les nouvelles technologies permettent de traiter plus d'informations, plus vite, avec plus

de schémas d'analyse... mais plutôt d'un changement structurel, induit et généralement lent à se mettre en place. Celui-ci ne peut s'effectuer que par l'intermédiaire d'évolutions successives dans les rapports qu'entretiennent entre eux les acteurs. On ne doit plus observer nos systèmes comme une étape logique d'un développement nécessaire qui suivrait l'idée d'un progrès, vers un état idéal, ni comme un mieux parce que plus rationnel. Il faut plutôt les voir comme un mouvement vers une autre complexité. Il n'y a donc pas de bons ou de mauvais systèmes mais des systèmes inactifs ou actifs.

Ce changement, lié aux technologies de l'information, se produit selon H. PORNON par un glissement des pouvoirs, de la règle vers l'expertise. Ainsi se créent des logiques de spécialistes qui en créant leur discipline « s'attribuent » une partie du pouvoir au sein de l'organisation. En spécialisant telles fonctions dans la collecte de certaines informations et en réglant la façon dont celles-ci doivent être traitées et transmises, on contraint les détenteurs de ces fonctions. Mais en même temps, on crée une dépendance nouvelle et peut-être plus forte à leur égard, puisqu'ils sont maintenant les seuls à être officiellement chargés de cette collecte et de cette transmission, et que leur bonne volonté (sans parler de leur capacité) structure la capacité d'action de leurs informations et donc de ceux qui en dépendent, partiellement ou totalement.

Les SIG peuvent donc s'envisager de différentes manières : comme support d'intégration de visions différenciées qu'ont les acteurs au sein d'une organisation ; comme support de résolution des conflits en permettant d'ouvrir un espace de négociation ou encore comme lieu propre à faire circuler du sens et propre à augmenter la vitesse de circulation de l'information.

3.3.2 - L'ACCROCHE TERRITORIALE DES SIG

On peut à présent s'interroger sur les spécificités de l'outil SIG par rapport aux autres outils informatiques. La première des caractéristiques de ces outils, et la plus évidente, est la relation qu'ils entretiennent avec l'espace géographique. De l'espace géographique au territoire, il n'y a qu'un pas que nous nous proposons de franchir. Nous posons comme hypothèse que c'est le rapport au territoire qui définit la spécificité de l'outil SIG par rapport à l'outil informatique traditionnel.

Le concept de territoire

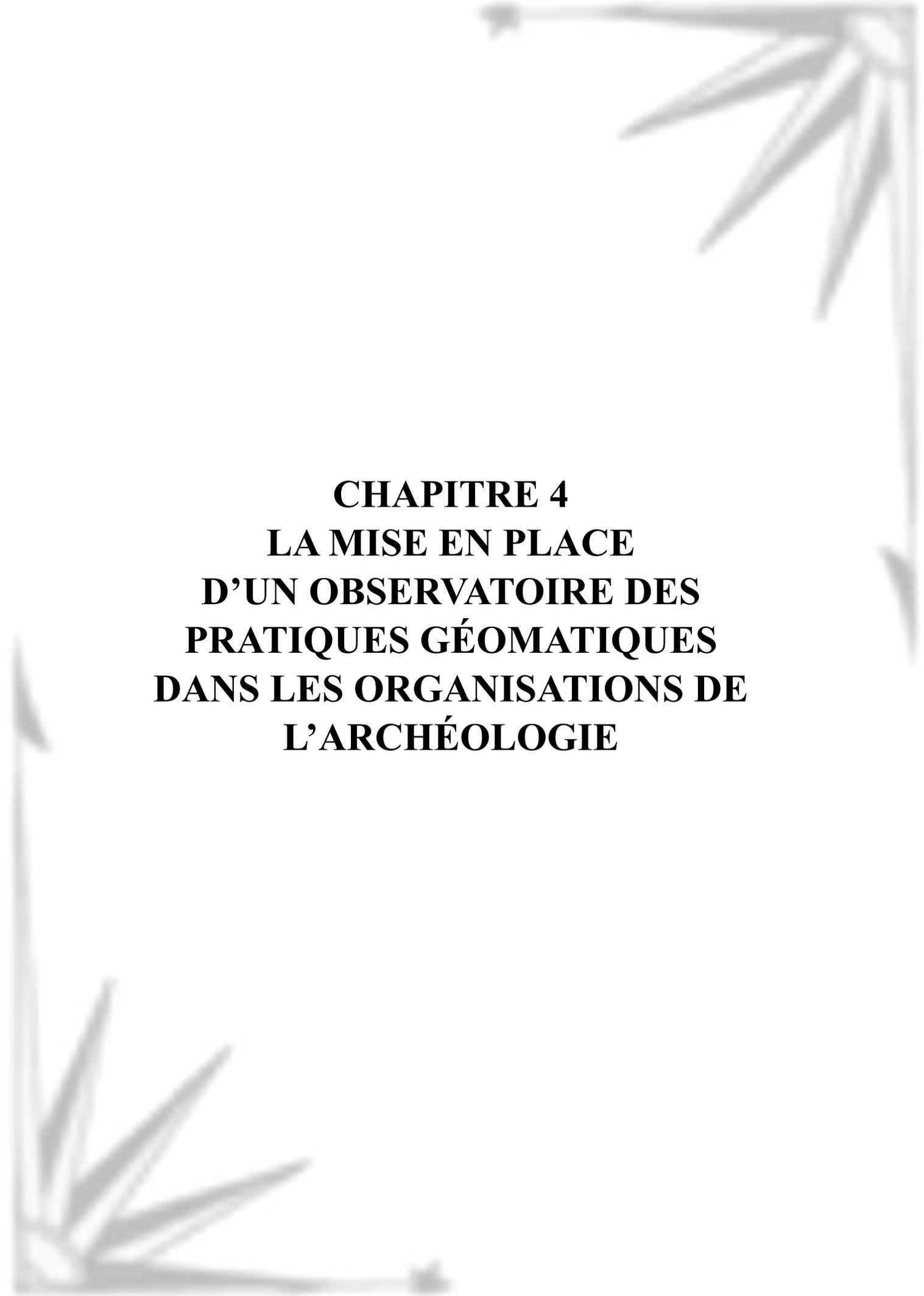
« Un territoire est un espace socialisé, c'est à dire approprié, organisé, qui a un sens et qui donne du sens à ceux qui y vivent ou qui y exercent des activités, et qui, pour ceux qui ne sont pas du lieu, présente une spécificité » [LARDON, MAUREL, PIVETEAU 2001 : p. 49]. C'est par rapport au sens que les groupes sociaux y mettent, que les territoires se constituent. La notion de territoire englobe une dimension sociale primordiale. En tant que telle, cette notion inclut dans sa composition des phénomènes d'interaction entre les acteurs. Le territoire est le résultat de

la projection d'un groupe social dans un espace donné et de ce que nous en retenons pour le caractériser³. Ils sont le résultat d'acteurs ou de groupes d'acteurs ayant chacun une logique locale inscrite dans un milieu. La notion de territoire nous ramène donc aux mêmes débats sur les systèmes sociaux, les acteurs et les stratégies de pouvoir : « *Le territoire n'est pas une réalité objective obéissant à une rationalité globale. C'est un construit humain, résultat d'interactions humaines obéissant à leurs propres rationalités. Le conflit est sur le territoire comme dans les systèmes d'action, un moyen d'intégrer les visions différenciées des divers acteurs, dont les objectifs se confrontent en permanence* » [PORNON 1997: p. 45].

Le territoire, un espace qui prend du sens

Plus que le caractère spatial de l'information, c'est l'accroche territoriale qui est l'élément spécifique à la géomatique et qui justifie l'approche spécifique de cet outil. Les relations qui sont développées dans les systèmes d'action tiennent alors compte à la fois des contraintes organisationnelles mais aussi des contraintes territoriales. H. PORNON propose la notion de « **système d'action spatialisé** » pour inclure le territoire et la composante spatiale comme un des éléments du système d'action [PORNON 1997 : p. 46]. A la différence de la contrainte spatiale, la contrainte territoriale s'exerce de manière différenciée selon le territoire et les acteurs entrant en jeu. Si l'on prend l'exemple de l'archéologie du Val-d'Oise, divers organismes - collectivités territoriales de différents niveaux (municipalités, département, régions), Etat (Services Régionaux de l'Archéologie, Services des Monuments historiques, Services départementaux de l'Architecture et du Patrimoine), INRAP, acteurs de la recherche (CNRS et Universités) - en ayant des missions différentes, interviennent sur le même territoire : le département du Val-d'Oise. Ce territoire prend à la fois un sens propre à chacun des acteurs et un sens commun pour l'ensemble des intervenants (territoire administratif de référence). Les SIG, peuvent intervenir comme un élément médiateur, support de négociation, entre ces organismes en conformité avec le rôle intégrateur que l'on attend généralement de lui [COSTA 2000].

3 - [ERISY 1990 : p. 130] : « *c'est la société, en tant qu'elle est devenue une unité autonome, qui génère le territoire, et transforme ce qui n'était qu'un fragment de planète en lieu d'appropriation sociale* »



CHAPITRE 4
LA MISE EN PLACE
D'UN OBSERVATOIRE DES
PRATIQUES GÉOMATIQUES
DANS LES ORGANISATIONS DE
L'ARCHÉOLOGIE

CHAPITRE 4

LA MISE EN PLACE D'UN OBSERVATOIRE DES PRATIQUES GÉOMATIQUES DANS LES ORGANISATIONS DE L'ARCHÉOLOGIE

4.1 - MISE EN PLACE D'UN OBSERVATOIRE :

4.1.1 - UNE VISION EXPLORATOIRE COMPARATIVE

A cette étape du travail, nous nous plaçons dans une logique de découverte plus que de démonstration. Nous adoptons une démarche de type «exploratoire comparative» [ROCHE 2004]. Elle consiste essentiellement à développer une vision qualitative et descriptive des projets observés en tenant compte des différents aspects qui les composent : les objectifs scientifiques tels qu'ils peuvent être lus à la lumière de la documentation disponible, les organisations qui accueillent et participent à ces projets, les acteurs qui les mettent en œuvre et les technologies qui rentrent en jeu.

Il s'agit alors de comprendre le fonctionnement des systèmes dans leur contexte d'utilisation, au travers des pratiques de leurs utilisateurs. Notre approche est donc essentiellement compréhensive au sens de A. MUCCHIELLI qui nous dit que le paradigme compréhensif prend en compte les perceptions, les sensations, les impressions du sujet percevant à l'égard du monde extérieur [MUCCHIELLI 2005].

Cette approche se place dans le courant des concepts de la «recherche-action», tel que défini par J.-P. RESWEBER [RESWEBER 1997] c'est-à-dire d'une dialectique entre théorie et pratique, entre pragmatisme des usagers et connaissance des experts. Ce type d'approche pose comme postulat que le sujet est partie prenante de l'observation scientifique et que celle-ci est intégrée dans un contexte socio-organisationnel.

4.1.2 - PETITE HISTOIRE D'UNE ENQUÊTE...

Dans les premiers temps de notre enquête, nous avons volontairement distingué une archéologie qualifiée de fondamentale d'une archéologie dite opérationnelle :

- fondamentale car érudite et ciblée sur les questions de connaissance, dépendante des grands organismes de recherche (CNRS, Université, Ecole et Instituts Français à l'étranger... « la science pure ») et ancrée dans une pratique qui, en apparence, était détachée du contexte (organisationnel et spatial) dans laquelle elle se développait car hors du champ direct des applications économiques,
- opérationnelle parce qu'elle entretient une forte liaison avec le domaine de l'aménagement

et du territoire national (Ministère de la Culture, Institut National de la Recherches Archéologiques Préventives, Service archéologiques des collectivités territoriales) et par les rapports étroits qu'elle entretient avec le contexte législatif et réglementaire du patrimoine (code du patrimoine, idem pour les sauvetages et grands travaux hors de France).

Si cette distinction possède une réalité dans les pratiques, elle s'est très vite montrée inopérante dans le cadre de notre analyse, l'interdépendance de ces deux archéologies étant une réalité de fait. Si les projets archéologiques pilotés par les grands organismes de recherche (dans le cadre des programmes de laboratoire ou dans le cadre des PCR, ACR, GDR, Financements ANR...) paraissent plus indépendants des structures territoriales, ils n'en relèvent pas moins pour leurs financements, autant que pour leur gestion générale, d'autorisations (contexte législatif) et/ou de collaborations (contexte organisationnel) qui sont inscrites dans des territoires administratifs. En outre, ces projets se développent de fait dans des territoires (administratifs notamment) qui en sont souvent les cadres structurant.

Au final, les seules distinctions que nous avons retenues sont liées à la nature des organismes dans lesquels se développent les projets. Chacun possède ses modalités de financement (par exemple dans le cas de projet de recherche on finance plutôt des projets de personnes alors que dans le cas de services archéologiques les financements sont récurrents et dépendent d'objectifs établis à moyen termes sur la base d'une politique de service décidée par la collectivité), ses structures d'équipes (les projets de recherche sont généralement une fédération d'individus fluctuante contrairement aux services qui sont composés d'équipes possédant généralement une forte stabilité institutionnelle) et ses inscriptions dans le temps des projets (Un projet de recherche est limité en durée et suit d'autres modalités de développement que ceux d'un service archéologique)¹.

C'est pourquoi, nous avons fait le choix de structurer notre collecte sur cette base. Ces cadres restent les plus facilement appréhendables et permettent de structurer en groupes cohérents un ensemble de projets très hétérogènes. A ce jour, presque 100 projets ont été répertoriés issus de quatre contextes différents : les collectivités territoriales (département, municipalités), le ministère de la Culture (DAPA, SRA), l'Afan / Inrap, les organismes de recherche et d'enseignement supérieur (UMR, CNRS – Universités, Instituts Français à l'étranger -MAE-, Ecoles Françaises).

4.1.3 - LES DIFFICULTÉS DE L'OBSERVATION DES PROJETS ARCHÉOLOGIQUES...

Cette étude se veut pragmatique. Elle est donc basée en grande partie sur un travail d'enquête directe auprès des utilisateurs des systèmes d'information. Ces contacts extrêmement

¹ - On a dans de rares cas de figure certains projets de recherche peuvent se développer sur des temps très long : cf. Pincevent, Etiolles, Délos..

enrichissant n'ont malheureusement pas toujours été possibles tant le nombre de projet repérés a été important et en évolution constante. En outre, on doit aussi signaler que dans ce contexte foisonnant, il est souvent difficile faute de documentation (notamment dans le monde la recherche) de caractériser le projet, voir d'identifier les différents acteurs du projet (le porteur du projet, l'ingénieur en charge des développements, le chercheur qui utilise l'information...). Il est donc d'autant plus difficile d'en voir les évolutions, la documentation ne fournissant généralement qu'un aperçu très limité à un temps t.

Ainsi l'analyse d'un projet reste un travail de longue haleine qui repose sur l'analyse de la documentation disponible mais aussi, dans la mesure du possible, sur un échange direct avec les différents acteurs du projet. Le dialogue qui doit être mis en place pour accéder à la documentation et comprendre les pratiques se construit généralement par étape. Il faut savoir que ces étapes se mettent en place sur des temps normalement longs. Ils nécessitent des rencontres fréquentes, une organisation et une logistique importantes (voyage, hébergement). Nous n'avons pas perçu à l'origine de nos travaux l'importance de ces temps de réponse. En ce sens les observations que nous proposons sont en quelque sorte des instantanés qu'il conviendra de continuer à enrichir.

Dans la majorité des cas de figure et selon la documentation disponible, nous avons donc complété l'absence de vision directe du système par l'examen de toute la documentation que nous avons réussi à dégager. Malheureusement, il est très rare que les praticiens des systèmes d'information publient sur des points méthodologiques. Seuls quelques exemples proposent des éléments bibliographiques sur le sujet : Marseille, Fréjus, le Val-d'Oise, Totopi... Il nous a donc fallu mener des recherches documentaires systématiques et étendues pour dégager des ouvrages, articles, rapports, notices techniques, sites internet, bases de données en ligne... les éléments permettant d'identifier et de caractériser les différents projets géomatiques en archéologie.

Le niveau des observations et de la documentation pourra donc sembler assez inégal au lecteur. Certains projets n'étant caractérisés que très brièvement faute de documentation. Nous n'avons d'autre prétention que d'ouvrir vers un état de la question susceptible d'aider au diagnostic et au développement des systèmes dans les organisations de l'archéologie.

Par ailleurs, nous souhaitons positionner cette étude comme base de la constitution d'un « centre de ressource » répertoriant les différents cas de figure liés à l'utilisation des technologies de l'information géographique en archéologie. En tant que telles, les données contenues dans cette étude ont vocation à être mises à jour régulièrement et cela pour plusieurs raisons dont la première est l'avancée de nos travaux et la seconde la nature même de l'objet observé : les SIG.

Utiliser un SIG revient à construire des aller-retours entre des échelles et des thématiques multiples. Une base de données cartographiques n'est pas un simple cumul de données, mais un ensemble de relations entre des données, des échelles et des individus qui composent un

« espace de rencontre ». Il est par essence dynamique. Toute observation sur ce thème est donc, dans une certaine mesure, caduque dès sa formalisation et par conséquent a vocation à être enrichie, mise à jour et actualisée de manière permanente.

4.1.4 - LA QUESTION DE L'OBSERVATOIRE

Il suffit de rechercher dans n'importe quel moteur de recherche le terme : « observatoire » pour se rendre compte du nombre de dispositifs auxquels est associé ce nom. Tout organisme public ou privé semble devoir posséder son « observatoire ». Les phénomènes observés sont nombreux : « observatoire de l'environnement », « des transports », « du logement », « de l'économie »... On trouve même des cas de figure un peu curieux comme un observatoire « de la franchise » (au sens moral du terme !) ou mieux encore « un observatoire des observatoires » (<http://adminet/obs.fr>)...

L'effet de mode lié à ces dispositifs, est à la mesure du flou qui règne sur leur définition. Nous avons pris le parti d'adopter la définition donnée par un consultant informatique spécialisé dans le domaine de la géomatique (IETI consultant). On considérera qu'un observatoire est un dispositif d'analyse (généralement lié à un territoire) mis en œuvre par un ou plusieurs organismes dans le but de suivre l'évolution d'un projet, d'un processus, d'un domaine ou d'une portion de territoire dans le temps et l'espace.

La plupart des observatoires se présentent sous la forme d'applications informatiques dans lesquelles des données sont agrégées sous forme d'indicateurs qui sont restitués sous la forme synthétique de tableaux, cartes, ou données statistiques. Un observatoire comporte donc un dispositif de collecte des informations, un dispositif d'expertise et un dispositif de redistribution (construction de la connaissance).

La question de l'interface de cet outil se pose donc. Nous avons fait le choix de développer, en complément des fiches que nous livrons dans le volume 2 un outil de saisie et de consultation en ligne disponible à l'adresse suivante : <http://internetlolo.free.fr>. Chaque projet identifié y est présenté sous la forme d'une fiche permettant de le caractériser sous différents angles : son rattachement institutionnel et la composition de l'équipe, ses objectifs scientifiques, son contexte organisationnel et son contexte technique.

4.1.5 – LE CHOIX DES EXEMPLES

Nous nous sommes efforcés de limiter au minimum nos critères de sélection pour avoir un *corpus* aussi large que possible. Tout projet de recherche réalisé ou en intention, relevant d'une organisation se réclamant d'une pratique de l'archéologie au sens large du terme et mettant en œuvre une technologie géomatique a été éligible. On trouvera dans le corpus des projets des réalisations dont les natures et les ambitions sont très variées (**Fig. 20**) :

du projet de recherche disposant de moyens importants (Programme *Archaeomedes* [R36] engageant plusieurs dizaines de chercheurs) au projet très limité en termes de moyens (recherches individuelles d'un doctorant : *Ja'alan* [R09]). On verra aussi des projets réalisés spécifiquement par des archéologues mais aussi quelques travaux issus d'équipes d'historiens ou encore de géographes. Cette variabilité des projets témoigne de la richesse des réalisations mais aussi de la difficulté qu'il y a à délimiter clairement les limites de l'archéologie.

En outre, les projets étant en perpétuelle création / évolution, l'exhaustivité est impossible. Nous avons donc cherché avant toute chose la représentativité afin de pouvoir dégager des profils type suffisamment précis pour comprendre les différents champs d'application de ces outils en archéologie.

Liste des projets de l'observatoire

LES SERVICES ARCHEOLOGIQUES DES COLLECTIVITES TERRITORIALES

LES DEPARTEMENTS

- [CD1] LE SERVICE DÉPARTEMENTAL D'ARCHÉOLOGIE DES YVELINES (SADY)
- [CD2] LE SERVICE DÉPARTEMENTAL D'ARCHÉOLOGIE DU VAL-D'OISE (SDAVO)
- [CD3] LE LABORATOIRE DÉPARTEMENTAL D'ARCHÉOLOGIE DU VAL-DE-MARNE
- [CD4] LE SERVICE DÉPARTEMENTAL D'ARCHÉOLOGIE DE L'ESSONNE
- [CD5] ATLAS DU PATRIMOINE DE SEINE SAINT-DENIS
- [CD6] SIG PÔLE ARCHÉOLOGIQUE INTER DÉPARTEMENTAL RHÉNAN (PAIR)
- [CD7] SIG MUSÉE D'ARCHÉOLOGIE DE BAVAY (DÉPARTEMENTAL)

LES MUNICIPALITES

- [CM1] LE SERVICE ARCHÉOLOGIQUE DE PARTHENAY
- [CM2] LE SERVICE ARCHÉOLOGIQUE D'AIX-EN-PROVENCE
- [CM3] ATELIER DU PATRIMOINE DE LA VILLE DE MARSEILLE
- [CM4] PROJET GÉOMATIQUE DU SERVICE MUNICIPAL DE FRÉJUS
- [CM5] LE PROJET ALYAS DU SERVICE ARCHÉOLOGIQUE DE LYON
- [CM6] LE PROJET URBANHIST (TOULOUSE)
- [CM7] LE PROJET DOUAISIS

L'INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES ARCHEOLOGIQUES PREVENTIVES

LES PROJETS

- [IN1] INTERVENTION ARCHÉOLOGIQUE DANS L'EMPRISE DE L'AÉROPORT ROISSY (95, 77, 93)
- [IN2] SERVICE TOPOGRAPHIQUE CENTRE ÎLE-DE-FRANCE (PANTIN, 93)
- [IN3] ETUDE DE LA SÉPULTURE COLLECTIVE DE SAINT-SAUVEUR (80)
- [IN4] ETUDE DU SITE ARCHÉOLOGIQUE DES FOURNEAUX À VERT-SAINT-DENIS (77)
- [IN5] ETUDE DES SITES ARCHÉOLOGIQUES DU HAUT MOYEN AGE : SERRIS (77), VILLIERS-LESEC (95), BAILLET-EN-FRANCE (95), LE MESNIL AUBRY (95), ORVILLE (95)
- [IN6] OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE FRANCILIENNE (95)
- [IN7] MELUN-SÉNART (94, 78)

LE MINISTERE DE LA CULTURE

- [MIN1] LE PROJET ATLAS DE L'ARCHITECTURE ET DU PATRIMOINE
- [MIN2] LA CARTE ARCHÉOLOGIQUE NATIONALE ET LE PROJET PATRIARCHE
- [MIN3] LE PROJET SIGUR
- [MIN4] LE CENTRE NATIONAL D'ARCHÉOLOGIE URBAINE ET L'INFORMATISATION DES DOCUMENTS D'ÉVALUATION DU PATRIMOINE DES VILLES DE FRANCE

LA RECHERCHE ET L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR : LES UMR, LES UNIVERSITES, LES GRANDES ECOLES ET LES INSTITUTS FRANÇAIS

LES PROJETS DES EQUIPES UNIVERSITAIRES ET DES UMR

UMR 7041 - ARCHÉOLOGIES ET SCIENCES DE L'ANTIQUITÉ (ARSCAN), MAISON DE L'ARCHÉOLOGIE ET DE L'ETHNOLOGIE RENÉ GINOUVÈS (MAE)

- [R01] ARCHÉOLOGIE DU BASSIN PARISIEN
- [R02] VILLAJOSYA
- [R03] ELCHE
- [R04] ARGOS
- [R05] DÉLOS
- [R06] UMM HADDAR
- [R07] ITANOS
- [R08] BOSRA
- [R09] JA'ALAN
- [R10] VERBERIE
- [R11] ETIOLLES
- [R12] PINCEVENT
- [R13] PONSONBY
- [R14] NÉOLITHIQUE YVELINES
- [R15] NEOLITHIQUE EURE
- [R16] VALLÉE DE L' AISNE
- [R17] PCR DYNARIF

UMR 5133 – ARCHÉORIENT, MAISON DE L'ORIENT ET DE LA MÉDITERRANÉE (MOM)

- [R18] RAWDA
- [R19] JABBUL
- [R20] OBSIDIENNE
- [R21] ATLAS DE SYRIE
- [R22] ATLAS DE BYTHINIE
- [R23] ASPRO

UMR 6130 - CENTRE D'ETUDE, PRÉHISTOIRE, ANTIQUITÉ, MOYEN AGE (CEPAM)

- [R24] PROGRAMME ARGONNE
- [R25] GUILLAUMES
- [R26] BAJA
- [R27] ISLE CRÉMIEU
- [R28] HAUT-RHÔNE

- [R29] VALLÉE DU RHÔNE
- [R30] KARELIAN
- [R31] VENCE
- [R32] MAKRAN
- [R33] PESTE

UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ - UMR 6565, CHRONO-ÉCOLOGIE

- [R34] L'AIGALADE
- [R35] MAUGUIO
- [R36] MOLDAVIE
- [R37] ARCHAEOEDEDES I & II
- [R38] ARCHAEORES
- [R39] ARCHAEOEDYN
- [R40] EPOMANDUEDORUM
- [R41] LANGUEDOC

UNIVERSITÉ DE REIMS - CENTRE INTER INSTITUTIONNEL DE RECHERCHES ARCHÉOLOGIQUES DE REIMS (CIRAR)

- [R42] SIGREM – GISSAR

UNIVERSITÉ DE PARIS I, PANTHÉON SORBONNE - UMR 8589, LABORATOIRE DE MIEVISTIQUE OCCIDENTALE DE PARIS (LAMOP)

- [R43] ALPAGE

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX 3 - UMR 5607, AUSONIUS BORDEAUX

- [R44] ATLAS ADRIATIQUE
- [R45] APAMÉE

UNIVERSITÉ DE TOURS - UMR 6173 CITERES, LABORATOIRE ARCHÉOLOGIE ET TERRITOIRES (LAT)

- [R46] TOTOP
- [R47] PACT
- [R48] TERROIRS
- [R49] TOURS
- [R50] SANCERGUES
- [R51] A2T

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE LE MIRAIL, UMR 5136 – FRAMESPA (FRANCE MÉRIDIONALE, ESPAGNE)

- [R52] GASCOGNE
- [R53] NARBONNE

ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE, UMR 8546 – ARCHÉOLOGIE D'ORIENT ET D'OCCIDENT

- [R54] BERRY

UNIVERSITÉ LUMIÈRE LYON 2 - UMR 5648 HISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE DES MONDES CHRÉTIENS ET MUSULMANS MÉDIÉVAUX

- [r54BIS] TOLÈDE

UNIVERSITÉ DE PARIS VI PIERRE ET MARIE CURIE - UMR 7619 SISYPHE, GROUPE DE GÉOPHYSIQUE APPLIQUÉE

- [r55] LE VIEIL EVREUX

UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE - UMR 5594 ARTETHIS, ARCHÉOLOGIE, TERRE, HISTOIRE ET SOCIÉTÉS

- [r56] MÉTAL
- [r57] DOURASIS
- [r58] ENVIX

UNIVERSITÉ DE CAEN, UMR 6577 (CRAHAM)

- [r59] PLAINE DE CAEN

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

- [r60] ROUSSILLON

UNIVERSITÉ DE FRANCHE COMTÉ, INSTITUT DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES DE L'ANTIQUITÉ (EA 4011)

- [r61] BITTERSIG

LES ECOLES FRANÇAISES A L'ETRANGER ET LES INSTITUTS FRANÇAIS

ECOLE FRANÇAISE D'ATHÈNES (EFA)

- [r62] DELPHES
- [r63] THASSOS
- [r64] ATLAS DE DÉLOS
- [r65] KORÇÈ

INSTITUT FRANÇAIS D'ARCHÉOLOGIE ORIENTALE (IFAO)

- [r66] KARGHA
- [r67] SINAI
- [r68] KARNAK NORD

CENTRE D'ÉTUDES ALEXANDRINES (CEALEX)

- [r69] SIG ALEXANDRIE

AUTRE INSTITUTION (CRDP ALSACE)

- [r70] STRASBOURG

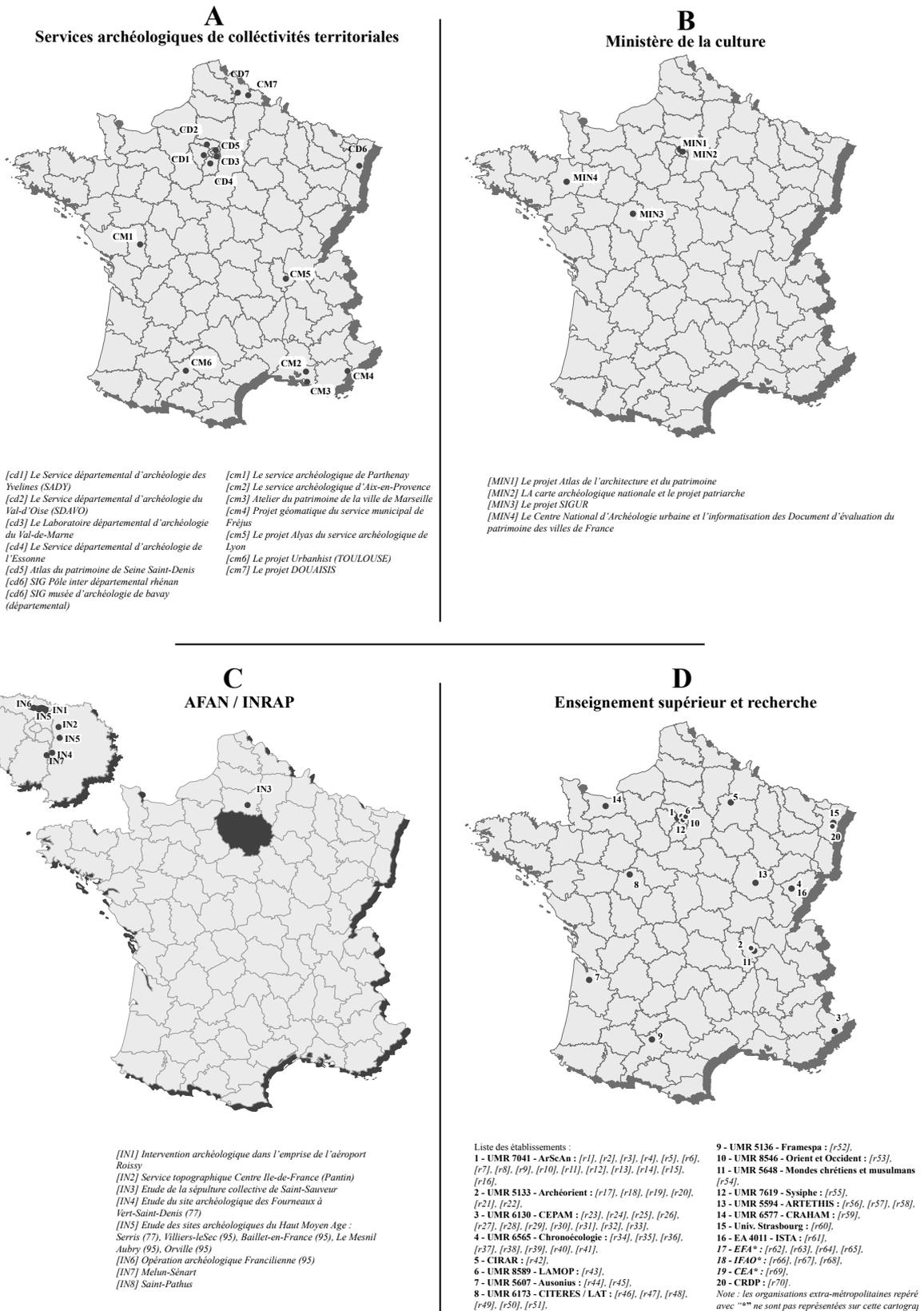


Fig. 20 : Cartographie générale des projets et des organisations représentées dans l'Observatoire. Les numéros figurant sur les cartes a, b, c renvoient à la liste des projets de l'observatoire. Pour la carte c, recherche et enseignement supérieur, une institution étant porteuse de projets qui peuvent 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 localisés à l'étranger, elles n'apparaissent pas sur cette carte. On trouvera un peu plus loin dans ce texte une cartographie des projets.

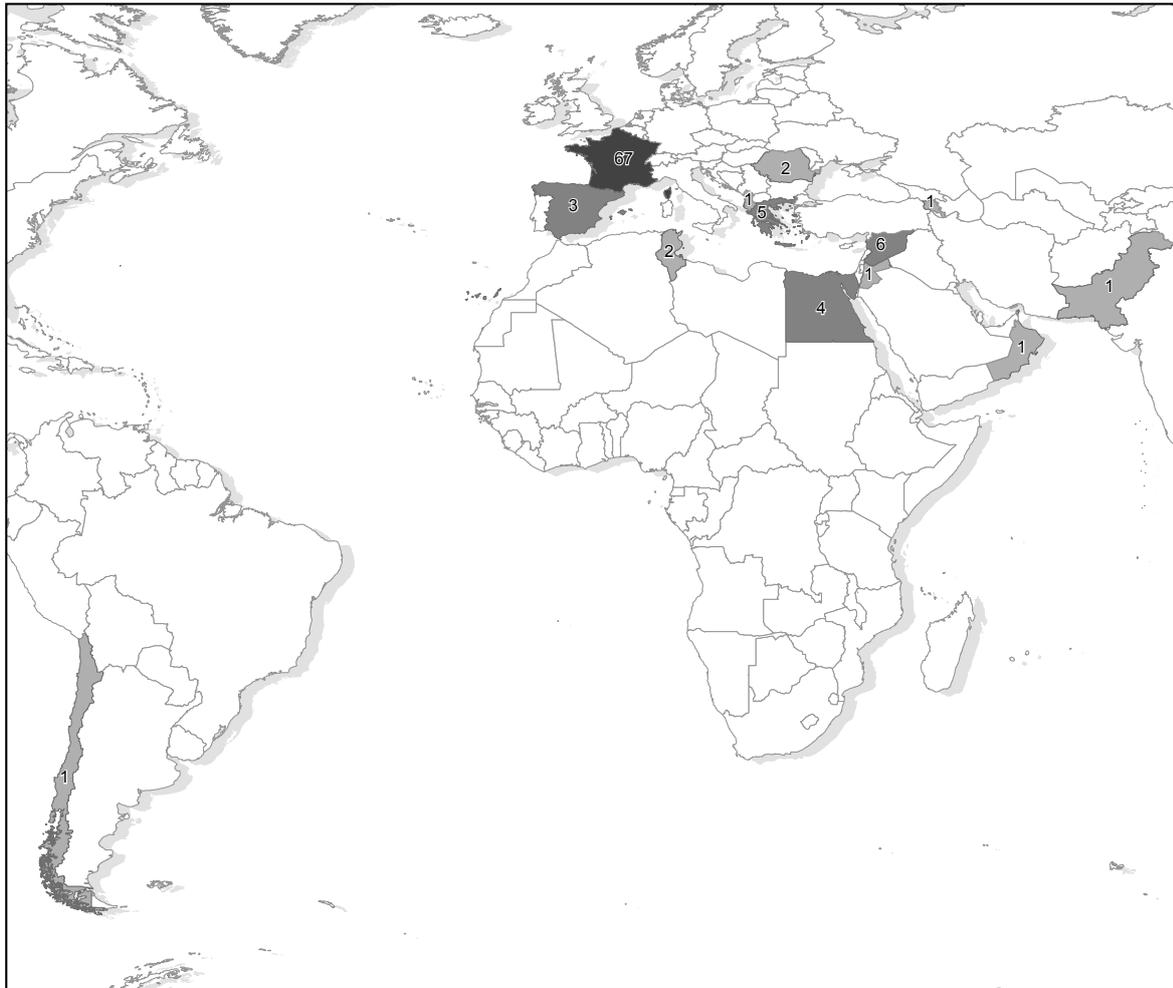


Fig. 21 : répartition géographique des projets de l'observatoire.

4.1.6 – LA GRILLE D'ANALYSE DE L'OBSERVATOIRE

La grille d'analyse de l'observatoire s'appuie sur une approche essentiellement descriptive divisée en plusieurs postes :

- La description du contexte,
- La description des sources,
- La description du projet,
- Une fiche analytique.

Cette grille générique a été adaptée à chacun des contextes organisationnels.

La description du contexte (1)

Douze champs permettent de caractériser et de répartir par catégories le contexte général du projet et la qualité de l'information collectée. Ils permettent d'avoir une vue critique de la documentation disponible.

- Série / Ensemble : il s'agit de préciser l'organisme de rattachement du projet. Cinq possibilités sont offertes. 1 - Collectivités, 2 - Ministère de la culture, 3 - AFAN / INRAP, 4 - Recherche - Ens. Sup., 5 - Autre.
- Type : permet de préciser la modalité du projet tels que projet collectif de recherche, programme sur appel d'offre financé par l'agence nationale pour la recherche (ANR), Fouille programmée / préventive, politique de service...
- Localisation : localisation administrative du projet.
- Echelle d'approche : cinq échelles ont été dégagées. De la plus petite à la plus grande on a retenu, l'échelle régionale ou inter-régionale, l'échelle micro-régionale, l'échelle locale (correspondant aux sites et à son environnement immédiat), l'échelle site et intra-site et l'échelle de la ville que nous distinguons par ses particularismes.
- Organisme support : correspond à celui qui prend en charge la gestion effective du projet. Il correspond généralement à l'organisme de rattachement du responsable de projet.
- Organisme(s) partenaire(s) : les organismes qui participent financièrement ou humainement au projet.
- Mode d'observation : on précise de quelle manière on a constitué la fiche projet. Deux types d'approches sont distinguées, l'une dite directe qui implique un contact avec le système et l'autre documentaire qui n'implique pas de contact avec le système.
- Niveau d'information : une évaluation de la connaissance du projet est proposée. Elle reste totalement subjective et repose sur une évaluation générale de la documentation

consultées et de sa qualité.

- Contact : ce champ permet de préciser le nom du responsable du projet et des personnes directement investies.
- Début des travaux et état du projet : ce champ permet d'évaluer la durée du projet et son état de développement (achevé ou en cours).
- Chronologie dominante de l'équipe : ce champ permet de préciser l'éventuelle spécialisation dans un champ chronologique ou thématique donné de l'équipe.
- Chronologie dominante du projet : il permet de préciser les limites chronologiques prises en compte dans le projet.
- Date de la dernière mise à jour de la fiche

La description des sources (2)

L'intégralité des sources utilisées pour caractériser le projet sont mentionnées. La bibliographie comprend toutes les références écrites publiées ou non (article, ouvrages, rapports, ressources en lignes) sur un projet donné. On trouvera aussi des notes, colloques, compte rendus de réunions, dates de réunions, entretiens oraux, sites web, bases de données en ligne... qui composent une documentation très hétérogène mais fondamentale car très riche d'enseignements sur les questions de la mise en forme des projets ou encore sur le ressenti des utilisateurs.

La description du projet (3)

La description du projet est une synthèse de la documentation disponible. Nous avons porté une attention particulière aux attendus du projet et des acteurs, au contexte, aux modalités de mise en œuvre, au développement des technologies et des bases de données constituées. Nous nous sommes efforcés de limiter chaque description à deux pages maximum.

Une fiche analytique (4)

Seize champs d'information permettent de caractériser et de classer chaque système d'information. On y trouve deux grands ensembles d'indicateurs : les uns sont orientés sur les questions organisationnelles et les autres sur les questions liées aux aspects techniques et informationnels du système d'information.

Les aspects organisationnels :

- Nombre de participants : Pour plus de simplicité nous avons distingué trois classes inférieur à 10, entre 10 et 20 personnes, plus de 20 participants. Cet indicateur nous donne une idée de la dimension organisationnelle du projet ;
- Etat du projet : Cet indicateur correspond à l'état de développement du projet au dernier jour d'édition de la fiche. Nous avons distingué plusieurs états possibles :

- en gestation : le projet est envisagé mais n'a fait l'objet d'aucun développement concret ;
- en cours de développement : le projet est en phase de développement actif qui a donné lieu à la production d'une première base de données et éventuellement à des livrables bien définis (articles, cartographies...) ;
- en phase d'exploitation : le projet a dépassé la phase de développement pour rentrer dans une phase d'exploitation. Ce ne sont plus les logiques d'acquisition qui prédominent mais les logiques d'analyse et de redistribution. Un projet peut être à la fois en phase de développement et en phase d'exploitation ;
- en phase de sommeil : le projet n'a plus connu d'évolution majeure en terme de développement et ne fait plus l'objet d'une exploitation mais est susceptible d'être repris par la suite ;
- en phase d'abandon : le projet est définitivement abandonné par l'équipe qui l'a conduit et aucune phase de développement ou d'exploitation n'est plus envisagée.

- Budget global du projet : cet indicateur permet d'apprécier la masse financière mobilisée pour le projet. Malheureusement cet aspect, pourtant important, est très peu renseigné faute d'informations disponibles ;
- Spécialités représentées dans l'équipe projet : cet indicateur permet de se rendre compte de la diversité de spécialités disciplinaires qui concourent au développement du projet.
- Type d'équipe projet : ici on essaie de distinguer les profils des équipes projet. A savoir, si le projet est développé sur la base du fonctionnement récurrent des équipes ou à l'aide d'équipes spécifiques pour chaque projet
- Direction ou organisation hiérarchique de rattachement du projet : par cet indicateur, nous nous attachons à dégager les rattachements organisationnels des membres de l'équipe ou du projet et ainsi d'apprécier la structure hiérarchique du projet ;
- Observations : ce champ permet d'intégrer tout élément non précisé ci-dessus afin d'apprécier le dispositif organisationnel du projet.

Les aspects techniques et informationnels :

- Outils informatiques utilisés dans le projet : il s'agit ici d'énumérer les outils utilisés ou développés dans le cadre du projet (logiciel de systèmes de gestion de bases de donnée, logiciel de dessin assisté par ordinateur, logiciel SIG, logiciel de topographie et les matériels qui peuvent concourir à l'élaboration du SIG : GPS, théodolite...) ;
- Contexte et niveau d'informatisation : On cherche à définir le niveau d'informatisation des acteurs du projet. S'agit-il d'utilisateurs confirmés ou de débutants ?

- Orientation de l'outil : ici, il s'agit de définir les grandes catégories d'objectifs que l'on a attribué à l'outil, à savoir : la gestion, la cartographie, la modélisation... ou autre ;
- Nombre et type d'utilisateur : cet indicateur vise à apprécier le nombre (entre 1 et 10, plus de 10, plus de 20...) et le type (ingénieur, chercheur, grand public...) d'utilisateurs de ces outils ;
- Structure générale du système : on catégorise dans ce champ la structure physique du système d'information à savoir s'il s'agit d'un système mono-poste, réseau, mobile... etc ;
- Niveaux d'utilisation intégrés dans le SIG : il s'agit de définir les modalités d'organisation et d'administration du SIG du point de vue des types d'utilisateurs, à savoir du système non administré jusqu'au système administré avec différents niveaux d'accès à l'information en fonction du statut de l'utilisateur ;
- Informations et données intégrées dans le SIG : on aborde la question du *corpus* de données disponibles dans le système en grands types (données archéologiques, environnementales, administratives, topographiques, historiques... etc.
- Origine des informations : différentes modalités d'acquisition de la donnée peuvent être distinguées telles que l'acquisition à titre onéreux auprès d'un organisme producteur (IGN, BRGM...), la production en propre, l'échange conventionné...etc.
- Observations : ce champ intègre tout élément non précisé ci-dessus permettant d'apprécier le dispositif technologique et le *corpus* de données du projet.

FICHE PROJET OBSERVATOIRE

(1) CONTEXTE

TITRE ABRÉGÉ :

TITRE DÉVELOPPÉ DU PROJET

<p><u>Série :</u> <i>Ensemble institutionnel d'appartenance du projet.</i> <i>Les ensembles sont :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Recherche • Culture • Collectivités • AFAN/INRAP • Autre 	<p>Organisme support : <i>Organisation support prenant en charge la gestion effective du projet (financière administrative et ou scientifique).</i></p>	<p><u>Type :</u> <i>Typologie de projet (PCR, ANR, Thèse...)</i></p>
<p><u>Localisation :</u> <i>Localisation administrative du projet.</i></p>	<p>Organisme(s) partenaire(s) : <i>Organismes associés à l'organisme support.</i></p>	<p><u>Mode d'observation :</u> <i>Modalités de connaissance du projet : Bibliographique /Directe.</i></p>
<p><u>Echelle d'approche :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Echelle régionale • Micro-régionale • Echelle locale • Echelle urbaine • Echelle site 		<p><u>Niveau d'information :</u> <i>Evaluation du niveau de connaissance du projet :</i> 1 - Satisfaisant 2 - Médiocre 3 - Insatisfaisant</p>
<p><u>Contact(s) :</u> <i>Noms des membres de l'équipe projet.</i></p>		
<p><u>Début des travaux et état du projet :</u> <i>Éléments permettant d'apprécier les modalités de déroulement du projet.</i></p>	<p><u>Chronologie dominante de l'équipe :</u> <i>Chronologie dominante des travaux des acteurs de l'équipe mettant en œuvre le projet.</i></p>	<p><u>Chronologie dominante projet :</u> <i>Chronologie dominante des données prises en charge dans le cadre du projet.</i></p>

(2) SOURCES :

Bibliographie :

Références bibliographiques rattachées au projet

Interventions, conférences, entretiens et autres ressources :

Références des manifestations formelles ou informelles (rencontres, réunions, entretiens...) ayant été utilisées pour la rédaction de la fiche.

(3) DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET :

Description sommaire des attendus du projet, des acteurs, du contexte, des modalités de mise en œuvre, des technologies et des bases de données constituées (inférieure à 2 pages)

(4) FICHE ANALYTIQUE :

SÉRIE :		TYPE :
TITRE		
PROJET ET ASPECTS ORGANISATIONNELS		
<u>1. Nombre de participants au projet :</u> <i>Estimation du nombre de participant au projet sous la forme de Inf. 10, Sup. 10, Sup. 20 ...etc. Donnant une idée de la dimension organisationnelle du projet.</i>	<u>2. Etat du projet :</u> <i>1 - Etat de développement du projet : 2 - En gestation 3 - En cours de développement 4 - En phase d'exploitation 5 - En phase de sommeil 6 - En phase d'abandon</i>	<u>3. Budget global du projet :</u> <i>Eléments permettant d'apprécier la masse financière mobilisée pour le projet.</i>
<u>4. Spécialités représentées dans le projet :</u> <i>Enumération des spécialités disciplinaires représentées dans le projet.</i>	<u>5. Equipe constituée ou équipe projet :</u> <i>Projet développé sur la base du fonctionnement récurrent des équipes ou sur la base de la composition d'une équipe projet.</i>	<u>6. Direction ou organisation hiérarchique de rattachement :</u> <i>Rattachements organisationnels des membres de l'équipe ou du projet permettant d'apprécier la structure hiérarchique, administrative et financière du projet.</i>
<u>Observations :</u> <i>Tout élément non précisé ci-dessus permettant d'apprécier le dispositif organisationnel du projet.</i>		
SYSTÈME D'INFORMATION		
<u>1. Outils informatiques utilisés dans le projet :</u> <i>Enumération des outils utilisés ou développés dans le cadre du projet.</i>	<u>2. Contexte et niveau d'informatisation</u> <i>Eléments permettant d'apprécier les modalités d'informatisation.</i>	<u>3. Orientation de l'outil :</u> <i>Eléments permettant d'apprécier les objectifs de l'outil, à savoir : la gestion, la modélisation... etc.</i>
<u>4. Nombre et type des utilisateurs :</u> <i>Eléments permettant d'apprécier le nombre d'utilisateurs des outils.</i>	<u>5. Structure générale du système :</u> <i>Description de la structure physique du système d'information :</i> <ul style="list-style-type: none"> • Système mono-poste • Système réseau • Système mobile... etc. 	<u>6. Niveau intégrés dans le SIG :</u> <i>Description des modalités d'organisation et d'administration du SIG : types et niveaux d'utilisation du système.</i>
<u>7. Information et données du SI :</u> <i>Description sommaire des grands types de données intégrées dans le système d'information : Données environnementales, données historiques... etc.</i>	<u>8. Origine des informations :</u> <i>Sources et modalités d'acquisition de la donnée : acquisition à titre onéreux auprès d'un organisme de production (IGN – BRGM), conventionnement, production en propre... etc.</i>	
<u>Observations :</u> <i>Tout élément non précisé ci-dessus permettant d'apprécier le dispositif technologique et le corpus de données du projet.</i>		

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

Après avoir dressé un panorama de la géomatique dans les organisations de l'archéologie, nous avons souhaité approfondir notre analyse par de l'expérimentation et des développements de SIG en archéologie.

4.2.1 - PRÉSENTATION D'UNE EXPÉRIENCE

Les projets que nous présentons chapitre 6 sont tirés de notre expérience personnelle (**Fig. 20**). Ils sont l'occasion d'analyser la structure et le fonctionnement des systèmes d'information géographique de l'intérieur et d'en décomposer les différents aspects scientifiques, techniques, organisationnels de manière plus approfondie.

Nous avons repris la documentation produite dans le cadre de projets développés durant ces dix dernières années nous l'avons organisée sous la forme de dossiers thématiques. Comme pour l'observatoire des projets, nous avons porté une attention particulière aux aspects scientifiques, techniques et organisationnels.

La présentation de ces exemples suit un formalisme moins cadré parce que les exemples choisis témoignent de cas de figure dont les contextes, les dates de déroulement, les objets historiques, les problématiques sont multiples. Notre objectif a été d'atteindre ici encore, une représentativité suffisante des contextes d'application, des types de problématiques, des types outils, des types de productions.

L'avantage essentiel de ce *corpus* est de permettre une lecture continue du développement d'une pratique de conduite de projet géomatique en archéologie sur dix années, avec différentes technologies, dans différents contextes. Le choix de la diversité nous permet d'aller bien au-delà d'une lecture trop formelle des systèmes d'information, et d'en proposer une lecture plus informelle, basée sur l'expérience inaccessible autrement.

Nous y associons de plus une dimension supplémentaire qui touche à l'information et au système d'information lui-même par le biais d'un cahier des spécifications (sorte de guide d'utilisation ou guide de lecture détaillé des bases de données présentées) et d'un dictionnaire des métadonnées qui nous permet d'accéder à une description exhaustive des données produites dans les projets. Pour des questions de volumétries des annexes, ces deux ensembles de données n'ont pas été imprimés et sont dans la majeure partie des projets disponibles en ligne à l'adresse suivante : <http://internetlolo.free.fr>.

Deux grands ensembles d'expérimentations correspondant à deux contextes d'application sont présentés : les projets réalisés dans le cadre des fonctions que nous avons exercées au service archéologique du département du Val-d'Oise (jusqu'en 2005) et les projets que nous réalisons depuis 2003 dans le cadre de nos fonctions au sein l'UMR 7041 Archéologies et Sciences de l'Antiquité.

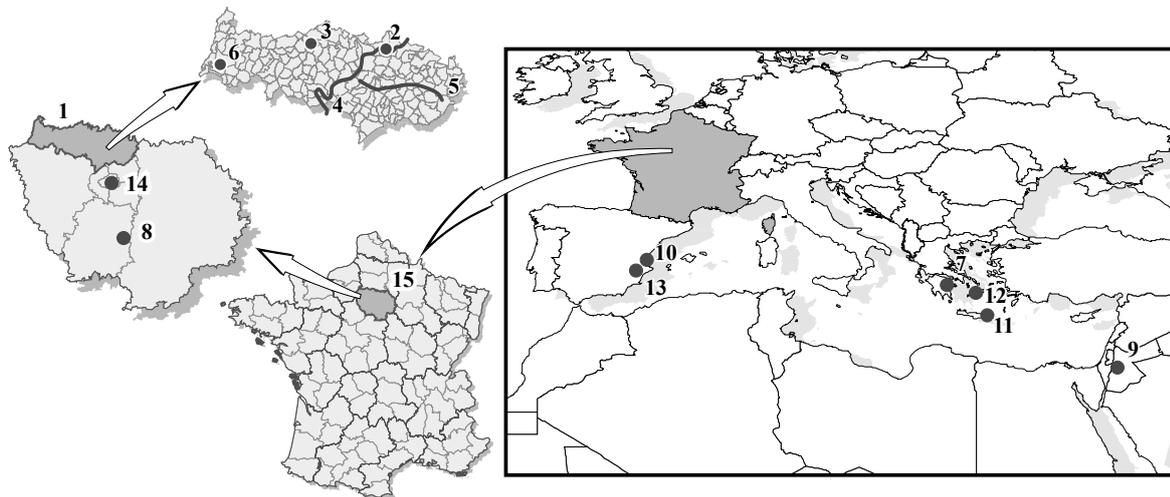


Fig. 22a : Cartographie des expérimentations. 1 - Le système d'information géographique départemental (SIGVO), 2 - Beaumont-sur-Oise (Val-d'Oise), 3 - La plaine alluviale de l'Oise (Val-d'Oise), 4 - La liaison Cergy-Roissy (Val-d'Oise), 5 - La Rd 915 à Marines (Val-d'Oise), 6 - «Le Bois de Villers» sur 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).

De l'expérience val-d'oisienne ...

La présentation d'un projet qui s'est développé sur plus de 20 ans avec une évolution des technologies, une grande diversité d'acteurs, des terrains et des échelles multiples est assez complexe. L'interpénétration des différents aspects techniques, scientifiques, politiques, organisationnels ou des stratégies individuelles en impose une lecture très nuancée.

C'est pourquoi nous avons distingué le projet perçu comme une globalité résultant d'une politique de service et inscrite dans un temps plutôt long ; de sous projets qui le composent et possèdent au sein d'une ligne générale une cohérence propre. Celle-ci s'appuie sur des objectifs scientifiques, des moyens, des productions et des équipes spécifiques qui lui donnent une certaine unité d'action.

Parmi les sous -projets, nous avons retenu cinq entités (trois d'entre-eux sont déjà mentionnés p. 38 - 51 : Beaumont-sur-Oise, Francilienne, Chaussy) :

- **Beaumont-sur-Oise** : la ré actualisation en 1997 du plan d'occupation des sols de la commune, densément occupée de l'antiquité jusqu'à l'époque contemporaine a été l'occasion de construire une base de données de gestion de l'information archéologique et historique.
- **Vallée de l'Oise** : l'étude des formations sédimentaires du lit mineur de la vallée de l'Oise engagée en 1996 a été l'occasion de développer une base de données géographiques permettant de confronter différentes sources de données : carte archéologique, données géomorphologiques... et d'aboutir à une vision dynamique du territoire.
- **Francilienne** : la construction de la liaison Cergy-Roissy à partir de 1998 a été

l'occasion de développer une base de données géographiques structurante pour le déroulement des opérations d'archéologie préventive.

- **Marines** : développé à l'occasion d'une étude préalable à la construction d'une déviation routière en 2000 ce projet illustre les potentiels de compilation et de prospective que permettent l'utilisation des bases de données géographiques.
- **Chaussy** : le projet lié à un site antique fossilisé dans un contexte de sous-bois a été l'occasion de tester durant une campagne de terrain menée durant l'été 2000 une approche microtopographique et de développer un modèle numérique de terrain permettant de proposer un nouvel état de connaissance de ce site.

...aux développements au sein des équipes de recherche de l'UMR 7041 ArScAn.

Ces projets font état de contextes d'application variés : de l'échelle du site (*Wadi-Kufrein*) aux très grands territoires (*Dynarif, Itanos*), des périodes les plus anciennes (*Etiolles, Pincevent*) aux périodes médiévales et modernes (*Alpage*), des sites monumentaux (*Délos*) aux structures en creux :

- **Argos (Grèce)** : ce projet né en 2003 d'une collaboration multi-institutionnelle entre l'Ecole Française d'Athènes, l'UMR 7041 ArScAn et le Conseil Général du Val-d'Oise a abordé la question de la gestion des données de fouille à l'échelle urbaine,
- **Etiolles (France, Essonne)** : ce projet réalisé avec l'équipe *ArScAn – Ethnologie préhistorique* s'intéressait à la question des potentiels et des dynamiques sédimentaires à l'échelle locale de l'environnement du site,
- **Wadi kufrein (Jordanie)** : ce projet réalisé avec l'Institut Français pour le Proche Orient (IFPO) à débuté à partir de 2006. Il est encore en cours de développement. Il aborde d'une part la question de l'analyse d'un petit établissement fortifié d'époque hellénistique et d'autre part la question de l'organisation d'un territoire durant la période grecque.
- **Délos (Grèce)** : ce projet mis en place à partir de 2007 est encore en cours de développement. Il traite de la question de l'organisation du sanctuaire et de son évolution dans le temps.
- **Malladeta, Villajoyosa (Espagne, Alicante)** : mené dans le cadre d'une fouille programmée financée par le Casa Vélasquez et le Ministère des Affaires Etrangères le programme Villajoyosa vise d'une part à l'analyse d'un sanctuaire d'époque Ibérique et d'autre part à l'analyse de la structuration du territoire de la commune de Villajoyosa
- **Itanos (Grèce)** : Ce projet débuté à partir de 2007 est encore en cours de développement

aborde la question des dynamiques de peuplement du territoire de l'antique cité grecque d'*Erimopoulos* (Itanos)

- ***Elche canteras (Espagne, Alicante)*** : Ce projet initié à partir de 2008 est encore en cours de développement. Il vise à la compréhension et à l'analyse des exploitations de la pierre dans la région d'*Elche* sur la longue durée,
- ***Alpage (France, Paris)*** : Ce programme ANR engagé en 2006 et dirigé par le Laboratoire de Médiévistique Occidentale Parisien (LAMOP) toujours en développement vise à la restitution et à l'analyse du tissu urbain ancien de *Paris*,
- ***Dynarif – RecIF (France, Ile-de-France)*** : Ce PCR engagé à partir de 2006 toujours en cours, vise à l'analyse du réseau routier en *Ile-de-France*.

Il n'existe pas de « *One Best Way* » dans le développement des systèmes d'informations mais plutôt des approches qui sont, la plupart du temps, pragmatiques et répondent à des contextes de développement spécifiques. Il n'en reste pas moins que ce mode de fonctionnement doit pouvoir être rationalisé afin que les développements qui sont réalisés puissent être cumulés d'un projet à l'autre. Les exemples choisis nous permettent de proposer une analyse des systèmes et de dégager des éléments pour construire les jalons méthodologiques nécessaires à des développements de qualité.

4.2.2 - Lecture des systèmes

La constitution d'un dictionnaire des métadonnées

Une des difficultés pour comprendre le fonctionnement des systèmes d'information géographique est due à la difficulté qu'il y a d'accéder aux données et à la structure des systèmes. Cette difficulté récurrente conduit souvent à des duplications de travaux existant.

Elle tient à des aspects techniques (formats), financiers (tarifs des bases de données) et législatifs (propriétés intellectuelles et diffusion des données de référence publiques), mais aussi et surtout à la méconnaissance de l'existant et à ses modalités d'accès.

Le développement d'un outil de catalogage des données accompagne une évolution à laquelle nous assistons : le passage de la circulation des représentations (la carte) ; à la circulation des informations à partir desquelles seront construites les cartes (les bases de données).

La normalisation européenne concernant l'information géographique a intégré l'importance de ce type de catalogue. Il en résulte une norme intitulée « l'information géographique – description des données – métadonnées ». Cette prénorme, ayant un statut provisoire, a été transcrite par l'AFNOR en une norme Française qui définit les informations nécessaires ou souhaitables décrivant les caractéristiques d'un lot de données géographiques. Elles comprennent une description du contenu, de la structure de l'information, de son étendue, du système de

localisation utilisé, de sa qualité, des modalités de sa constitution et des possibilités d'accès et d'utilisation de la donnée.

Nous avons repris cette norme conçue initialement pour des données géographiques pour l'adapter (et l'alléger) dans le cadre de nos différents projets de recherche archéologique (SIG Val-d'Oise, projet ANR Alpage, PCR Dynarif, projet Villajoyosa, projet Elche, projet Wadi Kufrein... etc.). Nous avons extrait des 150 champs initiaux, 48 champs d'information qui nous paraissaient nécessaires compte tenu de la spécificité des besoins en archéologie. Cet ensemble constitue le noyau pour la mise en place d'un catalogage général des données qui peut par la suite être développé plus spécifiquement en fonction des besoins particuliers liés à un type de donnée ou à un projet. On pourrait par exemple imaginer développer un modèle spécifique pour les fichiers intégrant une documentation de cartes anciennes géoréférencées et redressées, ou encore des champs descriptifs spécifiquement adaptés aux travaux liés à l'échelle du site archéologique. Pour l'instant, chaque ensemble cohérent de données est décrit selon une fiche normalisée qui distingue deux niveaux : l'un correspondant aux ensembles de données (lots) et l'autre correspondant aux couches de données (couches).

Cette description pourrait être accompagnée pour chacun des lots, d'un document complémentaire rendant compte de manière détaillée de la structure et de l'organisation des données nommé cahier des spécifications (CCTP). Ce document normalisé rend compte des aspects techniques du développement mais aussi du modèle conceptuel des données, du modèle physique des données, du schéma d'organisation, de l'état des développements, des modalités d'acquisitions détaillées, des éventuelles logiques d'administration et du modèle conceptuel des traitements. Un exemple de document est fourni en annexe pour le projet SIGVO (Annexe 2 - 4, p. 911), d'autres cahiers de spécifications complémentaires, traitant des autres projets sont disponibles sur le site de l'observatoire (<http://internetlolo.free.fr>).

On trouvera ci-dessous la liste et la définition des différents champs d'information composant une fiche de métadonnées générique.

Le développement de l'utilisation des logiciels SIG et des bases de données géographiques a permis de prendre conscience de la valeur patrimoniale et de la valeur d'usage des données numériques. Aussi leur catalogage constitue un enjeu stratégique qui doit être développé rapidement.

Fiche de métadonnées

Ce modèle a été constitué d'après la norme ISO 19115 profil français dont nous dégagons quelques champs essentiels à nos besoins. Chaque ensemble catalogué se rattache à un projet qui constitue l'unité de regroupement et de synthèse et est composé de couches de données. Un projet est entendu ici comme un ensemble d'actions constituées selon des objectifs précis, qui aboutissent à la production effective de un ou plusieurs lots de données cohérents.

Lot de données

Un « lot de données » correspond à un ensemble cohérent et structuré de couches d'informations. La cohérence de cet ensemble se définit par rapport à un thème spécifique, la notion de thème étant entendue comme une unité de catégorisation (exemple : voies de transport).

Un «lot de données» peut donc contenir une ou plusieurs couches d'informations construites dans des formats différents (vecteurs, rasters, modèles numériques, tabulaires...), provenant de différentes sources (cartes anciennes, photographies aériennes, intégration de données externes...) et intégrées selon des modalités qui peuvent être multiples (géo-référencement direct ou indirect, levés sur le terrain, interpolations...).

Par exemple, le référentiel à grande échelle de l'IGN est composé de plusieurs lots de données thématiques : l'occupation des sols, les réseaux routiers, les informations cadastrales... composés de couches de données : pour les réseaux routiers, une couche contenant les voies nationales, une couche contenant les voies départementales, une couche contenant les carrefours, une autre contenant les ouvrages d'arts...

On trouvera ci-dessous la liste des champs descriptifs de la fiche type de métadonnées classés par grands postes thématiques :

Lot de données

1. Identification du lot de données

Ces champs correspondent aux premiers éléments d'identification. Ils donnent une idée générale de l'ensemble du lot de données.

1.1. Titre du lot de données :

Nom explicite du lot de données, permettant son identification par les utilisateurs.

1.2. Version :

Numéro de version ou autre description de la version du lot de données.

1.3. Titre abrégé :

Le nom du lot de données peut être abrégé. Cette abréviation doit être unique au sein de l'organisation propriétaire.

2. Aperçu du lot de données

Ces champs correspondent à la description des éléments généraux qui structurent le lot de données.

2.1. Résumé :

Brève description du lot de données géographiques résumant le contenu du lot.

2.2. Nom du producteur :

Nom du propriétaire du lot de données.

2.3. Type de schéma spatial :

Un schéma spatial est un mode d'organisation de la donnée. Liste des schémas spatiaux retenus :

- Vecteur topologique,
- Réseau,
- Spaghetti,
- Image raster,
- Grille :
 - Matricielle à valeurs réelles,
 - Matricielle à valeurs codées.

2.4. Objectifs de la production :

Les objectifs pour lesquels le lot de données géographiques a été réalisé par le producteur.

2.5. Echelle d'application prévue :

Description de l'échelle d'application prévue pour le modèle du monde réel décrit par le lot de données géographiques (par exemple du 1/5000 au 1/25000).

2.5.1. Résolution pour les données raster et grille :

Taille du pixel de référence, en centimètres (dans l'unité du système de projection utilisé)

3. Qualité du lot de données

3.1. Généalogie

3.1.1. Réalisateur :

Nom de la personne, ou du prestataire, ayant réalisé la donnée.

3.1.2. Sources :

Organisme propriétaire de la source des données.

3.1.3. Mode d'acquisition

Liste des modes d'acquisition :

- Import de données vecteurs géoréférencées,
- Import et géoréférencement de données vecteurs,
- Levés terrestres GPS,
- Levés terrestres Théodolite,
- Levés terrestres manuels,
- Digitalisation d'un support géoréférencé,
- Digitalisation d'un support non géoréférencé,
- Photo-interprétation sur photoplan,
- Télédétection à partir d'une Image satellite,
- Scannérisation de fonds cartographiques géoréférencés,
- Scannérisation de fonds cartographiques non géoréférencés,
- Scannérisation d'images non géoréférencés,
- Photos aériennes ortho-rectifiées,
- Photos aériennes.

3.2. Date de mise à jour

Date à laquelle on considère que toutes les informations contenues dans le lot de données géographiques sont correctes (stabilisées, robustes, valables...).

4. Référence des métadonnées

4.1. Date de saisie

Date de création des métadonnées

4.2. Date de dernière mise à jour

Date à laquelle les métadonnées ont été mises à jour pour la dernière fois.

5. Système de référence spatial

5.1. Système de positionnement indirect :

5.1.1. Nom du système de positionnement indirect :

Système de positionnement indirect dans lequel sont données les références à une position. Par exemple, divisions administratives, adresses de rue.

5.1.2. Nom des classes de localisation :

Nom des classes de localisation utilisées dans le système de positionnement indirect. Par exemple, pays, régions, municipalités, parcelles cadastrales.

5.1.3. Date de référence :

Date à laquelle cette version du système de positionnement indirect renvoie (année du cadastre, année du fichier adresse...).

5.1.4. Administrateur du système de positionnement indirect :

Autorité ou groupe d'autorités responsable de la classe de localisation.

5.2. Système de positionnement direct :

5.2.5. Nom du système de coordonnées (WGS 84, UTM zone) ou du système de projection (Lambert I, Lambert II, Lambert III, Lambert 93, EGSA...)

6. Emprise

6.1. Emprise planaire

6.1.1. Limites surfaciques

6.2.1.1. Surface de délimitation actuelle

Délimitation actuelle de la surface couverte par le lot de données géographiques.

6.1.3. Limites rectangulaires

6.1.3.1. Quadrilatère de délimitation

Fourchette de coordonnées admises dans le lot de données géographiques (x min, x max ; y min, y max).

Couches de données

7. Définition des données

7.1. Description textuelle générale

Description de la couche de données en indiquant le sous-ensemble du lot de

données auquel correspond la couche. Décrire si Point, ligne simple, ligne, polygone, pixel...

7.1.2. Définition géométrique de l'objet

7.3. Dictionnaire de données

7.3.1. Nom de l'attribut

Dénomination claire de l'attribut (intitulé développé de chaque entête de champ).

7.3.2. Définition de l'attribut

Description de l'attribut ou référence à une définition de standard ou de norme existant. Correspond au dictionnaire de données.

121

8. Métadonnées administratives

8.1. Organisme

8.1.1. Adresse

8.1.4. Rôle de l'organisme

8.2. Contact

8.2.1. Nom du contact

8.2.1.1. Fonction du contact

8.2.1.2. Téléphone

8.2.1.4. Messagerie électronique

8.2.3. Rôle du contact

8.3. Diffusion

8.3.1. Restrictions d'utilisation

Contraintes, autres que le copyright, réglant l'accès au lot de données géographiques et son utilisation (règles d'administration ou conventions, accords de consortium...).

8.3.1.1. Copyright

Libellé du Copyright.

8.3.2. Propriété intellectuelle

Organisme (s) détenant la propriété intellectuelle sur le lot de données.

8.3.3. *Unité de diffusion*

Informations relatives au découpage géographique et/ou thématique du lot de données géographique; indique par exemple si le lot est divisé en tuiles carrées de X par X km ou s'il est diffusé par type d'objet, etc.

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**

SIG : objet technique..... p. 55

Open-source ou propriétaire ? p. 57

Le rapport au logiciel p. 57

SIG : environnement informatique p. 59

SIG : données géo référencées p. 60

SIG : méthode intégrée de gestion d'information spatiale..... 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 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] Atlas Adriatique	p. 378
[r45] Apamée.....	p. 381
5.4.2.8 - Université de Tours - UMR 6173 CITERES, Laboratoire Archéologie et Territoires (LAT)	p. 383
[r46] Totopi	p. 384
[r47] PACT	p. 387
[r48] Terroirs	p. 391
[r49] Tours	p. 394
[r50] Sancergues.....	p. 397
[r51] A2T.....	p. 400
5.4.2.9 - Université de Toulouse le Mirail, UMR 5136 – Framespa (France méridionale, Espagne).....	p. 403
[r52] Gascogne.....	p. 404
[r53] Narbonne.....	p. 406
5.4.2.10 - Ecole normale supérieure, UMR 8546 – Archéologie d'Orient et d'Occident	p. 409
[r54] Berry	p. 410
5.4.2.11 - Université Lumière Lyon 2 - UMR 5648 histoire et archéologie des mondes chrétiens et musulmans médiévaux	p. 413
[r54BIS] Tolède	p. 414
5.4.2.12 - Université de Paris VI Pierre et Marie Curie - UMR 7619 Sisyphe, Groupe de Géophysique appliquée	p. 417
[r55] Le Vieil Evreux.....	p. 418
5.4.2.13 - Université de Bourgogne - UMR 5594 ARTETHIS, Archéologie, Terre, Histoire et Sociétés.....	p. 421
[r56] Métal	p. 422
[r57] Dourasis.....	p. 425
[r58] Envix.....	p. 427
5.4.2.14 - Université de Caen, UMR 6577 (CRAHAM)	p. 429
[r59] Plaine de Caen	p. 430
5.4.2.15 - Université de Strasbourg.....	p. 433
[r60] Roussillon.....	p. 434
5.4.2.16 – Université de Franche Comté, Institut des Sciences et des Techniques de l'Antiquité (EA 4011).....	p. 439
[r61] BitterSIG.....	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] Delphes	p. 446
[r63] Thassos.....	p. 449
[r64] Atlas de Délos	p. 452
[r65] Korçë.....	p. 454
5.4.3.2 - Institut Français d'archéologie Orientale (IFAO)	p. 457
[r66] Kargha	p. 458
[r67] Sināï	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>	<i>p. 522</i>

<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 - <i>Atlas topographique au 1/2000^e des carrières d'Elche.....</i>	p. 1045
ANNEXE 6 - ALPAGE	p. 1093
6.1 - <i>Dossier ANR du programme Alpage.....</i>	p. 1095
ANNEXE 7 - RECIF	p. 1145
7.1 - <i>Atlas des patrimoines du Val-d'Oise.....</i>	p. 1147