

**Séminaire ISA des 27 – 28 septembre 2007 à Toulouse
Actualité de la recherche**

Programme :

Jeudi 27 septembre :

Bertrand Jouve, *administrateur de la MSHS-T* et Christine Thomas-Agnan, *responsable de l'axe MSS*, **La MSH de Toulouse et l'axe Modélisation Simulation Spatialisation**

Françoise Pirot, *responsable du CRN M2ISA*, **Le Centre de Ressources Numériques « Méthodologies pour la Modélisation de l'Information Spatiale Appliquée au Sciences de l'Homme et de la Société (M2ISA) », son portail et son géoportail**

Olivier Barge, C. Chataigner, A. Goux, E. Regagnon, *Maison de l'Orient Méditerranéen, Lyon*, **L'ASPRO : une application cartographique interactive sur le web (<http://www.mom.fr/Aspro/login.jsp>)**

Jean-Michel Carozza, *Univ. De Strasbourg*, Laurent Carozza et Albane Burens-Carozza, *UMR 5140 Lattes*, **Scenarii d'occupation de l'espace dans la moyenne vallée de l'Hérault à la fin du Néolithique : intégration des données archéologiques, économiques et environnementales**

Anne Le Flao, *Laboratoire Géode, UMR 5602 Toulouse*, **Construction d'une base de données pour une approche des dynamiques végétales pyrénéennes par la palynologie et l'archéologie**

Amaïa Legaz, Dominique Baud, *Laboratoire Edytem, UMR 5204, Chambéry* **Etude géo-historique des formes paysagères en Savoie depuis le 18^e siècle**

Carlotta Franceschelli, *Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand*, **Dynamiques paysagères dans la plaine de Faenza (Italie) : une approche méthodologique pluridisciplinaire**

Bleuenn Le Goffic *et al.*, *ANR Espace, société et modélisation mathématique, Toulouse-Nantes*, **Analyse des réseaux de sociabilité de la société paysanne médiévale en Quercy (13^e-15^e s.)**

Vendredi 28 septembre :

Eric Dellong, *Laboratoire Traces, UMR 5608 Toulouse*, **La cadastration antique abordée à travers la réalisation d'un Système d'Information Géographique : exemple du littoral narbonnais antique**

Jean-Michel Carozza et Thierry Odier, *Université de Strasbourg et SRA Languedoc-Roussillon*, **Retour sur un modèle archéologique prédictif de la plaine du Roussillon suite à la construction de la LGV : quelle validation opérationnelle ?**

Nicolas Rageul, Y. Bedard, J. Pouliot, M. Fortin, *Université de Laval, Canada*, **Expérimentation d'un Solap 3D appliqué à l'interprétation d'une fouille archéologique**

Nelly Pousthomis, *Traces, UMR 5608* et Philippe Sablayrolles, *Le Caousou, Toulouse*, **Du pierre à pierre au relevé en 3D appliqué aux enfeus du prieuré Saint-Jean de Jérusalem à Toulouse**

Olivier Barge, B.-N. Chagny, S. Sanz, *Maison de l'Orient méditerranéen, Lyon* **La micro-photographie aérienne pour l'archéologie : méthodes, usages et limites**

Ezéchiel Jean et Sandrine Lavaud, *Laboratoire Ausonius, Université de Bordeaux*, **TaBor (Topographie ancienne de Bordeaux). Réflexions pour la constitution d'un Système d'Information Géographique.**

Eric Dellong, *Ville de Narbonne*, **Le S.I.G. archéologique de la ville de Narbonne**

<http://isa.univ-tours.fr>

<http://w3.msh.univ-tlse2.fr/>

Participants :

Nom, prénom	Appartenance	E-mail
ALLEE Philippe	GEOLAB - UMR 6042	philippe.allee@univ.limoges.fr
BARCET Hugues	UMR 5602 GEODE Toulouse	barcet@univ-tlse2.fr
BARGE Olivier	MOM	olivier.barge@mom.fr
BAUD Dominique	EDYTEM	dominique.baud@univ-savoie.fr
CALASTRENC Carine	FRAMESPA - UMR 5136	carine.calastrenc@univ-tlse2.fr
CAROZZA Jean-Michel	Université L. Pasteur - Strasbourg	carozza@geographie.u-strasbourg.fr
CASANOVA Hervé	UMS 838 Toulouse	cazanova@univ-tlse2.fr
CASSAN Elodie	UTM -TRACES	elodie.cassan@gmail.com
CHAGNY Bernard-Noël	Indépendant - MOM	bernard-noel.chagny@orange.fr
CHAMBRADÉ Marie-Laure	Université Franche-Comté	marie-laure.chambrade@univ-fcomte.fr
CHAYANI Medhi	UTM	me-chayani@yahoo.fr
CONESA Marc	FRAMESPA - UMR 5136 Toulouse	conesa@univ-tlse2.fr
DOUSTEYSSIER Bertrand	CHEC-Clermont II	Bertrand.DOUSTEYSSIER@univ-bpclermont.fr
ESCANDE Florence	FRAMESPA - UMR 5136	escande@univ-tlse2.fr
FOSSAT	UTM CLEE-ERSS	fossat@univ-tlse2.fr
FRANCESCHELLI Carlotta	CHEC	cafrance@racine.ra.it
GAIFFE Olivier	SRA Midi-Pyrénées	olivier.gaiffe@culture.gouv.fr
GARNIER Kevin	UTM	kevin.garnier@yahoo.fr
GONDET Sebastien	MOM - UMR 5133	sebastien.gondet@laposte.net
GUILHOU Catherine	Conseil régional Midi-Pyrénées	catherine.guilhou@cr-mip.fr
HOFMANN Etienne	Service archéologique - Ville de Lyon	etienne.hofam@mairie-lyon.fr
JEAN-COURRET Ezéchiél	UMR 5607	ezechiel.jean@tele2.fr
JMEL Said	UMS 838	jmel@univ-tlse2.fr
LABIT Fanny	UTM - L2	isabelle.labit@wanadoo.fr
LANDRE Marion	MSH Besançon	mario.landre@msh.univ-fcomte.fr
LAVAUD Sandrine	Université de Bordeaux III	sandrine.lavaud@wanadoo.fr
LE COUEDIC Mélanie	LAT-CITERES	melanie.lecouedic@etu.univ-tours.fr
LE FLAO Anne	UMR 5602 GEODE Toulouse	anne.leflao@univ-tlse2.fr
LEGAZ Amaya	EDYTEM	amaya.legaz@univ-savoie.fr
LEGOFFIC Bleuenn	LINA	bleuenn.legoffic@wanadoo.fr
LEMONNIER Eva	UMR 8096	evalemonnier@hotmail.com
MINOTTI Mathilde	EHES	mathilde_minotti@hotmail.com
MOREAU Laure	Mairie de Toulouse - Service des archives	laure.boree-moreau@mairietoulouse.fr
PARGNY Dominique	URCA Reims	dominique.pargny@univ-reims.fr
PECH Julien	CERAC	jpech@wanadoo.fr
PIROT Françoise	CNR M2ISA - UMR 8564 - CNRS	pirot@msh-paris.fr
PLOQUIN Alain	PCR Montl Lozère	ploquin.alain@orange.fr
PONS Fabrice	INRAP - G50	fabrice.pons@inrap.fr
POUSTHOMIS Nelly	UTM - UMR 5608 Traces Toulouse	nelly.pousthomis@univ-tlse2.fr
POUSTHOMIS Bertrand	HADES Toulouse	hades.pousthomis@wanadoo.fr
RAGEUL Nicolas	Université de Laval - Québec	nicolas-rageul@yahoo.fr
RENDU Christine	FRAMESPA - UMR 5136 - Toulouse	christine.rendu@univ-tlse2.fr
RIGOT Jean-Baptiste	CITERES-LAT	jb.rigot@univ-tours.fr
RODIER Xavier	UMR 6173 - LAT-CITERES	xavier.rodier@univ-tours.fr
ROQUES Patrick	Conseil régional Midi-Pyrénées	patrick.roques@cr-mip.fr
ROUAUD Romain	GEOLAB	romain.rouaud@free.fr
ROUGIER Isabelle	HADES - Toulouse	isabellerougier@gmail.com
SABLAYROLLES Philippe	Le Caousou Toulouse	ph.sablavrolles@free.fr
SOULIER Philippe	UMR 7041	philippe.soulier@mae.u-paris10.fr
THOMAS Christine	Université de Toulouse 1	thomas@cict.fr
VANACKER Céline	UMR 5608 TRACES Toulouse	celinevanacker81@ad.com
ZADORA-RIO Elisabeth	UMR 6173 - LAT-CITERES	elisabeth.zadora-rio@univ-tours.fr

<http://isa.univ-tours.fr>

<http://w3.msh.univ-tlse2.fr/>

Le Centre de Ressources Numériques « Méthodologies pour la Modélisation de l'Information Spatiale Appliquée aux Sciences de l'Homme et de la Société (M2ISA) », son portail et son géoportail, résumé de la présentation, par Françoise PIROT

Le Centre de Ressources Numériques « Méthodologies pour la Modélisation de l'Information Spatiale Appliquée aux sciences de l'homme et de la société » M²ISA est une infrastructure de données spatiales (IDS ou SDI en anglais) dédiée à la communauté des Sciences de l'Homme et de la Société. Dans le cadre de cette infrastructure dont l'adresse URL est www.m2isa.fr, les données spatiales sont accessibles soit à partir du Portail M2ISA soit à partir du GeoPortail GeoM2ISA. Le Portail permet l'accès à des liens vers d'autres sites web des autres organismes ou institutions, à des ressources notamment des outils, des données spatiales et/ou thématiques, de la documentation ainsi qu'au GeoPortail. Les données géospatiales accessibles à partir du Portail M2ISA sont sous forme de fichiers numériques dont le contenu est dans des formats d'échange conformes aux normes considérées comme des outils d'interopérabilité. Les métadonnées des données géospatiales sont conformes à la norme géographique internationale ISO 19115 / TC211.

Le géoportail permet d'accéder à des services cartographiques dotés de certaines fonctionnalités. Parmi ces fonctionnalités, on peut citer la consultation, l'interrogation, l'extraction et l'analyse spatiale. Les utilisateurs en Sciences de l'Homme et de la Société qu'ils soient chercheurs, ingénieurs ou techniciens sont aussi bien des fournisseurs, des producteurs que des consommateurs en tant que clients, d'une part de données géospatiales d'autre part de services cartographiques à partir desquels les données géospatiales sont aussi accessibles.

<http://isa.univ-tours.fr>

<http://w3.msh.univ-tlse2.fr/>

L'ASPRO : une application cartographique interactive sur le web, par Olivier Barge, Christian Chataigner, Alexandre Goux, Emmanuelle Regagnon, Maison de l'Orient Méditerranéen, Lyon.

L'Atlas des Sites du Proche-Orient (ASPRO) se présente comme un répertoire analytique de près de 2 000 sites occupés entre 14 000 et 5 700 BP (environ 14 000 - 4 500 av. J.-C.) sur un territoire qui s'étend du Sinaï au Turkménistan et de l'Anatolie au golfe Arabo-Persique.

Publié en 1994 sous une forme papier aujourd'hui épuisée, ce corpus a récemment été mis en ligne grâce à une interface cartographique interactive. Visualisation à différentes échelles, identification et recherche des sites, requêtes attributaires et spatiales font partie des fonctionnalités de l'application, consultable à l'adresse suivante : <http://www.mom.fr/Aspro/login.jsp>

Historique du projet

L'ASPRO est né d'une idée simple : mettre à la disposition du plus grand nombre l'immense documentation disponible sur la préhistoire récente du Proche-Orient (14000-4500 avant J.-C.), période qui correspond au passage progressif des communautés de chasseurs-cueilleurs de la fin du Paléolithique aux sociétés d'agriculteurs-éleveurs du Néolithique, et s'arrête à l'aube du développement de la métallurgie.

En effet, les archéologues, qui étudient la Préhistoire du Proche-Orient, doivent analyser des données provenant de plusieurs milliers de sites répartis de la mer Noire à l'Iran, ces sites appartenant à des cultures qui s'étagent sur près de dix millénaires. Le corpus est donc vaste. Les informations étaient dispersées, dans des publications parfois difficilement accessibles (documents écrits dans les langues locales, rapports restés confidentiels...), cloisonnées par les divisions politiques et l'appartenance des chercheurs à différentes "Ecoles".

La première base, qui a été élaborée dans les années 80 par un groupe d'archéologues et de géographes lyonnais (appartenant à la Maison de l'Orient et de la Méditerranée: Olivier Aurenche, Jacques et Marie-Claire Cauvin, Loren Copeland, Francis Hours, Pierre Lombard, Paul Sanlaville), fut dénommée Atlas des Sites du Proche-Orient ou ASPRO, l'analogie avec le médicament du même nom, l'ASpirine du Rhône, semblant évidente pour ses auteurs...

L'existence de l'ASPRO a connu deux phases :

- une réalisation textuelle, publiée en 1994, qui comprenait un recueil de fiches, et un atlas papier rassemblant des cartes thématiques et des cartes par période,
- et plus récemment la publication d'une interface cartographique sur le web. Elle est le fruit d'un travail d'équipe : Christine Chataigner qui a géré la base de données et la coordination, Emmanuelle Régagnon qui a effectué la saisie, Alexandre Goux, de la société ESRI France qui a réalisé le développement, et Olivier Barge qui était chargé de la constitution des couches SIG et de la définition de la charte cartographique.

Principes de l'inventaire

Les concepteurs de la base ont voulu, dès le départ, prendre en compte l'ensemble des sites existants, qu'il s'agisse de "grands sites", aux longues séquences stratigraphiques ayant fait l'objet de publications exhaustives, ou de "petits sites", identifiés lors de prospections par un matériel restreint, mais apportant des informations intéressantes sur l'extension spatiale des cultures concernées. Ils ont fait preuve de vision à long terme, avec l'idée de réaliser un jour un inventaire informatique. Dès l'origine, les fiches descriptives ont été saisies dans le logiciel « texto », ce qui a permis de développer l'interface actuelle.

Tous les sites furent traités selon 3 entrées : l'espace, le temps, la signature culturelle.

L'espace

Les sites archéologiques furent repérés par leur localisation précise, lorsqu'elle est connue, sur une carte au 1:200 000. Ils sont aussi identifiés par leur appartenance à différentes zones, dont des zones bio-géographiques définies par Paul Sanlaville à partir du relief, des conditions climatiques et de la couverture végétale.

Les données temporelles

- Le découpage en périodes de la séquence chronologique étudiée était indispensable pour mettre en parallèle, époque par époque, le développement culturel de toutes les régions du Proche-Orient.
- Le schéma comparatif obtenu est constitué de 10 périodes (de 0 à 9), fondées à la fois sur la chronologie relative (périodes culturelles communément admises, puis extension de proche en proche) et sur la chronologie absolue (près d'un millier de datations au Carbone 14).
- Une base de données des datations radiocarbone a été constituée; elle inclut des commentaires sur la fiabilité des résultats, car ceux-ci montrent souvent des incohérences, surtout les plus anciens.

Les données culturelles

La description de chaque site comprend :

- un "chapeau commun", concernant sa localisation géographique, les différentes graphies de son nom, l'historique des travaux de terrains (fouilles, prospections...) et la bibliographie (en abrégé) qui renvoie à une table contenant la bibliographie complète.
- des fiches distinctes correspondant aux différentes phases culturelles présentes sur le site (1 phase culturelle recouvre 1 ou plusieurs niveaux d'occupation) ; pour chacune de ces phases sont précisés : la chronologie (relative et absolue), les vestiges architecturaux, les pratiques funéraires, le mobilier, les restes végétaux et animaux, ainsi qu'un commentaire permettant éventuellement aux auteurs de l'ASPRO de donner leur opinion sur certaines données litigieuses.

Principes de l'interface cartographique

Les fonctions de l'interface ont été dessinées à partir des principes suivants :

- cartographie des sites sur un fond de carte visualisable à différentes échelles,
- identification des sites et affichage des informations associées,
- recherche par périodes,
- recherches attributaires,
- affichage de cartes thématiques,
- requêtes par intersection spatiale.

Architecture informatique

Technologie :

ARC IMS/KOGIS

Données :

- Base de données ACCESS (tables principales : sites, périodes, C14)
- Couches vecteur : Shapefiles (sites, réseau hydrographique simplifié, domaines biogéographiques, pluviométrie, altitude)
- Images : MNT (SRTM) exprimé par tranches d'altitudes et estompé, exporté en format TIFF

Scenarii d'occupation de l'espace dans la moyenne vallée de l'Hérault à la fin du Néolithique : intégration des données archéologiques, économiques et environnementales, résumé par Jean-Michel Carozza, Univ. De Strasbourg, Laurent Carozza et Albane Burens-Carozza, UMR 5140 Lattes.

Dans la moyenne vallée de l'Hérault, le maillage territorial des sites du Néolithique final/Chalcolithique est bien connu, suite aux nombreuses prospections autour du district minier de Cabrières, à la reconnaissance et aux fouilles d'enceintes et aux travaux d'archéologie préventive réalisés dans les années 1995-2005. La fouille récente du site de Puech-Haut (Carozza et al. 2005) a permis d'acquérir des données inédites sur l'économie et sur les relations avec les sites secondaires de la rive droite de l'Hérault. Elle permet notamment de documenter les transformations économiques de la transition Néolithique-Age du Bronze et d'essayer d'en percevoir les traductions en terme d'occupation de l'espace entre 3300 et 2400 av. J-C.

Dans un premier temps, un scénario éco-démographique est construit, à partir des données de fouilles et des études paléo-environnementales. L'estimation de la population est basée sur l'identification du nombre d'habitations. Le modèle économique, déduit des données carpologiques, anthracologiques et archéozoologiques met notamment l'accent sur l'évolution du poids relatif de l'élevage, des activités de prédation et des activités agricoles d'une part et sur la transformation du cheptel d'autre part, dominé par les porcins dans un premier temps et évoluant vers un pôle ovin-caprins.

Dans un deuxième temps, ce modèle est spatialisé en utilisant comme support une cartographie des morpho-paysages. Les données environnementales sont assez mal contraintes dans le secteur, notamment les évolutions géomorphologiques de la vallée de l'Hérault. Pour l'environnement immédiat du site, les tendances mises en évidence dans les vallons proches du site montrent une première rupture au cours du Néolithique moyen puis une relative stabilité jusqu'à l'Antiquité, marquée par un fort colluvionnement. Nous avons analysé l'environnement du site afin de dégager des ensembles morpho-paysagers qui ont probablement connu des histoires géomorphologiques homogènes. Pour cela nous avons utilisé des indices synthétiques de préférence à des approches analytiques classiques (pente, exposition) : TWI (Beven et Kirkby, 1979) et TPI (Weiss et al., 2001).

Pour chacune des trois phases d'occupation, il est ensuite possible de produire des analyses synchroniques en se basant sur des hypothèses d'extensification maximale et/ou d'intensification. Puis, une analyse diachronique est proposée pour l'ensemble de la période 3300-2400 av. J.-C., montrant une réorganisation des territoires et des changements d'occupation possibles de l'espace et la progression d'un front de peuplement.

Références bibliographiques

Beven, KJ; Kirkby, MJ, 1979, A Physically Based, Variable Contributing Area Model of Basin Hydrology, *Hydrological Sciences Bulletin* Vol. 24, No. 1, p 43-69.

Carozza et al. 2005 : Carozza Laurent, Georjon Cathy et Vignaud Alain (dir.), *La fin du néolithique et les débuts de la métallurgie en Languedoc central : les habitats de la colline du Puech-Haut à Paulhan, Hérault*, Toulouse, Archives d'Écologie Préhistorique, 666 p.

Weiss, A., 2001. Topographic Position and Landforms Analysis. Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA.

Construction d'une base de données pour une approche des dynamiques végétales pyrénéennes par la palynologie et l'archéologie, par Anne Le Flao¹ et contributeurs à PALEOPYR : Galop D.¹, Jalut G.² et Belet J.-M.³

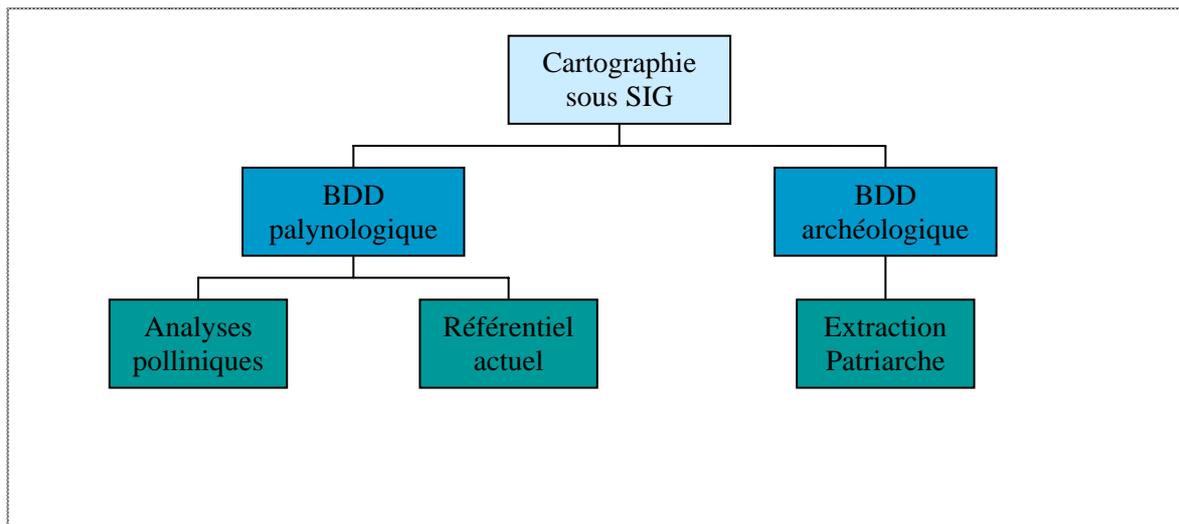
¹ Laboratoire GEODE, UMR CNRS 5602, Toulouse

² Laboratoire de Dynamique de la Biodiversité, UMR 5172, Toulouse

³ Laboratoire d'Ecologie Terrestre, UMR 5552, Toulouse

Introduction

- Projet mixte: inscrit dans une **recherche doctorale** et dans le cadre plus vaste de l'ACR « Rythmes et causalités des dynamiques de l'anthropisation en milieu montagnard. L'exemple de la construction des territoires pyrénéens de la fin du mésolithique à l'aube de notre ère. » (Dir. D. Galop et L. Carozza).
- Analyse des **dynamiques spatio-temporelles** de la végétation des Pyrénées françaises à partir des données palynologiques et archéologiques.
- Constitution d'une **base de données** pour centraliser et remobiliser les données et d'un **Système d'Information Géographique** pour produire des cartes supports d'analyses.



Contexte scientifique

- **Production importante de données** sur les tourbières pyrénéennes depuis plus de 30 ans.
- Une longue lignée de travaux sur l'**histoire de l'environnement** des Pyrénées.
- Un contexte plus général qui encourage la création de BDD et **d'outils pluri-disciplinaires**.

Double problématique

- Répondre à la nécessité de rassemblement et de **conservation des données**.
- Donner des **perspectives complémentaires** et nouvelles à la recherche sur l'histoire de l'environnement.

Tout en respectant certains impératifs:

- ▶ restituer au mieux des **données hétérogènes**, discontinues et parfois fragmentaires.
- ▶ conjuguer la **longue durée** des phénomènes observés à une échelle d'observation moyenne.

Objectifs

- Affiner l'identification et la compréhension des étapes de la construction de la forêt après la dernière glaciation, puis des phases de modification du couvert végétal à partir du Néolithique.
 - Où étaient les refuges glaciaires des espèces tempérées?
 - Quels sont les rythmes et les routes migratoires des espèces?
- Produire une cartographie des paléo-végétations pyrénéennes.
- Tenter de résoudre la question de l'emprise spatiale de la donnée palynologique et de sa signification.
- Créer un outil pour confronter les données palynologiques et les données archéologiques.

Aire d'étude

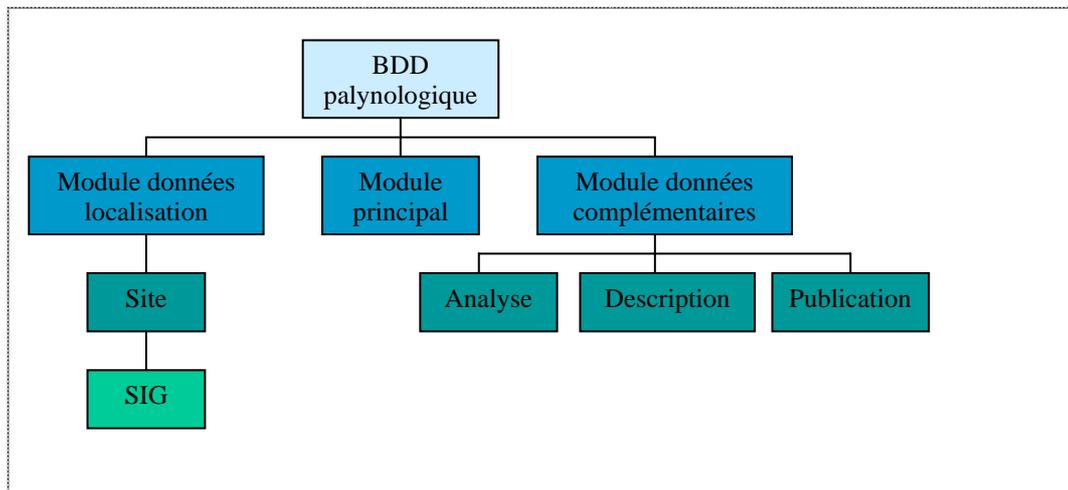
- Le versant nord des Pyrénées
 - Pour une compréhension de l'histoire de la végétation du massif, à moyenne échelle, et de l'Europe, à petite échelle.
 - Pour être au cœur des mouvements migratoires des espèces de la forêt tempérée à partir de leur zones de refuge glaciaire.
 - Pour observer la diffusion de la néolithisation le long de la chaîne pyrénéenne, du bassin méditerranéen vers l'Océan Atlantique.

Méthodologie

- **1er axe:** Constitution de la BDD (palynologique et archéologique)
 - Les tourbières pyrénéennes comme archives des végétations passées.**
 - Sur la trace des pratiques agro-(sylvo)-pastorales néolithiques en Pyrénées.**
- **2ème axe:** Constitution d'un référentiel pollinique actuel comme clé d'interprétation de la représentativité des fréquences polliniques fossiles.
- **3ème axe:** Superposition des données archéologiques et paléoenvironnementales sous SIG et détermination de la construction des paysages agro-pastoraux.

Les outils

BDD palynologique : Les données « brutes » de la feuille de comptage.



- BDD archéologique
 - Des indices de présence des populations humaines.
 - Choisir les informations pertinentes: implantation du site, type de site, période d'occupation...
 - Etablir si besoin une échelle de confiance aux données (mode d'estimation chronologique par exemple).
 - Cartographie traditionnelle de répartition des sites sous la forme d'une « carte à pois ».

Conclusion

- Une donnée palynologique calibrée, interpolée, spatialisée.
- Une donnée archéologique triée, interrogée, comparée.
- Une avancée méthodologique pour la discipline palynologique.
- Une série d'outils adaptés.

Etude géo-historique des formes paysagères en Savoie depuis le 18^e siècle
par **Amaïa Legaz** et **Dominique Baud**, *Laboratoire Edytem, UMR 5204, Chambéry*

Cette étude met en œuvre une combinaison d'outils historiques et géographiques afin d'appréhender les interactions entre les dynamiques socio-économiques et environnementales. Son but premier est de formaliser une méthodologie d'utilisation de la documentation ancienne dans la gestion durable du territoire nord-alpin.

La source principale de notre travail est le cadastre sarde dont les plans et matrices ont été réalisés entre 1728 et 1738 dans le Duché de Savoie (royaume de Piémont-Sardaigne), complétée par les cadastres postérieurs : le cadastre français (1862-1945 ; équivalent, dans sa forme, au cadastre napoléonien des autres régions françaises) et le cadastre actuel.

La cadastration de l'administration sarde a donné lieu à la réalisation d'un plan par commune, appelé *mappe*, à l'échelle 1/2400. Excepté l'indication des conffronts communaux et la numérotation continue des parcelles, les *mappes* sont muettes. La *mappe* s'accompagne de plusieurs registres fonciers et fiscaux : livres préparatoires tels que le livre des numéros suivis de l'estimateur, le livre des numéros suivis du géomètre, la *tablelle en minute* et les *cottets des griefs*, puis une *tablelle définitive* et les livres communaux censés permettre le suivi des mutations foncières.

Les informations dégagées sur l'évolution de l'occupation du sol, associées à l'examen des conditions de permanences ou de changements contribueront à l'élaboration de projets d'aménagements et de gestion des environnements actuels.

L'utilisation actuelle la plus évidente des sources cadastrales anciennes est la cartographie des données qu'elles contiennent, apportant par exemple des informations sur l'extension de domaines ecclésiastiques dont les archives ont disparu. Une autre méthode utilisée consiste à mettre en correspondance plusieurs cadastres successifs lorsque ceux-ci sont disponibles. Cette méthode a été appliquée pour l'étude de l'évolution juridique et paysagère de la « petite montagne » du Collet (Lanslevillard, Savoie) à partir de l'observation et de la comparaison des formes parcellaires de ces cadastres. En Haute-Maurienne, sur l'alpage de l'Erèllaz, les différentes formes d'exploitation développées au cours des siècles posent la question de l'évolution de l'organisation des pâturages que l'on peut observer sur les plans cadastraux, entre espaces privés et espaces communs.

La troisième méthode proposée est l'intégration des données issues des cadastres anciens à un système d'informations géographiques. Cette méthode semble particulièrement adaptée pour travailler sur les dynamiques paysagères en Savoie, et notamment pour étudier les changements d'occupation du sol. En effet, la possibilité de croiser des données issues de 3 générations de cadastres nous ouvre les portes d'une reconstitution paysagère et nous permet de répondre à des questions que la seule observation des documents limite.

L'intérêt de cet outil est de pouvoir passer de l'observation des documents à la mesure des informations qu'ils contiennent. Les données cadastrales ont ainsi dû être sélectionnées, comprises voire réinterprétées afin d'être intégrées dans un SIG pour pouvoir être traitées de manière statistiques et spatiales.

Notre objectif est d'obtenir, à partir de requêtes simples, des cartes d'occupation du sol (fig. 1) des trois époques différentes (18^e siècle, fin 19^e siècle et aujourd'hui). A partir de cette base nous pourrons quantifier l'évolution en effectuant des calculs de surface pour chaque type d'occupation du sol (fig. 2). Nous verrons ainsi comment le paysage de plusieurs territoires de la montagne alpine a évolué, comment les formes se sont modulées.

Ces cartes et les résultats obtenus nous donneront des pistes pour étudier la variation de l'étagement dans des espaces où les logiques de versants sont très fortes. Nous souhaitons également pousser la réflexion en intégrant un modèle numérique de terrain afin de croiser l'altitude avec les informations liées aux cultures et à la forêt. Cette démarche servirait à quantifier les écarts entre la partie cultivée, la forêt et les pâturages et à mesurer leur progression depuis le 18^e.

Ces objectifs ont conditionné l'élaboration de la table attributaire dans le choix des champs. Ils reprennent en partie les rubriques du registre des numéros suivis de l'estimateur, plus complet et détaillé que la *tablelle définitive* :

- le numéro de parcelle

- le nom du ou des propriétaires : le nom d'un propriétaire peut être écrit de manières différentes dans le registre comme s'il ne s'agissait pas de la même personne. Un travail sur l'emprise de la propriété foncière est alors exclu si les regroupements sous le même nom ne sont pas effectués.
- la nature de l'usage du sol a soulevé un questionnement sur le sens exact des termes du 18^e, aujourd'hui disparus (exemple du mot « teppe »).
- nomenclature générale : typologie des « usages du sol » indépendante des rubriques des registres du cadastre sarde. D'un maniement plus facile, elle permet des requêtes plus pertinentes et des comparaisons entre les cadastres successifs. Elle est cependant très réductrice. En effet, pour le village de Sardières (fig. 3), la rubrique « usage du sol » ne contient pas moins de 49 valeurs différentes alors que la typologie contient 8 classes : terre arable, forêt, pré, pâturage, culture maraîchère, bâti, terrain non agricole et autre.
- la topographie
- le nom du mas, c'est-à-dire du hameau,
- le degré de bonté dont le calcul a été fait en fonction du rendement du sol mais aussi de considérations plus subjectives comme la facilité de culture, l'éloignement par rapport à la maison, etc...
- le statut du propriétaire par rapport au paiement de la taille.
- la nature de la redevance, c'est-à-dire en fait ce qui pourrait être produit sur cette parcelle.

La problématique choisie de l'usage du sol est la plus large et la plus ouverte à d'autres problématiques, contrairement à des considérations de valeur ou de pression anthropique. Elle oblige à se dégager des préoccupations de la source (qui est la valeur fiscale de la terre) et permet de faire des interrogations plus fines. Les données tant historiques que géographiques croisées dans des SIG permettront de réaliser des cartes dynamiques. Elles seront la base de la réflexion pour une reconstitution évolutive de la ressource patrimoniale qu'est le paysage. Dans cette perspective, des comparaisons dans le temps (avec le cadastre français) et dans l'espace (avec d'autres communes disposant des mêmes sources) seront établies.

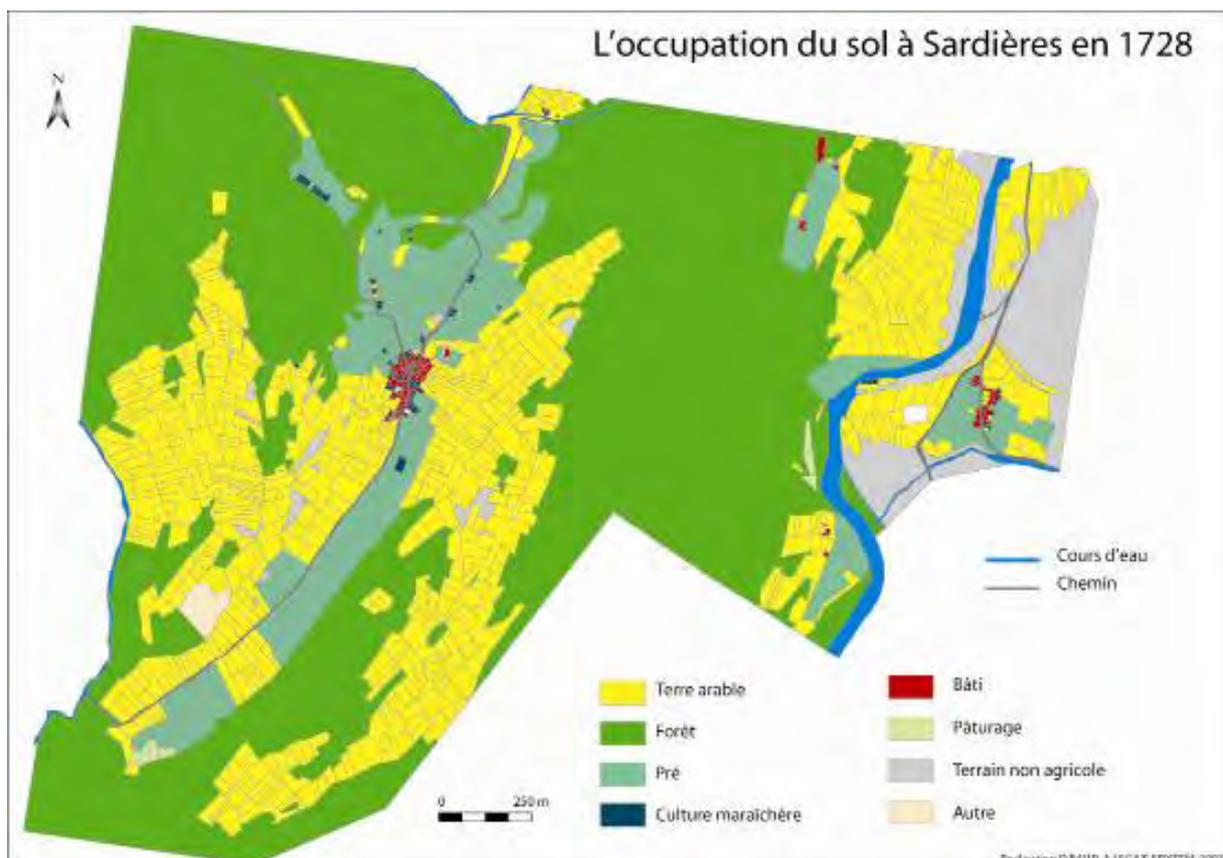


Fig. 1

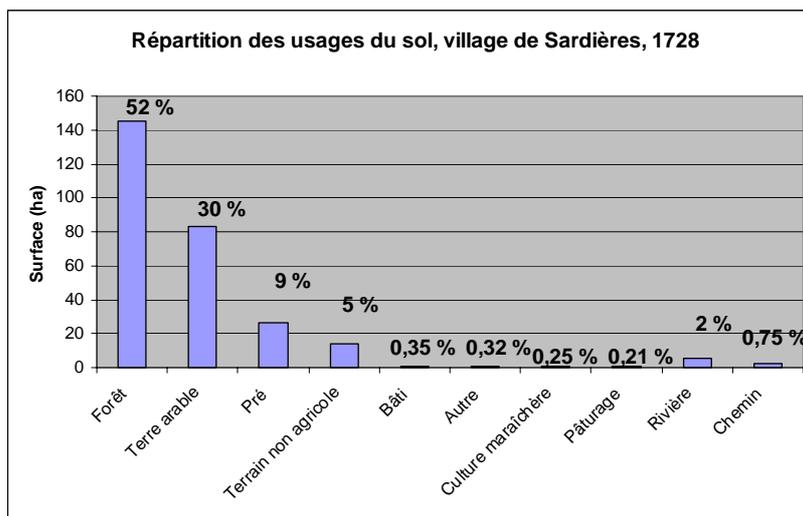


Fig. 2



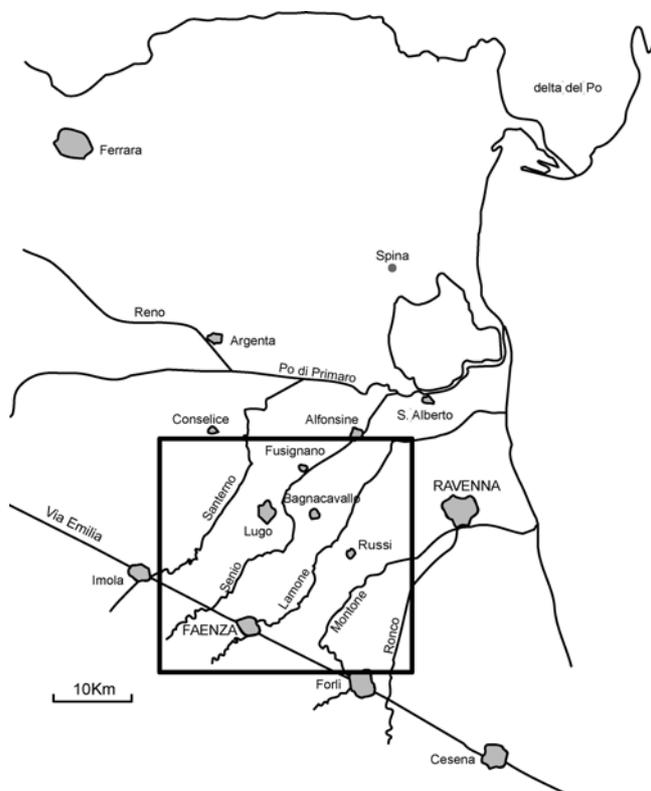
Fig. 3

Dynamiques paysagères dans la plaine de Faenza (Italie) : une approche méthodologique pluridisciplinaire, par Carlotta Franceschelli¹, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand

1. Géomorphologie et taphonomie

La zone d'étude se situe, lato sensu, dans la plaine du Pô. Il faut du reste considérer que, à l'époque romaine, une des branches les plus importantes du fleuve, le Pô Spineticum ou Eridanum, coulait environ 30 km au nord de la zone d'étude et surtout que, à une date indéterminée entre le Ve et les VIIIe s. après. J.-C., un nouveau bras du Pô, encore plus méridional, se forma le long de l'axe actuellement utilisé par le fleuve Reno (à partir du XVIIIe siècle, à la suite d'une intervention artificielle).

Fig. 1 - La zone d'étude



Il s'agit d'une plaine alluviale qui, du point de vue géomorphologique, présente deux domaines principaux, avec une partie méridionale, de haute plaine, assez stable (entre 40 et 18 m au-dessus du niveau de la mer), et une partie septentrionale, de basse plaine (entre 18 et 2 m au-dessus du niveau de la mer). Une marque distinctive de la basse plaine est représentée par une accumulation sédimentaire importante (de plusieurs mètres), à la suite d'une dynamique fluviale très poussée. Cette plaine est traversée par les bourrelets de berge des cours d'eau actuels, aussi bien que par ceux qu'on peut appeler « paléo-bourrelets », bâtis par des fleuves désormais éteints. Ces « paléo-bourrelets » actuellement constituent des véritables « hauts » plus ou moins marqués dans l'uniformité de la plaine, qui nous renseignent sur l'ancien réseau hydrographique. Evidemment cette situation environnementale particulière a des conséquences importantes du point de vue de la taphonomie des gisements archéologiques qui, pour la grande majorité, ont été scellés par des crues importantes et maintenant se trouvent à une profondeur considérable. Par conséquent, pour une grande partie de la plaine considérée les traces de l'ancien peuplement sont forcément sporadiques. Pour l'époque romaine, par exemple, la profondeur des découvertes

archéologiques, dans la basse plaine, est comprise entre 5 et 10 mètres, selon les différentes zones.

¹ CHEC, Centre d'Histoire "Espaces et Cultures", MSH, Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand, 4 rue Ledru, 63057 Clermont-Ferrand, cedex 1; cafrances@racine.ra.it

2. Peuplement et aménagements territoriaux

En règle générale, on peut dire que, à l'époque romaine, la plaine se présentait sous forme d'une campagne centuriée, avec un minimum de deux établissements ruraux par chaque centurie. Le réseau centurié (carrés de 20 *actus* de côté, grosso modo correspondants à 710m) faisait partie du bloc unitaire communément connu comme « grande centuriation romagnola », à orientation grosso modo uniforme, de 28° NE, entre les cours des fleuves Idice et Ronco. Sur la base d'un passage de Tite Live, on fixe le *terminus post quem* de cette intervention à 173 av. J.-C., quand les Romains réalisèrent une colonisation *viritim* du terroir conquis au Boiens (191 av. J.-C.), sans fonder des 2 véritables colonies, mais en s'appuyant sur des centres à origine «spontanée », parfois déjà existants, comme c'est probablement le cas de *Faventia*/Faenza.

Dans ce terroir le réseau centurié est aujourd'hui encore très bien lisible, dans la haute plaine aussi bien que dans la basse plaine; pour cette raison cette zone a été souvent prise comme modèle pour l'étude de la centuriation romaine. L'intérêt pour ce territoire remonte à la fin du XIXe siècle, avec les travaux de Legnazzi et de Lombardini (LEGNAZZI 1885-1886; LOMBARDINI 1870) ; dans des époques plus récentes, on peut rappeler l'étude sur cette centuriation conduit par Gérard Chouquer dans les années quatre-vingt du siècle dernier (CHOUQUER 1981).

Du point de vue méthodologique, toutes ces études ont privilégié une lecture «archéo-morphologique» du terroir, essentiellement fondée sur la carto et la photo-interprétation. Il en est ressorti une image assez statique de cette plaine qui, apparemment, n'est presque pas changée entre l'époque romaine et nos jours.. Pourtant, l'énorme épaisseur des sédiments post-romains nous dit que quelque chose d'important s'est effectivement passé entre ces deux périodes².

3. La « prospection du premier sous-sol » et les marqueurs isochrones

Avec une équipe de géomorphologues de l'Université de Bologne, on a reconsidéré les aspects géomorphologiques de la zone d'étude. Pour faire cela, on a avant tout créé *ex novo* une carte à courbes de niveau très détaillée, avec une équidistance de 50 cm, afin de percevoir les dénivelés modestes, voire infimes qui caractérisent la plaine. Sur la base de cette micro-morphologie, on a réalisé une nouvelle carte géomorphologique de la plaine entre les villes de Lugo et Faenza, où on a représenté les principales morphologies d'origine fluviale : les bourrelets des fleuves actuellement actifs et surtout les nombreux bourrelets des cours d'eau désormais éteints (« paléo-bourrelets »), qui émergent dans la plaine.

Pour toutes ces paléo-morphologies on est arrivé à proposer une chronologie de formation, au moins comme « terminus ante-quem/terminus post-quem » (FRANCESCHELLI, MARABINI 2007). La recherche de points de repère chronologiques fiables a été conduite avant tout grâce à un réexamen de la documentation archéologique, dans la bibliographie aussi bien que sur le terrain, là où les conditions taphonomiques le rendaient possible.

De plus, nous avons conduit une activité sur le terrain que nous avons appelée « subsurface survey » (= « prospection du premier sous-sol »), dans toute la zone d'étude. Elle a consisté en la réalisation de plus de 200 sondages, soit mécaniques (carottages), soit manuels, avec une tarière à rotation hollandaise, du type utilisé en pédologie. Les profondeurs atteintes sont comprises entre 2 et 12 m. Autant que possible, les sondages ont été uniformément distribués dans tout le territoire, en privilégiant évidemment les secteurs qui posaient des problèmes d'interprétation. L'objectif était d'éclaircir l'évolution morphosédimentaire de cette plaine dans les derniers millénaires.

Cette activité de prospection nous a permis de reconnaître et de suivre, sur presque toute l'extension de la zone d'étude, des paléosols très évolués, caractérisés par une pédogenèse pluriséculaire. Ils représentent des phases de stabilité dans l'évolution de la plaine, parmi différentes périodes d'activité fluviale. Ces couches se trouvent presque affleurantes ou à une profondeur très modeste dans la haute plaine et tendent à s'enfoncer au fur et à mesure que l'on procède vers la basse plaine septentrionale.

Leur corrélation a été proposée sur la base de leurs caractéristiques physiques et, surtout, de leur chronologie absolue, qui a été obtenue grâce à l'archéologie et à des dates au carbone 14 sur charbons de bois et sur bois.

Sur la base des ces marqueurs isochrones et de tout l'ensemble de la documentation archéologique, nous avons réalisé 7 coupes géo-archéologiques, qui traversent toute la zone d'étude avec un maillage assez dense. Dans ces coupes nous avons représenté les grandes unités chrono-stratigraphiques qui correspondent aux phases principales de l'évolution de la plaine, à partir du Néolithique jusqu'à nos jours.

Evidemment, au cours de la recherche, on a aussi repéré des informations relatives à des phénomènes plus locaux. Par exemple, tout autour de l'actuelle ville de Lugo, on a une couche qui a été datée, au carbone 14, de 540-610 après J.-C. et qui témoigne la présence de prés humides voire de marais. On est justement dans la période de détérioration climatique communément connue comme «Petit Age Glaciaire du Haut Moyen Age» (450-750 ap. J.-C.), avec le célèbre «déluge» de Paolo Diacono (589 ap. J.-C.), qui intéressait plusieurs régions italiennes. Cette couche, qui a une épaisseur moyenne d'environ 80 cm, nous renseigne donc sur une période assez prolongée de déprise du contrôle anthropique sur les campagnes, avec un probable abandon des aménagements territoriaux.

² Une rapide mention des centuriations de l'Emilie-Romagne est faite par G. Chouquer dans CHOUQUER 2000, pp. 103-104, où l'auteur exprime une conception plus dynamique de la morphologie de cette plaine, par rapport à son écrit de 1981.

4. Interactions société - milieu entre l'époque romaine et le Moyen Age

Principalement sur la base de la « prospection du premier sous-sol », nous avons réalisé trois cartes paléo-hydrographiques dans lesquelles nous avons indiqué le tracé hypothétique des principaux cours d'eau et l'étendue approximative des zones humides, pour trois périodes : l'époque romaine, le Haut Moyen Age et le Moyen Age (à partir du XIe-XIIe siècle). Pour les périodes du Haut Moyen Age et du Moyen Age, nous nous sommes aussi appuyés sur les documents d'archives. L'image qui en ressort est celle d'une forte variabilité du réseau hydrographique principal dans les deux derniers millénaires.

A la lumière de ce cadre paléo-hydrographique, il faut considérer les traces de la centuriation dans ce territoire d'une façon plus problématique de ce qui a été fait dans le passé. En particulier, si l'on considère qu'entre le niveau romain (0-80 av. J.-C.) et le niveau de marais/prairies humides daté des VIe-VIIe s. ap. J.-C. il y a plus de 4m de sédiments, il est difficile d'affirmer que le quadrillage presque parfait qu'on reconnaît aujourd'hui autour de la ville de Lugo est exactement celui qui a été tracé à l'époque romaine.

Il faut plutôt rechercher les raisons de cette pérennisation dans une approche diachronique, qui considère ce qui s'est passé entre l'époque romaine et aujourd'hui. On pense en particulier aux siècles autour de l'an Mil, quand ces campagnes étaient pour la plupart comprises entre les propriétés de quelques monastères bénédictins de Ravenne. Si on lit attentivement les documents d'archive relatifs à ces siècles, on peut y retrouver plusieurs indices d'intervention de bonification et de « reconquête » de ce terroir, encouragées par les moines. En pratique, on pense que, au Haut Moyen Age, dans la zone de Lugo, les axes de la centuriation ont été abandonnés pendant une période assez prolongée ; ils sont pourtant restés actifs dans les zones les plus hautes et stables tout autour. Vers l'an Mil, lorsqu'une réoccupation agricole de ce terroir est attestée, ces axes pérennisés ont probablement exercé une action de morphogenèse sur le nouveau parcellaire, qui en aurait respecté/repris exactement le dessin et l'orientation.

Bibliographie

CHOUQUER 1981 = G. CHOUQUER, Les centuriations de la Romagne orientale. Etude morphologique, in «MEFRA» 93/2, 1981, pp. 823-868.

CHOUQUER 2000 = G. CHOUQUER, *L'étude des paysages. Essais sur leurs formes et leur histoire*, Errance, Paris, 2000, 184 pp.

FANCESCHELLI, MARABINI 2007 = C. FRANCESCHELLI, S. MARABINI, *Lettura di un territorio sepolto. La pianura lughese in età romana*, Ante Quem, Bologna, 2007, 224 pp.

LEGNAZZI 1885-1886 = E.N. LEGNAZZI, *Del catasto romano e di alcuni strumenti antichi di Geodesia*, Verona-Padova 1885-1886, pp. 199-203.

LOMBARDINI 1870 = E. LOMBARDINI, *Studi idrogeologici e storici sopra il grande estuario adriatico*, in "Memorie Istituto Lombardo Scienze e Lettere, Classe Scienze matematiche e naturali", 11, Milano 1870.

Analyse des réseaux de sociabilité de la société paysanne médiévale

R.Boulet * - F.Hautefeuille * - B.Jouve * - P.Kuntz ** - B.Le Goffic ** - F.Picarougne** - N.Villa ******

* Institut de Mathématiques de Toulouse - Université Toulouse II - 5, allée A. Machado - 31058 Toulouse Cedex 1 - France

** Equipe CONnaissances & Decision - Laboratoire d'Informatique de Nantes Atlantique - Site Polytech' Nantes - La Chantrerie - BP 60601 - 44306 Nantes cedex - France

*** FRance Meridionale et ESPAgne FRAMESPA - Université Toulouse II - 5 allée A.Machado - 31058 Toulouse Cedex 1 – France

**** Institut Mathématiques de Toulouse - Université Toulouse III - 118 route de Narbonne - 31062 Toulouse cedex 9 - France

Nous présenterons seulement dans ces quelques pages les résultats obtenus pour la base de données étudiée. Une mise en perspective par rapport à des travaux similaires ainsi que des bibliographies peuvent être trouvées sur les sites :

* Romain Boulet et Bertrand Jouve, Partitionnement d'un réseau de sociabilité à fort coefficient de clustering, <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00109009>

* Nathalie Villa, Romain Boulet et Bertrand Jouve, Batch kernel SOM and related Laplacien methods for social analysis network, NeuroComputing (à paraître)

* Pascale Kuntz et al, Sur l'analyse des réseaux de sociabilité de la société paysanne médiévale, conférence MASH (mai 2007), http://conferences.enst-bretagne.fr/data/mashs2007/Papier/Boulet_Kuntz-et-al_final.pdf

* Florent Hautefeuille, Structures de l'habitat rural et territoires paroissiaux en Bas-Quercy et haut Toulousain du VIIe au XIVe s., Thèse de doctorat Nouveau Régime, Université de Toulouse II-Le Mirail, 1998.

Depuis March Bloch et Georges Duby, l'histoire des sociétés rurales médiévales a constitué un des supports majeurs de la recherche sur cette période. Pourtant le biais de la documentation induit très souvent une déformation de la perception de cette période : le regard est porté à travers le prisme des classes dominantes que sont la noblesse et l'Eglise. De fait, le monde paysan qui constitue pourtant plus de 90 % de la population n'a laissé comparativement que très peu de traces écrites directes. Ainsi il est souvent difficile de tenter d'écrire une histoire des sociétés paysannes du Moyen-Age qui ne soit pas seulement l'histoire d'un monde anonyme toujours situé par rapport à un maître quel que fût ce dernier, seigneur laïc, Eglise ou état royal en formation.

Pour tenter une autre approche de ces sociétés, le périmètre géographique d'étude a été ramené à quelques milliers d'hectares. Cette zone est abondamment documentée (Hautefeuille 1998). Cette documentation met en évidence les phénomènes relationnels entre les différentes strates de la société rurale médiévale. Ces informations portent sur quatre siècles, du XIII^{ème} au XVII^{ème}, et sont souvent données sous forme d'actes notariés correspondant majoritairement à des contrats agraires et plus marginalement à des testaments, des contrats de mariage, etc. Ces données relationnelles permettent de reconstituer des réseaux de sociabilités. Les individus impliqués peuvent être des tenanciers, des notaires qui encadrent les transactions, des seigneurs auxquels les tenanciers sont attachés, ou des tenanciers dont la parcelle de terrain est voisine de celle vendue.

Pour les historiens, les questions associées à l'analyse de ces réseaux portent à la fois sur l'organisation de l'espace paysan (quelle est l'étendue de l'exploitation agricole d'une petite famille ou d'une grande lignée? L'espace paysan est-il intimement lié à l'espace seigneurial? etc), sur la structuration de la sociabilité paysanne (comment se nouent les alliances? comment est l'évolution d'un groupe familial dans son assise foncière? etc), et sur la place des paysans dans la société médiévale (Y a-t-il des ascensions sociales et quels en sont les moteurs? Comment les différentes familles se positionnent par rapport au marché de la terre?). Cependant, avant de pouvoir répondre à ces questions spécifiques, il convient de caractériser les spécificités des réseaux relationnels de l'étude.

Pour cela trois disciplines sont réunies : l'histoire et l'archéologie, les mathématiques et l'informatique. Florent Hautefeuille, représentant de la première discipline, travaille sur les manuscrits pour traiter les différentes informations qu'ils offrent, comme par exemple construire l'arbre généalogique de familles importantes sur toute la durée de l'étude. Les mathématiques représentées par Bertrand Jouve, Romain Boulet et Nathalie Villa, et l'informatique, représentée par Pascale Kuntz, Fabien Picarouge et Bleuenn Le Goffic, ont décidé de représenter ces données sous forme de graphes et de les traiter avec différents outils de chaque discipline.

Nous analysons ces réseaux à l'aide d'outils de visualisation et nous montrons à la fois les changements structurels liés à des événements tels que les guerres et des analogies entre les graphes associés à ces réseaux et les graphes "petit monde".

1 Des manuscrits aux graphes

Le corpus de données comprend 8000 actes notariés retranscrits au XVIII^{ème} siècle. Ces actes sont datés à partir de 1230 jusqu'à 1765. Ils proviennent en majorité des registres des seigneurs de la région de l'étude (une dizaine de communes situées au coeur du Bas-Quercy à la limite entre le Tarn -et-Garonne autour de l'ancien chef-lieu de la châtellerie de Castelnau-Monratier) conservés aux archives de Cahors.

Un acte est certifié par un ou plusieurs notaires et il concerne un ou des seigneurs. Un acte contient une ou plusieurs transactions. Une transaction peut être par exemple une vente de parcelle, une reconnaissance féodale, une investiture, etc. Elle peut mettre cinq individus en relation :

- * le ou les notaires,
- * le ou les tenanciers
- * le ou les seigneurs,
- * le ou les tenanciers confronts,
- * le ou les seigneurs des tenanciers confronts.

Chaque individu est identifié par son prénom et son nom de famille, mais il peut être également identifié comme parent de quelqu'un d'autre. Une transaction porte sur une ou plusieurs parcelles qui sont de différentes natures : bois, chambre, château, escalier, four, etc. La parcelle peut appartenir à un lieu dit et être située dans un village ou une paroisse. Ainsi une multitude d'informations autres que le nom des individus peuvent, comme elles sont récurrentes, être utilisées pour la caractérisation de ces réseaux. Dans la première partie de la phase exploratoire, nous cherchons à caractériser les relations entre individus, les autres informations ne sont pas exploitées.

Pour pouvoir traiter ces données, nous avons créé une interface Web de saisie complexe qui permet d'entrer l'ensemble des informations présentes dans les actes. La saisie est fastidieuse mais elle permet une première étape de désambiguïsation des données grâce à la précision des champs de saisie. La saisie est en cours (1500 actes)

mais l'analyse des données est possible tout en sachant qu'elle est exploratoire et non définitive du fait de la saisie en cours.

On cherche à définir la structure du réseau de sociabilité des paysans. Un réseau peut être défini comme un graphe. Un graphe est un ensemble de sommets qui sont liés par des arêtes. Un sommet représente un individu, une arête entre deux sommets représente la relation (à définir) entre ces deux individus. Les objectifs sont :

- * définir qui sont les individus que l'on souhaite étudier,
- * définir les relations pertinentes qui expriment que les personnes représentées se connaissent,
- * construire les graphes et les visualiser à l'aide de logiciels de visualisation,
- * étudier la structure.

2 Visualisation de graphes

Une première étude consiste à étudier un fait qui pourrait être à l'origine d'un changement de la structure du réseau de sociabilité : la guerre de Cent Ans (1337 - 1453). Les individus que l'on a choisi de représenter sont les paysans qui interviennent dans les transactions notariales dans cette période. Quatre types de relations ont été choisis pour constituer ce réseau de sociabilité :

- * deux tenanciers de la même transaction sont reliés par une arête verte,
- * deux tenanciers ayant un même seigneur sous une durée de 30 ans (15 ans avant la date de la transaction, 15 ans après) sont reliés par une arête rouge,
- * un tenancier et un tenancier confront de la même transaction sont reliés par une arête bleue,
- * deux tenanciers confronts de la même transaction sont reliés par une arête jaune.

Pour distinguer un changement, nous étudions la période qui précède le fait historique (50 ans avant) et celle qui succède (50 ans après).

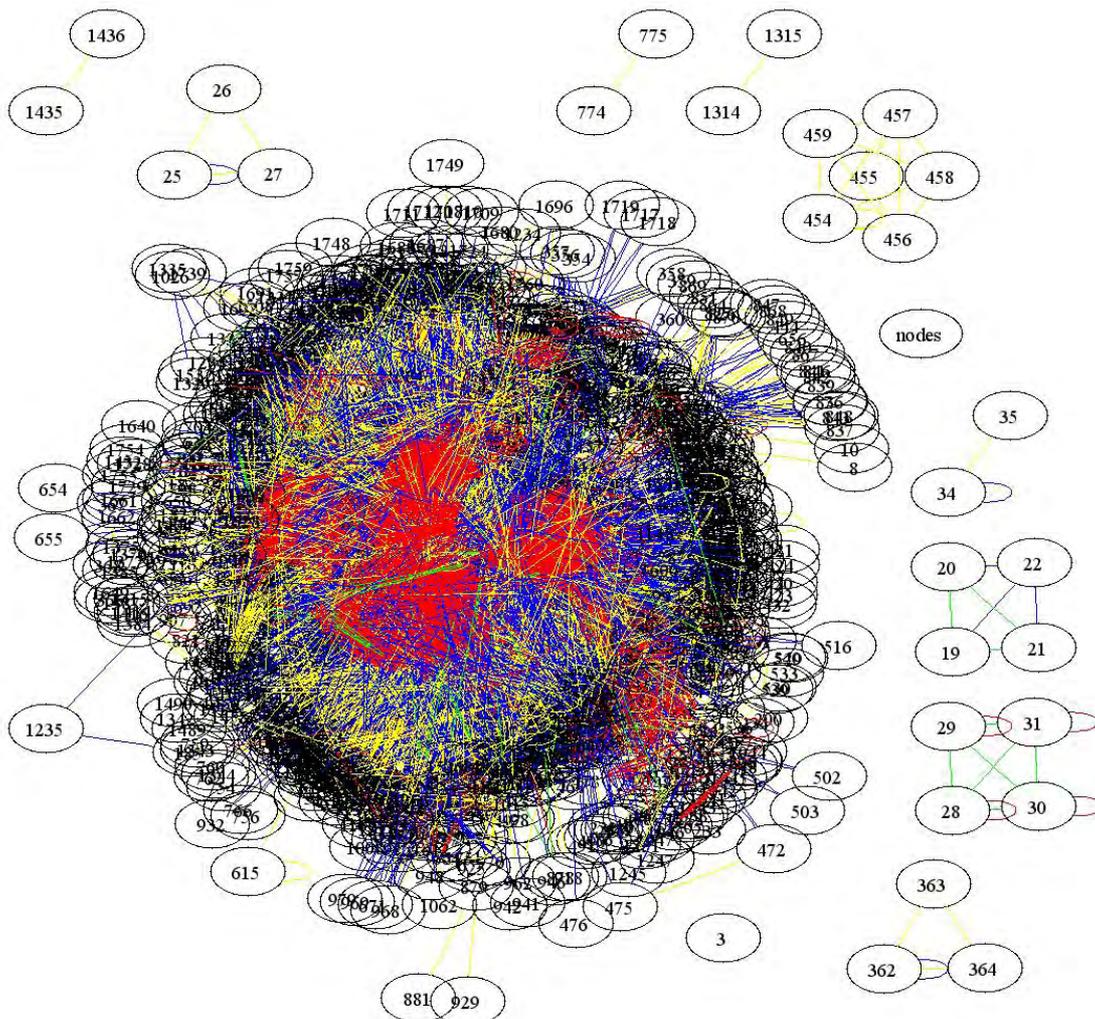


Figure 1 – Graphe des transactions notariales de 1287 à 1337

On visualise les graphes avec le logiciel Graphviz. Le graphe de la figure 1 nous montre les groupes sous l'influence de quatre grands seigneurs (les clusters rouges) et le peu de vente (les arêtes vertes). L'important est de faire la comparaison avec la période suivante.

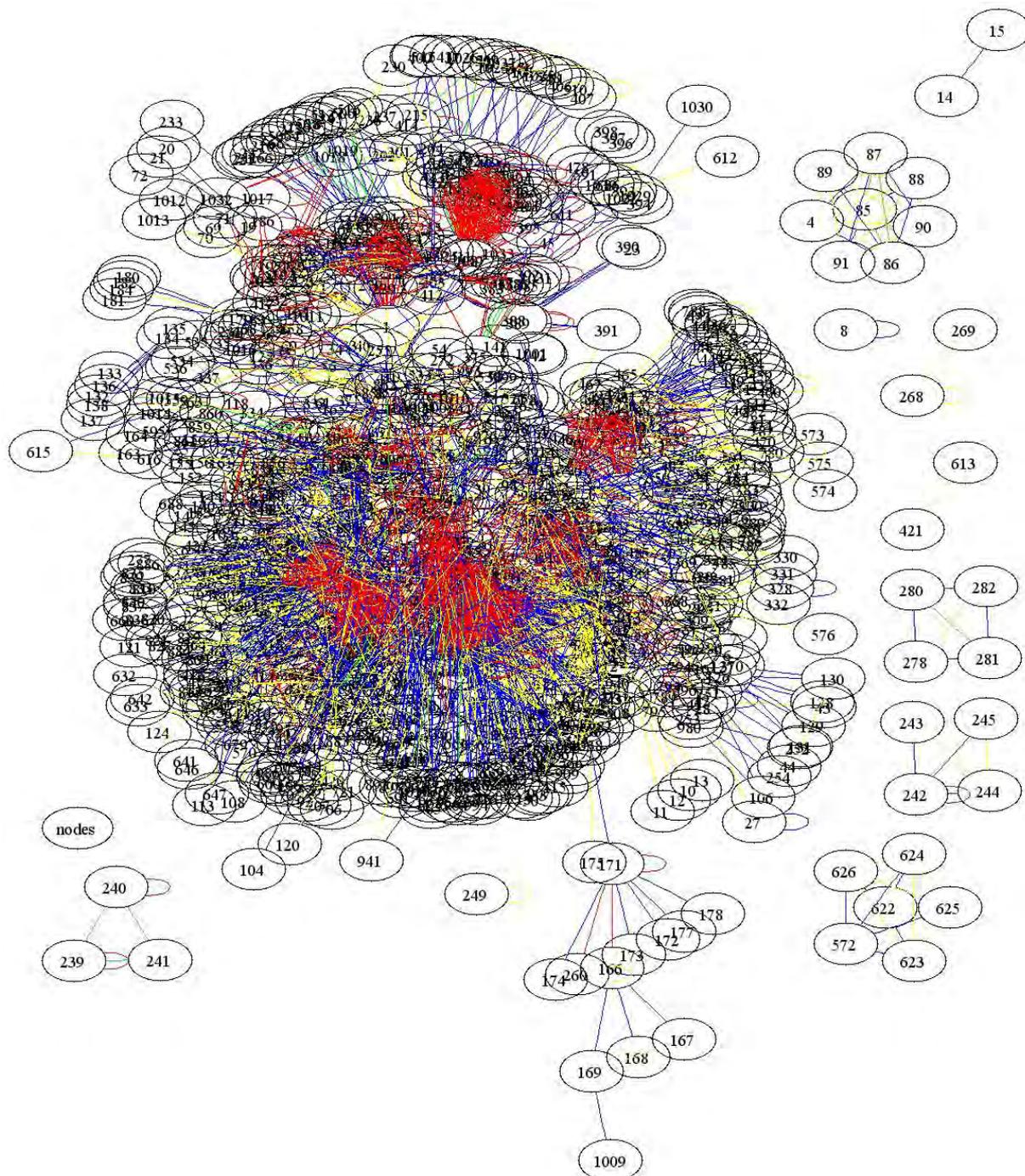


Figure 2 – Graphe des transactions notariales de 1337 à 1453

Le graphe de la figure 2 représente les mêmes relations que celles définies auparavant mais durant la guerre de Cent Ans. Comparé au graphe de la période précédente, deux remarques sont à faire :

- * une baisse sensible des transactions notariales
- * une séparation entre deux époques distinctes : avant 1380 (Hélène Castelnau) et après 1405 (Jean Roquefeuil).

Avec une étude plus précise du graphe on remarque que certaines familles importantes n'apparaissent pas dans la deuxième partie du graphe.

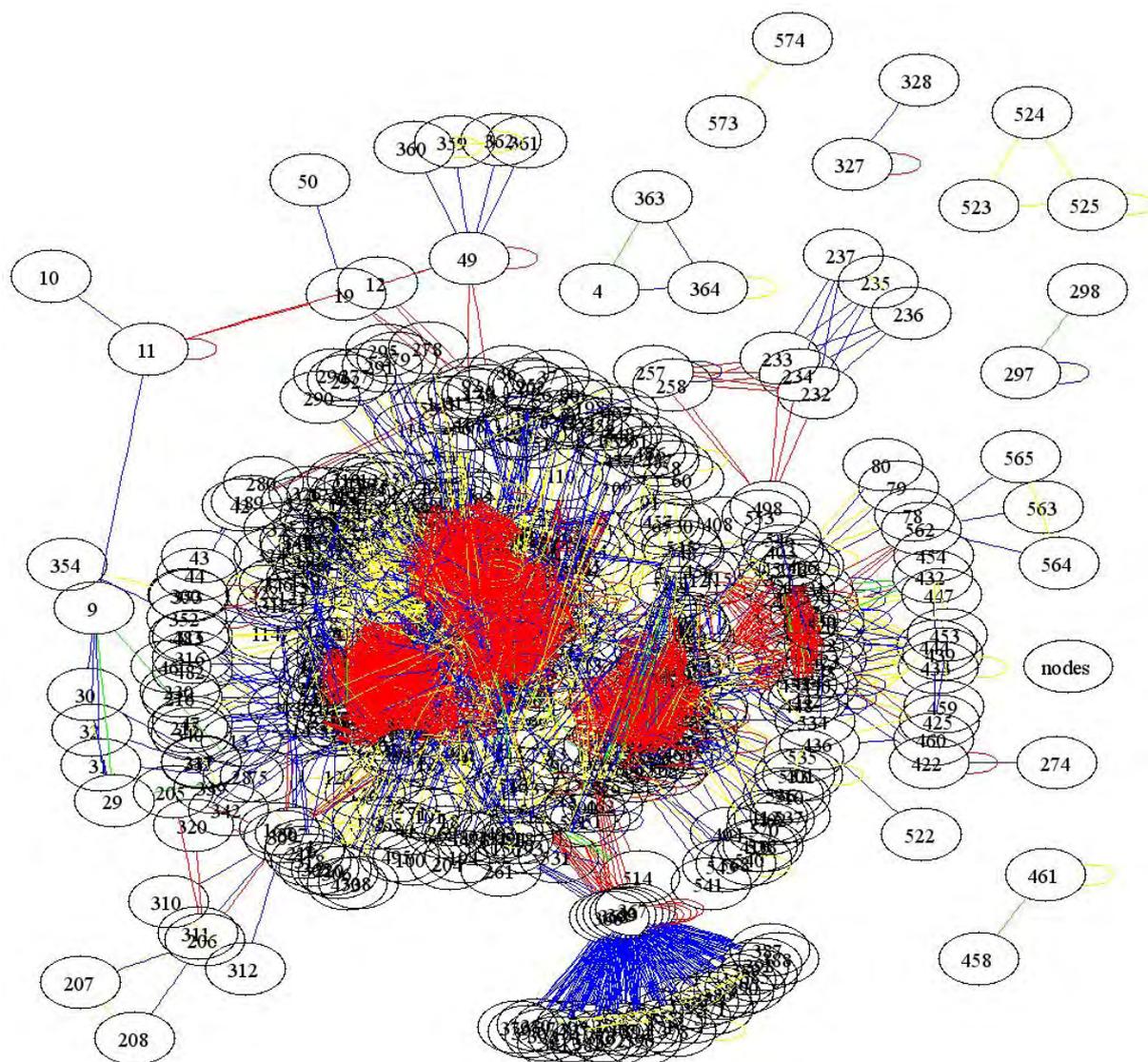


Figure 3 – Graphe des transactions notariales de 1453 à 1503

Le graphe de la figure 3 représente les mêmes relations que celles définies auparavant mais sur la période 1453-1503. L'intérêt est de le comparer avec celui qui précède le fait historique. Cela confirme l'hypothèse que ce fait a influencé la structure du réseau de sociabilité. Il n'y a plus autant de seigneurs et des familles nouvelles sont apparues.

Cet exemple illustre la démarche exploratoire de cette analyse. Il montre aussi la nécessité du travail en amont sur la définition des relations entre les individus de cette structure. En effet, il s'agit d'affiner ces relations pour vraiment traduire un réseau de connaissances.

Pour compléter cette méthode, une autre analyse s'effectue à partir des propriétés mathématiques d'un réseau de sociabilité.

3 Analyse de la structure du réseau de sociabilité

Lors de l'étude de ces réseaux de sociabilité basés sur les transactions, on a remarqué la présence de l'effet petit monde. L'effet petit monde d'un graphe est caractérisé par une faible distance entre deux sommets quelconques (un nombre minimum d'arêtes pour rejoindre deux sommets) et une forte connectivité locale (définition d'ensembles de sommets qui sont très liés). Nous sommes également en présence d'un club huppé : les sommets possédant le plus grand nombre de liens sont étroitement liés : cela permet d'identifier des individus qui sont au centre des relations du graphe.

La recherche de communautés parfaites est la première méthode utilisée pour mettre en évidence ces propriétés. Une communauté parfaite d'individus signifie qu'ils se connaissent tous à l'intérieur de cette communauté et qu'ils connaissent les mêmes personnes du réseau à l'extérieur de ce groupe. On cherche également à extraire un club huppé dans ces réseaux et les personnes ayant une forte influence relationnelle, celles qui font le lien entre les communautés parfaites et le club huppé.

Les individus représentés sont les tenanciers. Les relations définissent que deux individus sont reliés :

- * s'ils font partie d'une même transaction,
- * s'ils ont le même seigneur sur une période de 15 ans (15 avant la date de l'acte, 15 après).

On choisit de caractériser la structure du réseau de sociabilité sur la période allant de 1260 à 1340.

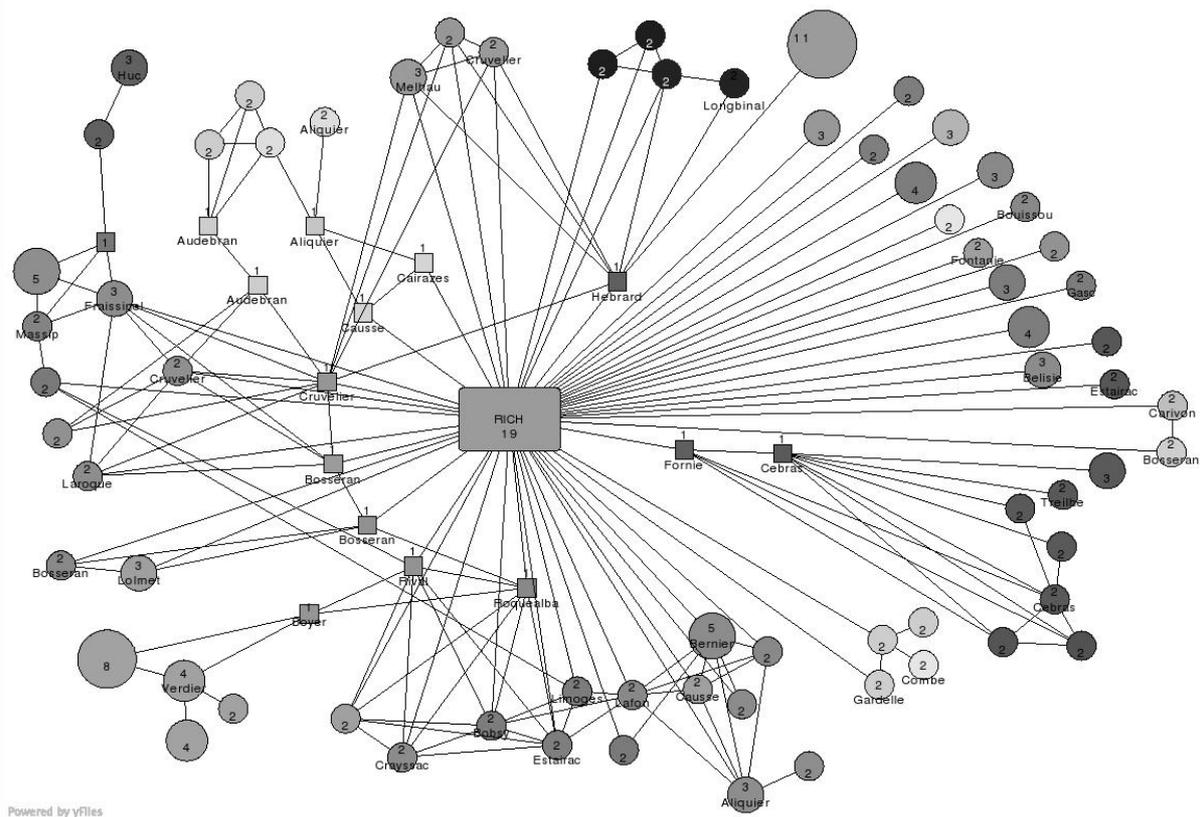


Figure 4 – Graphe des communautés parfaites (cercle), les personnes à forte influence (carré) et le club huppé (rectangle)

Le premier graphe figure 4, représente les communautés parfaites qui comprennent jusqu'à 35% des individus, on est alors amené à penser que ce modèle en étoile autour du club huppé (19 personnes) peut caractériser le réseau. Deux remarques sont à faire : la plupart des communautés parfaites contiennent un seul nom de famille et les communautés parfaites ayant le même nom de famille sont souvent reliées.

Le graphe figure 5 répond à une hypothèse faite sur l'importance de la spatiation des individus dans leurs relations de connaissance. En effet on remarque que les communautés parfaites issues de la même paroisse sont souvent liées et que les personnes à haute influence sont souvent de la même paroisse que la communauté qu'elles relient au club huppé.

Deux hypothèses sont donc faites sur l'importance de la famille et de la situation géographique des individus dans la structuration du réseau de sociabilité. Notons que dans ces deux graphes la position des communautés sur le dessin n'a rien à voir avec leur position géographique réelle.

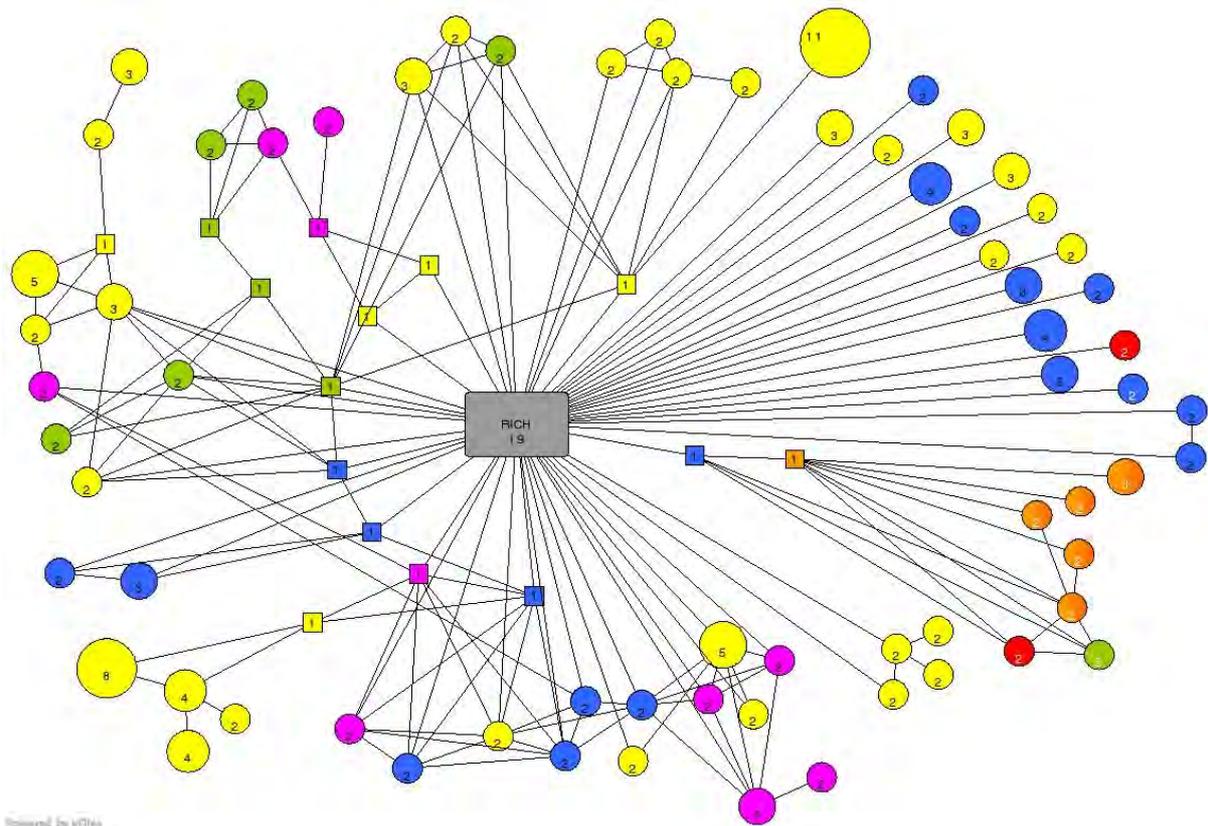


Figure 5 – Graphe des communautés parfaites, jaune – Flagnac, bleu – Saint Julien, vert – Pern, rose – Cornus, rouge - Divilhac

Le deuxième modèle va permettre de trouver des communautés "moins parfaites" et de les cartographier. Cela va permettre de confirmer ou de contredire les hypothèses faites précédemment et d'apporter de nouvelles informations.

Cette carte de Kohonen auto-organisatrice figure 6 représente les communautés. La surface de chaque carré est proportionnelle au nombre de paysans. L'épaisseur des arêtes entre deux clusters (ensembles d'individus) est proportionnelle à l'importance du lien entre ces individus.

Trois parties se distinguent : en haut à gauche et à droite, et en en bas à droite. Quasiment tous les individus sont répartis dans ces trois ensembles de clusters. Le plus grand ensemble, situé en bas à droite contient plus d'un tiers des individus. Il fait le lien entre les deux autres agrégations de clusters. Le plus important cluster est détaillé sur la carte à droite.

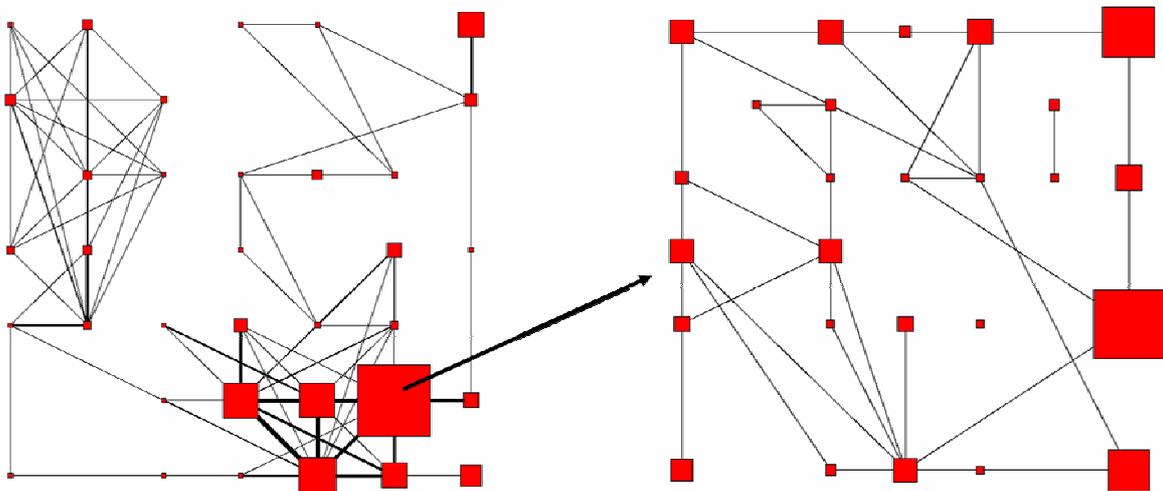


Figure 6 – Carte de Kohonen

En observant les individus à l'intérieur des clusters, on s'aperçoit qu'ils sont souvent de la même paroisse, ce qui confirme l'importance de la localisation géographique. Par contre seul un cluster réunit une seule famille. Pour tenter de faire la relation entre les deux méthodes, chaque cluster sera colorié d'une couleur différente, et les communautés parfaites correspondantes seront coloriées de la même manière.

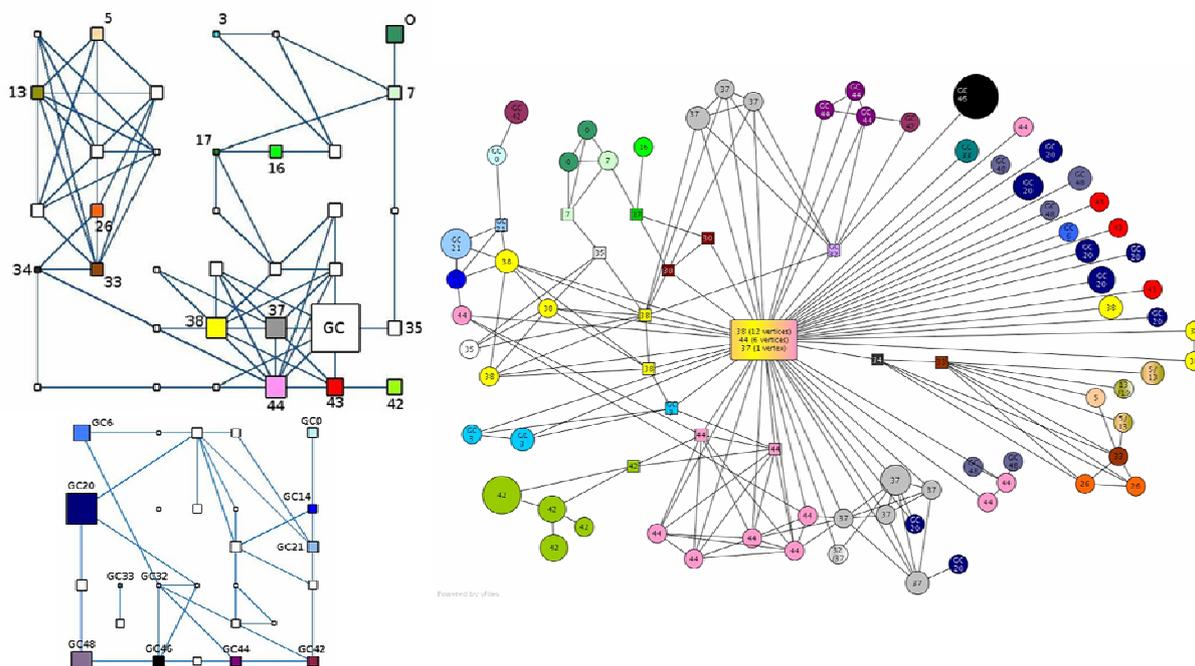


Figure 7– Comparaison des deux méthodes

On constate que la liaison entre les deux types de graphes figure 7 se fait aisément. En effet, les communautés parfaites de la même couleur, c'est-à-dire correspondant à un cluster, sont souvent liées. De plus, les personnes à forte influence relationnelle sont souvent comprises dans le même cluster que les communautés parfaites qu'elles relient au club huppé. Une information supplémentaire est apportée par cette coloration : le club huppé est composé de personnes issues de trois clusters différents 37, 38 et 44. Ils n'appartiennent pas non plus à la même paroisse et les familles sont différentes d'un cluster à un autre. Il y a donc une autre explication au fait que ces personnes soient au centre du réseau de sociabilité.

Ces méthodes permettent donc d'analyser la structure du réseau de sociabilité et de soulever des interrogations impossibles à détecter avec un traitement manuel de ces informations.

4 Perspectives

Les premières étapes de l'analyse exploratoire ayant abouti, nous devons redéfinir de nouveaux axes de recherche tant sur le plan historique que technologique.

Une discussion s'est créée sur la définition de nouvelles relations de connaissance des individus à travers les informations que comportent les actes. Par exemple, une relation de confront ne traduit pas forcément que les deux individus se connaissent. L'idée d'introduire de nouvelles variables comme la fréquentation d'un point d'eau peut permettre de définir de nouveaux liens. De plus, l'analyse effectuée sur le club huppé a permis de détecter un nouveau type de relation entre ces personnes centrales dans le réseau de sociabilité, qu'il faut étudier.

En ce qui concerne le suivi des familles, l'étude plus précise de leur apparition/disparition peut amener, par exemple, des informations sur des mariages qui entraînent des changements de nom de famille, sur une évolution de la graphie du nom, etc.

Un des principaux freins à l'analyse a été la sélection de périodes d'études : on ne peut pas voir dynamiquement l'évolution de la société. Pour cela, nous nous sommes dirigés vers la construction d'un graphe temporel. C'est un domaine peu exploré dans la théorie des graphes, il est complexe car doit prendre en compte de multiples contraintes. Par exemple, l'ajout ou la suppression d'un sommet modifie la structure du graphe. Il faut donc dynamiquement, re-calculer la représentation de la structure. Nous commençons à l'explorer dans le cadre d'un environnement en réalité virtuelle qui nous permet d'interagir avec le graphe et d'avoir une visualisation 3D ce qui nous semble adapté à notre problématique.

<http://isa.univ-tours.fr>

<http://w3.msh.univ-tlse2.fr/>

La cadastration antique abordée à travers la réalisation d'un Système d'Information Géographique : exemple du littoral narbonnais antique, résumé par **Eric Dellong**, *Laboratoire Traces, UMR 5608 Toulouse*

La communication envisagée ici se nourrit de la thèse de doctorat soutenue en décembre 2006 sous le titre : « Le littoral narbonnais dans l'Antiquité : archéologie d'une ville et de son terroir à travers la réalisation d'un Système d'Information Géographique ». Ce travail avait pour objet de mieux cerner le fait archéologique, au cœur même de l'ancienne capitale de la Province de Narbonnaise (département de l'Aude), entre le II^e s. av. J.-C. et le III^e s. apr. J.-C. Concernant le fil directeur de cette analyse du littoral narbonnais antique, c'est dans le phénomène d'urbanisation et dans ses implications pour le territoire qu'il est à rechercher. Cette thèse, sans négliger l'histoire de Narbonne proprement dite, a permis d'éclairer un peu plus, par la prise en compte de la dimension archéologique urbaine et rurale, la question délicate des relations entre une ville et son terroir, une cité antique et son territoire.

J'insisterai surtout au cours de cette communication sur la façon dont a été abordé et traité (représentation > analyse) par le S.I.G. ce volet de l'occupation du sol qu'est la cadastration antique.

Retour sur un modèle archéologique prédictif de la plaine du Roussillon suite à la construction de la LGV : quelle validation opérationnelle ?, résumé par **Jean-Michel Carozza et Thierry Odiot**, *Université de Strasbourg et SRA Languedoc-Roussillon*

Dans le cadre du PCR « Evolution de la Plaine du Roussillon depuis le Tardiglaciaire : de l'évolution paléogéographique à la modélisation prédictive », nous avons été amenés à produire un modèle de localisation préférentiel des sites archéologiques (dit « modèle prédictif », Carozza et al., 2005). Celui-ci couvrait l'ensemble de la plaine du Roussillon. L'approche choisie était un modèle bayésien (Weight of Evidence ou pondération de l'information probante). Il s'agit d'un modèle probabiliste ou plus exactement à probabilité conditionnelle mis au point dans le cadre de la recherche de gisements miniers (Bonham-Carter et al., 1994) et permettant le calcul empirique de relations entre variables environnementales et présence-absence de phénomènes. Nous avons appliqué cette démarche à différents échantillons de sites archéologiques (par période chronologique ou par échantillons partiels afin de tester le pouvoir prédictif de la méthode) et avec différents jeux de variables environnementales (pente, exposition, altitude, géologie, pédologie,...).

Depuis, la réalisation d'un diagnostic sur un linéaire d'environ 34 km sur la Ligne à Grande Vitesse entre les Albères et Perpignan a permis de recouper une grande partie des unités géomorphologiques du sud de la plaine et de mettre à jour une quarantaine de sites. Ce travail permet donc un retour d'expérience sur la modélisation prédictive réalisée auparavant.

Dans un premier temps, une analyse de la relation entre répartition des sites mis à jour et le zonage prédictif *a priori* est réalisée. Elle permet de mettre en évidence empiriquement la prédictivité du modèle et d'analyser les facteurs déterminants de cette prédictivité. Le nouveau jeu de donnée est ensuite comparé à différents tirages de points aléatoires afin de mettre en évidence le caractère prédictif ou non du modèle.

L'analyse des prédictions et des échecs est ensuite confrontée aux nouvelles données environnementales acquises au cours du diagnostic et permet de proposer des améliorations significatives au modèle.

Références bibliographiques

Bonham-Carter, G. F. 1994. *Geographic information systems for geoscientists: modeling with GIS*. Pergamon Press, Oxford, UK.

Carozza J-M, Pous M, Odiot T., Jorda C. et Carozza L., 2005. – Evolution paléogéographique de la plaine du Roussillon. Conséquence sur la répartition des sites néolithiques. In : Berger J-F, Bertinello F., Braemer F., Davtian G. et Gazenbeek M., *Temps et espaces de l'homme en société, analyses et modèles spatiaux en archéologie, XXVe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes* Éditions APDCA, Antibes, p. 419-423.

**Expérimentation d'un Solap 3D appliqué à l'interprétation d'une fouille archéologique,
par Nicolas Rageul¹, Y. Bedard², J. Pouliot², M. Fortin³**

1 : Etudiant en Sciences Géomatiques à L'Université Laval (CANADA)

2 : Professeur au département des Sciences Géomatiques à l'Université Laval (CANADA)

3 : Professeur au département d'Histoire à l'Université Laval (CANADA)

La fouille archéologique est une opération terrain complexe qui exige à la fois des outils d'acquisition de données particuliers mais également un processus cognitif/déductif particulièrement aiguisé de la part de l'archéologue. Lors de la collecte, et une fois la donnée enregistrée sur un medium spécifique, différentes interprétations/analyses sont possibles et celles-ci peuvent conduire à des résultats passablement distincts d'un archéologue à l'autre. L'exploitation de systèmes d'analyse numérique de données spatiales et descriptives de type SIG (système d'information géospatiale) ou base de données spatiales, est donc pertinente car ce genre de systèmes peut aider à plusieurs tâches (Wheatley *et al.*, 2002; Longley *et al.*, 2005) et surtout il peut contribuer à formaliser les modes de travail et de réflexion des archéologues (processus actuellement peu normalisé).

Cependant l'approche transactionnelle, caractéristique des SIG, a aussi une faiblesse lorsqu'il s'agit de traiter un gros volume de données. En effet, principalement pour des requêtes de types agrégatives et pour celles nécessitant un nombre élevé de jointures entre les tables, une lenteur dans les réponses est toujours constatée lorsque vient le temps d'interroger les données (qui se chiffre en jours plutôt qu'en minutes) (Bédard, 2005; Nyerges, 2006). Ces mêmes requêtes complexifient aussi l'élaboration des requêtes (Bédard, 2005). En effet, même si les dernières années ont vu plusieurs travaux de recherche visant à optimiser et à accélérer l'interrogation, à partir d'un SIG, des bases de données, en utilisant par exemple les requêtes graphiques (Aufore-Portier, 1995; Favetta *et al.*, 2000), une majorité d'outils SIG nécessite encore que l'utilisateur maîtrise tant le langage d'interrogation comme SQL (Egenhoffer *et al.*, 1993) que la structure de la base de données (Langran, 1992).

Une équipe dirigée par M. Fortin de l'Université Laval, s'intéresse depuis un moment à l'intégration de méthodes et technologies géomatiques pour les aider dans ce processus de fouille, depuis l'acquisition de données jusqu'à leur analyse contextuelle (Fortin *et al.*, 2004). En particulier, nous avons cherché à voir dans quelle mesure un système de type SOLAP (Spatial-On-Line-Analytical Processing) peut être utile à l'analyse spatio-temporelle des données issues d'un chantier de fouille. Le système SOLAP permet, à l'aide d'une sélection de thèmes par simples clics de souris, de croiser différents thèmes d'analyse (appelés « dimensions ») organisés hiérarchiquement en différents niveaux de détail ou d'agrégation (Bédard *et al.*, 2005). Une fois ces cubes multidimensionnels identifiés et peuplés, nous pouvons par la suite naviguer simplement et rapidement par des opérations de pivot (on change de dimension), de forage (on descend dans la hiérarchie d'une dimension) ou encore de remontage (on remonte dans la hiérarchie). Ce genre de système est donc optimisé pour une analyse interactive dite multidimensionnelle où la construction d'une requête est simple et intuitive car réalisée graphiquement, et où les temps de réponse sont courts. L'utilisateur peut alors obtenir ses réponses dans la seconde même lorsqu'il s'agit d'interrogation portant sur des agrégations complexes et pas seulement sur les données détaillées comme on fait avec les systèmes de gestion de base de données, les systèmes d'information géographique ou les logiciels de dessin CAD.

Le site choisi pour tester ce système est celui de Tell 'Acharneh, en Syrie, où quelques fouilles ont été réalisées par l'équipe du professeur Fortin. Il s'agit d'un site de grandes dimensions, 70 hectares environ (1,2 km du nord au sud X 500-650 m d'est en ouest) qui se trouve dans la moyenne vallée de l'Oronte, à 35 km environ au nord-ouest de la ville moderne de Hama. Pour ce chantier, les fouilleurs reconnaissent deux classes d'objets archéologiques : les unités de fouille (UF) qui correspondent à des entités volumétriques de terre ou de matériaux de construction formant un site archéologique et les éléments de la culture matérielle inclus dans les UF (ex. Artéfacts - Céramique - Ecofacts - Restes humains).

Les résultats obtenus sont multiples. D'abord nous avons établi une structuration particulière, multidimensionnelle, des données issues d'un chantier de fouille pour qu'elles soient aptes à l'analyse ultérieure par le système SOLAP (Rageul, 2004). Nous avons, par exemple, identifié les dimensions associées au numéro de l'UF (contient ici la référence spatiale), à la couleur/granulométrie/consistance de la terre de l'UF, à la temporalité de l'UF, au type de tessons ou type de céramique et à sa temporalité. Nous avons établi une hiérarchisation des thèmes étudiés, depuis le chantier, en passant par le carré de fouille jusqu'à l'unité de fouille (UF) et aux éléments de la culture matérielle inclus dans celle-ci. Les mesures qui pourront être déduites des croisements sont le

nombre de céramiques, le nombre d'UF, l'altitude supérieure et inférieure de l'UF et l'épaisseur de l'UF. Une fois cette structure établie, nous avons par la suite enregistré ces données dans une base de données classique, qui évidemment respectait cette structure.

Parallèlement à l'établissement de cette structure multidimensionnelle, diverses questions d'analyse spatio-temporelle devaient être précisées. En effet, un système SOLAP est spécialement conçu pour répondre à des questions spécifiques du style « Comparer les unités de fouille entre elles en fonction de leurs caractéristiques et de leur position géographique et stratigraphique avec en plus la possibilité de comparer ces unités avec une céramique particulière (type et temporalité) contenue dans celles-ci ». Il faut donc prévoir ces questions, et s'assurer que notre structuration des données soit optimale pour y répondre.

Finalement, nous avons également cherché à perfectionner deux aspects bien spécifiques du SOLAP, liés à des besoins énoncés par l'équipe d'archéologues (Rageul, 2007). D'abord nous avons cherché à intégrer explicitement la 3^e dimension géométrique des données spatiales dans l'analyse de données archéologiques. Actuellement, les systèmes SOLAP n'intègrent pas cette 3^e dimension, pourtant jugée fondamentale dans un contexte d'analyse de données archéologiques. Et puis, nous nous sommes intéressés à proposer des mécanismes qui permettraient de suivre l'évolution des données 3D spatio-temporelles (ajout, suppression et modification) dans une structure multidimensionnelle directement pendant la phase d'analyse de l'utilisateur. En effet, les systèmes de type SOLAP sont conçus de telle manière qu'ils ne permettent pas la modification de l'organisation conceptuelle de la base de données. Ainsi, afin de conserver l'intégrité de la base de données, ces systèmes permettent aux utilisateurs d'interroger leur base de données pour faire ressortir l'information rapidement mais ne peuvent pas leur permettre de réécrire ou modifier leurs données. Or les interprétations de l'archéologue suivent des heuristiques qui ne peuvent pas toujours être formalisées de façon absolue, il faut donc laisser à l'analyste archéologue la possibilité de revoir les données agrégées produites par algorithmes lors du peuplement initial du cube ET de conserver les résultats de cette nouvelle interprétation (qui ne suit pas les règles de l'algorithme d'agrégation utilisé initialement pour peupler le cube). Nous avons alors présenté de nouveaux concepts sur le processus de révision ainsi que sur les données susceptibles d'être révisées.

En conclusion, pour exploiter des données issues d'une fouille archéologique, nous avons identifié trois critères : la rapidité et la facilité d'utilisation, la possibilité de faire évoluer les données dans le système et la visualisation tridimensionnelle. Il n'existe, actuellement, **aucun** système informatique permettant de répondre entièrement à ces trois attentes. Cependant l'approche analytique caractérisée par l'outil SOLAP, a permis de poser quelques bases d'un outil qui permettrait de rationaliser en partie la démarche, extrêmement **complexe et itérative**, de compréhension d'un site archéologique.

Bibliographie

- Aufore-Portier, M.-A. 1995, «Human-Computer Interaction Aspects of visual-Interactives Locational Analysis », dans *Cognitive Aspects of Human-Computer Interaction for Geographic Information Systems*, Springer (éds). pp. 163-177.
- Bédard, Y. 2005, « Base de données, Section entrepôt de données spatiales, OLAP et SOLAP », *note de cours*, Cours à l'Université Laval, filière géomatique.
- Bédard, Y., Proulx, M.-J. et Rivest, S. 2005, « Enrichissement du OLAP pour l'analyse géographique: exemples de réalisations et différentes possibilités technologiques », présenté pour *1ere journée Francophone sur les Entrepôts de Données et l'Analyse en Ligne (EDA 2005)*, à Lyon, France, 10 juin,
- Egenhoffer, M. J. et Herring, J. R. 1993, «Querying a geographical information system », dans *Human Factors in geographical Information System*, D. Medycky-Scott et H.M. Hearnshaw (éds). Belhaven Press, London (UK), pp. 124-135.
- Favetta, F. et Aufore-Portier, M.-A. 2000, «About Ambiguities in Visual GIS Query Languages: A Taxonomy and Solutions », dans *Advances in Visual Information Systems: 4th International Conference, VISUAL 2000*, Robert Laurini (éds), v. 1929. Lyon, France, pp. 154-165.
- Fortin, M., Pouliot, J., Lachance, B., Brisebois, A. et Bédard, Y., 2004, « Développement d'un système de découverte des connaissances spatio-temporelles pour les chantiers de fouilles archéologiques », présenté pour *Conférence Géomatique 2004 de l'association canadienne des sciences géomatiques*, à Montréal, 27-28 octobre,
- Langran, G., 1992, « Time in geographic Information Systems », Taylor&Francis (eds), pp. 180
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., McGuire, D. J. et Rhind, D. W., 2005, « Geographic Information Systems and Science », John Wiley and Sons (eds), pp. 536
- Nyerges, T. L. 2006, «Understanding the Scope of GIS: Its relationship to Environmental Modeling », dans *Environemental Modeling with GIS*, Oxford Universty Press US (éds). pp. 75-93.
- Rageul, N., 2004, « Développement d'une application d'exploration de données géospatiales comme support à la fouille archéologique », *mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur*, INSA Strasbourg, Strasbourg, pp. 59.
- Rageul, N., 2007, « Vers une optimisation du processus d'analyse en ligne de données 3D: Cas des fouilles archéologiques », *Mémoire de maîtrise*, Université Laval, pp. 101.
- Wheatley, D. et Gilling, M., 2002, « Spatial Technology and Archaeology. The Archaeological Applications of GIS », (eds), v. London and New York, Taylor & Francis, pp. 269

Du pierre à pierre au relevé en 3D appliqué aux enfeus du prieuré Saint-Jean de Jérusalem à Toulouse par Philippe Sablayrolles, BTS Géomètre Topographe, Lycée Le Caousou, Toulouse, et Nelly Pousthomis, UTM, Traces-Terrae, UMR 5608

L'expérimentation présentée s'est déroulée dans le cadre d'une recherche collective suscitée par l'installation des services de la Direction Régionale des Affaires Culturelles dans l'Hôtel Saint-Jean, rue de la Dalbade, à Toulouse. Les premiers travaux topométriques réalisés sur le site ont permis d'établir des plans topographiques représentant des coupes et des élévations. Les plans de la galerie de cloître et des enfeus qu'elle abrite encore, issus de levés réalisés dans des conditions de travail difficiles, ont fait apparaître la limite des techniques traditionnelles de relevés (cordeau, ruban, tachéomètre). Afin d'obtenir une image plus fidèle du site, une série de mesures avec un scanner laser 3D a été réalisée. L'intervention sur le site a été réalisée par Philippe Sablayrolles (enseignant en BTS Géomètre Topographe au lycée le Caousou à Toulouse) assisté de Benjamin Outret (Leica Geosystems) et Tristan Llorca (Leica Geosystems).

Rappel du contexte et des conditions du levé

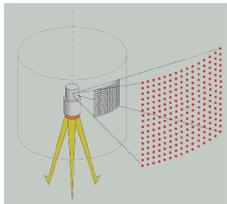
Cette expérimentation s'inscrit dans un programme de recherche diachronique et pluridisciplinaire qui porte sur le Grand Prieuré des Hospitaliers de Saint-Jean de Jérusalem et l'îlot qu'il occupe, depuis l'Antiquité jusqu'à la période contemporaine, « sous ses aspects historiques, archéologiques, architecturaux et anthropologiques ». La multiplicité des opérations archéologiques et des intervenants et leur échelonnement dans le temps (sondages d'évaluation en 1996 et en 2001, programme triennal de fouille de 2004 à 2006) posent des problèmes de mise en relation et d'harmonisation entre les différents relevés et les observations. Le bâti a été relevé selon des méthodes qui ont évolué en fonction des moyens, des conditions d'accès et de la nature de l'objet à représenter. En effet, les premiers relevés des enfeus ont été faits manuellement par E. Verget-Bruneau et P. Cayn, alors objecteurs de conscience au SRA, puis repris, corrigés et complétés par S. Conan (Inrap). L'organisation des premiers relevés s'est effectuée dans ces conditions difficiles depuis des échafaudages placés sur différents niveaux, si bien que certains angles et alignements entre les enfeus et les murs n'avaient pu être respectés. De ce fait, des distorsions sont apparues au moment de mettre en relation les données de la fouille de la galerie et le bâti des enfeus. S'agissant d'un milieu fragile et d'un objet complexe par son architecture et son décor peint, un relevé à partir d'une mosaïque de photographies redressées a été envisagé. Cette technique avait été utilisée pour le parement intérieur du mur nord de la nef, grâce à J.-F. Peiré, photographe de la DRAC, et à P. Roques, topographe au S.R.I. Ce mur mesure 34 m de long et 6,80 m de haut. Trois stations implantées au rez-de-chaussée, distantes d'environ 10 m du mur, ont permis le relèvement et l'établissement, à l'aide d'un tachéomètre à ondes laser, d'un semi dense de plus de 300 points. Les prises de vues ont été effectuées à partir d'une ligne rigoureusement parallèle au mur relevé, l'appareil étant en position normale face à ce mur. Le degré de précision approché se situe à l'échelle d'une brique. Toutefois, l'étroitesse et l'encombrement de la galerie des enfeus n'ont pas permis de recourir à cette technique dans de bonnes conditions. En effet, le site des enfeus, une galerie longue de 14 m, est compris entre le mur conservé de l'église Saint-Jean et le mur d'une cage d'escalier du XVII^e siècle. Cette situation ne laisse que 1 à 2 m entre les murs pour une élévation de 5 à 6 m de hauteur, compliquée par la présence d'un échafaudage pour l'accès. De plus, la structure générale des enfeus est très riche en informations : peintures, sculptures, corniches, inscriptions lapidaires, etc.

A titre expérimental ...

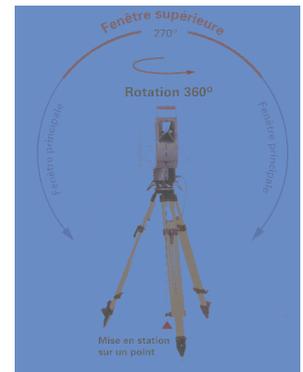
A titre expérimental la société Leica Geosystems est intervenue avec un scanner laser 3D pour établir un relevé complet des enfeus mais aussi leur environnement. Ce relevé constituera également une archive 3D du site.

Matériel utilisé

Pour mener à bien cette opération un scanner laser 3D Leica HDS 3000 a été utilisé. Cet appareil permet de capturer de manière automatique un très grand nombre de points (nuage) connus en X, Y et Z. Cet instrument mesure les distances par temps de vol. Ce principe repose sur le temps de parcours de l'onde émise ; le scanner laser détermine le temps entre l'émission et la réception du signal laser.



Sa vitesse d'acquisition peut atteindre 1800 points enregistrés à la seconde (vitesse fonction de la résolution configurée).

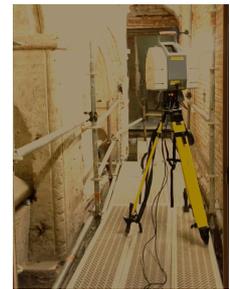


Opérations de terrain

En une journée de travail, le scanner laser a observé depuis une dizaine de stations l'ensemble de la galerie des enfeus, la cour et le parement de l'église de la Dalbade (12 millions de points environ dans le nuage).



Les différents nuages de points enregistrés par le scanner laser ont été recalés entre eux par la numérisation d'une série de cibles disposées à proximité de la station. Le logiciel de traitement des données Cyclone a ainsi utilisé ces cibles comme points communs entre les nuages.



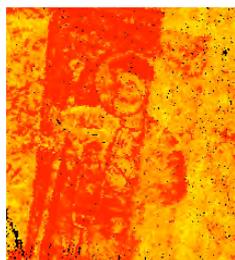
Exploitation des données



L'ensemble du nuage de points a été traité avec le logiciel Cyclone. Il a permis de grouper les différents nuages, d'isoler certaines parties des enfeus pour une visualisation plus légère du nuage.

Des coupes ont également été extraites (horizontale et verticales).

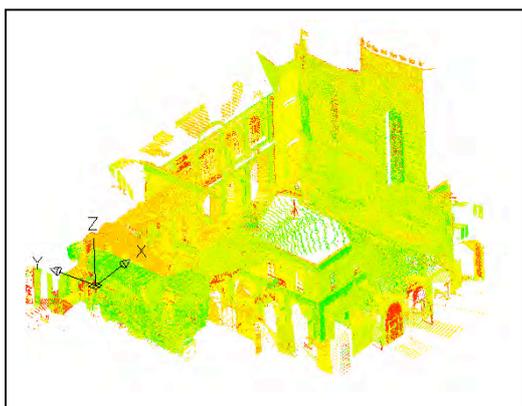
L'acquisition de la position des points est également couplée à l'enregistrement de l'intensité de réflexion et aux couleurs RVB du point. La visualisation du nuage s'en trouve valorisée.



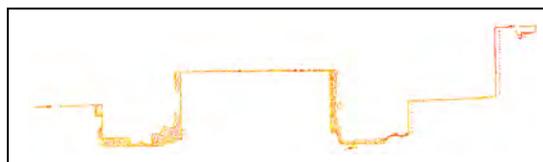
Le logiciel Cyclone permet également de plaquer des photographies sur le nuage de points afin d'avoir un rendu photo durant la visualisation.



L'exploitation finale du nuage de points afin d'extraire des coupes, des cotes ou des coordonnées de point est effectuée sous AutoCad à l'aide de l'application CloudWorx. Avec cet applicatif, des parties du nuage peuvent être isolées et des sections horizontales ou verticales choisies.



Vue d'ensemble du site



Coupe horizontale de l'enfeu E4



Coupe verticale de l'enfeu E4

Philippe Sablayrolles (BTS Géomètre Topographe, Lycée Le Caousou, Toulouse) et Nelly Pousthomis-Dalle (UTM, Traces-Terrae - UMR 5608)

La micro-photographie aérienne pour l'archéologie : méthodes, usages et limites, par Olivier Barge, Bernard-Noël Chagny, S. Sanz, Maison de l'Orient méditerranéen, Lyon

Résumé :

Depuis quelques années, des expériences de réalisations de photographies aériennes à très grande échelle ont vu le jour, en particulier grâce à l'usage du cerf-volant. Les clichés, d'abord utilisés comme documentation traditionnelle en archéologie, peuvent désormais être intégrés dans des Systèmes d'Information Géographique (SIG). Par ailleurs, les vecteurs des dispositifs de prises de vue se sont diversifiés, avec l'emploi, entre autres, de ballons captifs et de drones.

Cette communication, fondée sur l'expérience des auteurs, fera le point des différentes techniques, ainsi que de leurs avantages et contraintes respectifs. L'intérêt des clichés (leur usage sous SIG en particulier) sera évalué.

Introduction

La photographie aérienne est utilisée depuis très longtemps en archéologie.

Utilisée surtout en prospection, elle trouve ses limites dans l'échelle des clichés, souvent trop petite pour les besoins de l'archéologue. Pour obtenir des clichés à échelle plus fine, il est nécessaire de rechercher d'autres vecteurs pour les dispositifs de prise de vue, vecteurs qui doivent voler à plus basse altitude : les cerfs-volants, les ballons captifs, les aéro-modèles.

D'assez nombreuses expériences ont vu le jour en archéologie ces dernières années. Loin d'être exhaustif, on peut citer Thomas Sagory pour ses travaux visibles sur le web (www.du-ciel.com), ou Yves Guichard pour ses réalisations et sa pédagogie.

La réalisation de clichés aériens à faible altitude implique, pour l'essentiel, de concevoir soi-même le dispositif technique, adapté au vecteur qui lui donne son envol. Par ailleurs, la diffusion des outils SIG permet l'exploitation des clichés au-delà de la simple photographie d'illustration.

L'objectif est donc, d'abord de faire le point des différentes techniques de prises de vue : parmi d'autres possibles, nous présenterons les techniques cerf-volant, ballon captif et un exemple d'aéro-modèle, le paramoteur PIXY. Dans un second temps, nous aborderons les usages possibles des clichés, leur intérêt ainsi que leurs limites. Enfin, nous terminerons sur un comparatif des techniques, afin de montrer qu'elles ne sont pas toutes réservées à des spécialistes, et qu'elles peuvent, dans une certaine mesure, faire partie des outils de l'archéologue sur le terrain.

1. Les techniques de prise de vue :

Le cerf-volant

Si les premiers clichés réalisés remontent à 1888, les applications scientifiques et archéologiques vont surtout se développer au début du 19^{ème} siècle et ce jusqu'à la fin de la première guerre mondiale. Après un sommeil de 50 ans, le cerf-volant retrouve enfin sa place depuis les années 70 au sein des différentes techniques de prise de vue aériennes.

Le choix du type et de la surface du cerf-volant porteur est réalisé en tenant compte du poids de la nacelle photo et du vent (8 à 60 km/h). Une attention particulière doit être portée aux contraintes du terrain (haies, collines etc.) et de la météo. La mise en altitude la nacelle photo (accrochée sur le fil de traction) n'est réalisée que lorsque le vol du cerf-volant est stable.

La suspension est soit réalisée par un système à réseau de fils (Picavet) soit par un balancier. Tous les types d'appareils photographiques sont utilisables avec un système de déclenchement approprié : argentiques ou numériques, compacts ou reflex.

La prise de vue, en se déplaçant sur le terrain, se fait à l'altitude souhaitée (en dévidant le fil de retenue) soit à l'aveugle (nacelle automatique) soit aidée d'un retour vidéo (nacelle radiocommandée multi-orientable). La récupération du matériel et du cerf-volant sont faites en s'aidant d'une roulotte ou d'un mousqueton.

La technique requiert de la rigueur et le respect des consignes de sécurité afin de minimiser le risque d'incidents lors des différentes phases du vol (accrochages, loopings, ruptures etc.).

Le ballon captif gonflé à l'hélium (sphère et gélule)

Ballon latex : une sphère de 3 m³ est légère (350 gr) et peu onéreuse (70 € hors hélium) mais fragile et à usage « unique ». Elle ne peut être déplacée qu'à pieds ce qui limite son périmètre d'utilisation. Les pertes horaires en hélium étant importantes les regonflages sont fréquents. Une sphère de 3 m³ permet de soulever une charge utile de 2 kg.

Contraintes d'utilisation : vent de moins de 3 km/h et triangulation pour la prise de vue (rotation de la sphère).

Ballon en polyuréthane : une gélule de 5 m³ est beaucoup plus lourde (1350 gr), plus chère mais à usage multiples et très résistante dans le temps (plusieurs années). Les pertes d'hélium étant minimes les regonflages sont peu fréquents. Elle est déplaçable dans un utilitaire permettant de réaliser d'importants déplacements. Une gélule de 5 m³ soulève le même poids (2 kg) que le ballon latex de 3 m³.

Contraintes d'utilisation : vent de moins de 6 km/h, triangulation non obligatoire sauf lors des prises de vues verticales où l'on ne souhaite pas avoir le fil de retenue dans le champ de l'objectif. En raison de son coût (750 € hors hélium et utilitaire de transport) l'utilisation d'un ballon en polyuréthane ne se conçoit que dans le cadre d'un projet important ou de longue durée.

Les nacelles et systèmes de prises de vues sont les mêmes que pour la technique « cerf-volant ». L'appareil photo est fixé juste en dessous du ballon et les changements d'altitude de prise de vue réalisés en dévidant le(s) fil(s) de retenue.

La technique « ballon » permet de se jouer plus aisément des obstacles mais une attention toute particulière doit être portée à l'enveloppe (gonflage, déplacements) et au risque de perte du ballon (double retenue).

Le paramoteur PIXY :

Le PIXY est un paramoteur équipé d'une voile de type parapente de 3.8 m² et propulsé par un moteur de 25 cm³. Son poids est inférieur à 10 kg. Il permet d'embarquer l'équivalent de deux boîtiers reflex, avec une autonomie d'une demi-heure environ. Sa vitesse est comprise entre 0 et 35 km/h, en fonction du vent.

Le PIXY a été conçu par Jean Asseline de l'IRD entre 1998 et 2001, et est commercialisé par la société philea concept (www.philaeconcept.fr).

L'appareil est radio-commandé : la commande de droite permet d'actionner les gaz et d'intervenir sur l'altitude après décollage. La commande de gauche actionne deux cervo-moteurs qui eux-mêmes tirent les suspentes de direction. Une troisième commande permet de déclencher l'appareil photo.

Sans être difficile, le pilotage nécessite une formation et un apprentissage pour affronter les conditions réelles de prise de vue. Le vent doit être inférieur à 12 km/heure au sol, il est nécessaire d'avoir un dégagement suffisant et de bien reconnaître les lieux de vol afin d'éviter les zones « vulnérables » (habitations, lignes électriques, etc.). Le PIXY est en fait adapté au milieu rural.

L'avantage du pixy est de pouvoir voler relativement haut (même si la réglementation française limite son altitude à 150m), et son déplacement permet de couvrir très rapidement des surfaces assez importantes. Il est également possible de pratiquer la photographie oblique.

Il existe d'autres techniques pour réaliser des clichés à basse altitude ; les modèles réduits d'hélicoptère présentent beaucoup d'avantages (déplacement, vol stationnaire) mais aussi de fortes contraintes (coût, pilotage délicat), L'ULM est adapté aux transects (suivi d'une voie antique par exemple) mais ce n'est déjà plus vraiment un système léger, et les clichés s'approchent de la photographie aérienne classique.

2. Les usages :

On peut distinguer plusieurs usages de la photographie aérienne à basse altitude pour l'archéologie :

- la **photographie patrimoniale ou d'illustration**, la « belle photographie », pour illustrer un propos dans un article, ou pour une publication de qualité.

- l'étude des clichés :

A l'instar de l'utilisation de la photo aérienne classique, une étude des clichés peut révéler la présence de vestiges, ou souligner certaines particularités : il est fréquent que certains indices de la présence de vestiges apparaissent clairement sur les clichés, alors qu'ils n'avaient pas été perçus eu sol. En réalité, une fois ces indices identifiés sur les clichés, on les perçoit généralement au sol, mais c'est la photo aérienne qui les rend évidents.

Plusieurs exemples peuvent être cités : découverte d'arases de murs en plus de ceux figurant sur les plans, complément de celui-ci, extension de site plus importante qu'identifiée au sol, aide à l'interprétation de la chronologie relative d'un site, révélation d'une trame urbaine, ...

- le géoréférencement des clichés

En positionnant, avant la prise de vue, des points identifiables sur les clichés (ici des assiettes de pique-nique peintes), on peut procéder au géoréférencement en enregistrant la localisation de ces points au GPS différentiel ou au théodolite.

Ainsi, la photographie aérienne est rectifiée et positionnée dans un système de coordonnées : elle devient une couche d'information superposable à d'autres, comme un relevé au sol par exemple. La photo permet souvent de compléter le plan.

A l'échelle du chantier, le géoréférencement permet la superposition de l'état du chantier à chaque étape jugée importante. En plus d'une aide à la décision pour la fouille, cela permet d'effectuer un suivi du chantier.

Géoréférencer les photos permet aussi de les assembler en une mosaïque lorsque l'on souhaite couvrir une grande surface.

- le support au dessin archéologique

Les photos peuvent également servir de fond pour réaliser le dessin au pierre à pierre. Elles ne remplacent pas complètement le dessin sur le terrain qui permet une interprétation différente, mais cela peut servir de base et faire gagner beaucoup de temps. Des travaux comparables peuvent être également réalisés sur des mosaïques, à très grande échelle.

- la prospection

Grâce à la mobilité du PIXY, on peut réaliser des clichés pour prospecter, un peu comme on le ferait avec un avion, en particulier dans les lieux difficiles d'accès. Ils permettent de localiser les vestiges, et les replacer dans leur cadre géographique proche, surtout lorsque l'on ne dispose pas de document cartographiques adéquat (cas de figure souvent rencontré à l'étranger). La photographie oblique, parce qu'elle permet de couvrir de très grandes surfaces, peut également être utilisée pour cet usage.

Enfin, dans d'autres disciplines, d'autres expériences de traitement des clichés ont pu être réalisées : production d'indices de végétation et de compositions colorées, photogrammétrie.

3. Comparatif des techniques :

Nous avons distingué deux techniques de photographies au cerf-volant, l'une sophistiquée (appareil reflex, nacelle orientable, retour vidéo, mesure des paramètres) garantissant une grande qualité des clichés mais contraignante, et l'autre légère (appareil compact, visée verticale seule, pas de retour vidéo) dont on ne peut pas attendre la même qualité, mais plus économe et plus souple d'utilisation pour réaliser des clichés « de travail ». Cette distinction s'impose pour la clarté de l'exposé, mais il existe évidemment tous les intermédiaires possibles.

Conclusion :

Ce tableau a un caractère approximatif, et parfois un peu subjectif. Il a toutefois l'avantage d'être synthétique. Chaque technique offre une plage d'utilisation relativement large. Et elles sont globalement complémentaires.

Ces techniques présentent également des limites :

Du point de vue des usages, si le géoréférencement est toujours possible, il peut s'avérer délicat lorsque le terrain présente du relief. La précision est toujours satisfaisante en terrain plat avec les algorithmes polynomiales implantés dans les logiciels de SIG. Elle s'avère approximative avec le relief. Il faut alors envisager l'orthorectification qui reste délicate avec ce genre de cliché.

Du point de vue de la prise de vue, les techniques présentent toutes des contraintes propres. Leur point commun est de nécessiter un terrain dégagé (soit pour la prise de vue, soit pour le déplacement, soit pour le décollage/atterrissage). Elles sont davantage adaptées au milieu rural, seul le ballon captif pouvant être utilisé en milieu urbain.

Les conditions météorologiques ne sont pas toujours au rendez-vous. Il y a alors deux solutions pour éviter d'attendre :

- maîtriser plusieurs techniques et employer celle adaptée aux conditions,
- avoir d'autres tâches à réaliser sur le chantier ou la prospection, et réaliser les clichés lorsque les conditions (vent, lumière) sont favorables.

En contrepartie d'un investissement qui n'est pas forcément colossal, ces techniques peuvent faire partie de la panoplie des outils de l'archéologue sur le terrain, ...en acceptant toujours une part d'imprévu.

TaBor (Topographie ancienne de Bordeaux). Réflexions pour la constitution d'un SIG « interdisciplinaire » par Sandrine Lavaud et Ezéchiél Jean-Courret, *Laboratoire Ausonius, Université de Bordeaux*

La communication, effectuée lors de ce séminaire ISA, a souhaité présenter le bilan d'une première année de réflexion autour de la conception théorique d'un SIG sur Bordeaux antique et médiéval ; cette phase préliminaire ne permet pas, pour l'heure, d'afficher des résultats tangibles. L'équipe de travail est composée de sept personnes du laboratoire Ausonius (Maison de l'Archéologie, université de Bordeaux III) et du SRA Aquitaine.

1. PRESENTATION GLOBALE DU SUJET

La réflexion a pu s'appuyer sur les expériences déjà réalisées à Tours (TOTOPI) et au CNAU ; si elle s'en est inspirée, elle a dû cependant s'adapter au contexte bordelais.

1.1. Contexte historiographique

- **Histoire de Bordeaux, sous la direction de Ch. Higounet (1962-1971)** : cette œuvre monumentale qui sert de référence depuis une quarantaine d'années, s'apparente à une histoire monographique qui s'est voulue totale ; elle relève néanmoins essentiellement de l'histoire sociale et économique, malgré l'impact de la géographie historique impulsée par son directeur, notamment sur les deux volumes consacrés à Bordeaux médiéval.
- **Travaux de recherche sur l'occupation du sol et le peuplement** s.d. J.-B. Marquette (1983-2002) : 15 TER ont été réalisés sur les paroisses urbaines, sous forme de monographies reposant sur les sources foncières. Les aspects fonciers et prosopographiques ont suscité un traitement des sources et une méthodologie relativement uniformes, produisant des « états de section » par tenure et des fichiers sur les acteurs de la propriété. 5 TER relatifs à des seigneuries urbaines, auxquels on peut ajouter la thèse de S. Lavaud sur le temporel de la collégiale St-Seurin et celle de Fr. Boutouille sur la société laïque en Bordelais complètent ces recherches. Hormis ce dernier travail, les travaux ont une forte unité chronologique centrée sur les XIVe et XVe siècles.
- **Rapports et bilans archéologiques** : ils ont été systématisés depuis 1984. Si l'archéologie est incontestablement la science qui a fait le plus évoluer la connaissance de la ville dans sa matérialité, ces acquis présentent encore des lacunes ; ainsi, les fouilles en milieu urbain sont trop ponctuelles et axées essentiellement sur la période antique ; la relative faiblesse des niveaux médiévaux, partiellement détruits à l'Epoque moderne, accentue ce phénomène. L'apport pour le Moyen Âge concerne surtout le système défensif mais des opérations ont également été menées sur le couvent des Carmes, sur deux sites d'habitat (place Camille-Jullian ; rue Causserouge) et sur un site de carrière (rue Permentade) ; les avancées récentes proviennent des diagnostics préalables aux travaux du tramway (1997) et des opérations archéologiques développées lors des chantiers du tram et annexes (parkings) de 2000 à 2004. Elles ont mis à jour d'importantes structures, concernant notamment le groupe épiscopal et le système portuaire bordelais. Conjointement des logs stratigraphiques ont été systématisés, qu'il y ait vestiges importants ou non. Le traitement de ces données a été effectué par bases de données : Patriarce pour les découvertes archéologiques, Riviera (Risques en ville, équipements, réseaux archéologiques) pour les relevés géomorphologiques. La thèse de S. Dominique, actuellement en cours, propose pour ces données du sous-sol un modèle tri-dimensionnel (2,5 D) et apporte un renouvellement remarquable des connaissances en matière hydrographique.
- **Thèse d'E. Jean-Courret, La morphogenèse de Bordeaux de l'Antiquité à la fin du Moyen Âge. Fabrique, paysages et représentations de l'Urbs**, sous la dir. de J.-B. Marquette, université de Bordeaux III, 2006 : elle réalise, pour la première fois, une synthèse et une analyse spatiale consacrées

spécifiquement à la morphogenèse urbaine ; le traitement des données y est également inédit : y sont croisées, dans la longue durée, des sources de toute nature, dont certaines jusqu'alors occultées telles les données morphologiques et planimétriques ; de plus, les données foncières médiévales, issues des travaux de recherche sur les paroisses urbaines, ont été uniformisées sous la forme d'une banque de données. De fait, ce mémoire a été l'occasion de recenser les matériaux aujourd'hui disponibles pour une étude sur Bordeaux antique et médiéval, d'en mesurer les acquis et les lacunes et d'en établir les conséquences.

1.2. TaBor dans les programmes de recherche

Le projet TaBor relève de deux grands programmes de recherche :

- Projet Région : *Dynamiques spatiales et peuplement de l'Aquitaine Centrale de la Protohistoire à la fin du Moyen Âge*, dont l'objectif est la réalisation d'un SIG dont TaBor est un premier « test ».
- Programme du plan quadriennal : *Bordeaux antique et médiéval* sous la co-direction de D. Barraud et S. Lavaud dont *l'Atlas historique de la ville de Bordeaux* est une des réalisations (15 chercheurs faisant le bilan de l'évolution topographique de la ville à partir de l'état cadastral de 1850-1855 ; au regard des autres productions de la collection (*Atlas historique des villes de France*), cet atlas comporte deux nouveautés : le géoréférencement du cadastre de référence et un volume inédit de notices monumentales).

1.3. Objectifs de TaBor

- Rassembler et organiser les données disponibles « pour comprendre les processus de fabrication et de fonctionnement de la ville »
- Une démarche de gestion des données existantes et à venir produisant un outil de compréhension de l'espace pour les chercheurs mais aussi pour les collectivités territoriales, les aménageurs...
- Une démarche réflexive sur l'interdisciplinarité des acteurs et des données
- Son originalité: croiser des données qui ne le sont pas habituellement ; rassembler les données pour laisser ouverte la réflexion (pas de thématique unique et fermée, mais un faisceau d'intérêts)

2. SOURCES, DONNEES, CONSTRUIT...

2.1. Des sources aux données spatialisables

La vocation de TaBor est d'embrasser le corpus de données le plus large possible, même si l'histoire totale de la fabrication spatiale demeure une utopie. Cet objectif, qui vise à laisser grandes ouvertes les voies potentielles d'analyse, ne peut cependant englober l'entièreté des sources, dont le but premier n'est pas de rendre compte des processus de structuration urbaine.

Aussi, les données à références spatiales sont l'entrée privilégiée parmi toutes les sources disponibles. Le projet doit tenir compte de l'existence de bases antérieures, effectuées selon les impératifs propres à chaque chercheur et discipline. Il ne s'agit pas d'intégrer la totalité des données d'une source mais seulement ses informations potentiellement spatialisables (exemple des sources foncières : le recensement est axé sur les biens – localisation, nature – et non sur les aspects sociaux ou juridiques... même si ces données ont été prises en compte par ailleurs et sont intégrables...). D'où la notion de construit, puisqu'il ne s'agit pas du fait brut mais du fait spatial.

Un constat s'impose alors, celui de l'hétérogénéité des données et des interrogations et interprétations selon les chercheurs et disciplines ; et avec lui, un corolaire évident : comment donner sens, stricto-sensu, à ces méta-données ?

De cet évident constat, il découle qu'on ne peut utiliser ces données selon une logique de comparaison – impossible car inhérente à leur nature très disparate – mais plutôt de confrontation (étude des données pour ce qu'elles sont et ne sont pas, ce qui permet de disposer d'informations différentes utilisables par les chercheurs pour construire un savoir). Le passage obligé, pour leur donner sens sans trop les déformer, consiste d'une part à se fonder sur une taxinomie commune, et d'autre part à profiter des occurrences induites par le système (le rapprochement de données différentes sur un même espace et dans un même temps, ou au contraire les distances spatio-temporelles, génèrent de nouvelles réflexions et modifient profondément les grilles d'analyse).

2.2. Etat des données disponibles à Bordeaux

Le tableau ci-dessous fait état des données disponibles pour Bordeaux. Les signes « – ≈ + » qualifient les tendances générales dans leur rapport au temps et à l'espace. La dernière colonne présente, de manière non exhaustive, les limites principales et spécifiques des données bordelaises.

LES DONNEES DU / DE L' :		TEMPS	ESPACE	LIMITES
GEOMORPHOLOGUE (BASE RIVIERA)	substrat géologique	- à ≈	+	- densité du maillage des sondages géotechniques
	anthroposol	≈	+	
	logs stratigraphiques (2350 logs)	≈	+	
MORPHOLOGUE	données issues de l'analyse spatiale de la morphologie urbaine	-	+	- chronologie relative des phénomènes relevés en plan d'après leur disposition respective
ARCHEOLOGUE (BASE PATRIARCHE)	éléments topographiques	≈ à +	+	- données ponctuelles - mise en relation des données du sous-sol avec d'autres faits - datation - intégration des données anciennes
HISTORIEN (BASE SOURCES FONCIERES)	sources textuelles (surtout actes de la pratique)	+	- à ≈	- problème de spatialisation - perception juridique du sol - documentation lacunaire avant le XIIe s.
	sources planimétriques	+	+	- sources tardives (à partir du XVIe s.) - dépendantes des techniques de levé cartographique
	sources iconographiques	+	+	- sources très tardives (fin XVIIIe s.) - filtre des représentations et conventions
ATLAS HISTORIQUE DE BORDEAUX (BASE SITES ET MONUMENTS)		- à +	- à +	- propos normatif et synthétique

2.3. Accords et traitement

Afin de pallier l'hétérogénéité des données et des taxinomies propres à chaque discipline, chaque chercheur et chaque base de données préexistante, les acteurs du projet ont mis en œuvre une démarche d'uniformisation des thesaurus. Le thesaurus Patriarche a fourni la base de cette réflexion qui tient compte des spécificités documentaires et linguistiques des corpus. Le volume de l'*Atlas historique de Bordeaux* consacré aux « sites et monuments » a permis d'expérimenter le nouveau classement taxinomique.

Le plan de référence du SIG est le cadastre actuel de la CUB (v. 2006) ; sont également disponibles deux autres couches géoréférencées que sont les cadastres de 1811-21 et 1850-55.

3. PHENOMENOLOGIE ET GESTION DES INCERTITUDES SPATIO-TEMPORELLES

3.1. Phénoménologie

Notre réflexion s'est fondée sur les nombreuses – et pionnières – publications générées par ToTopi. Toutefois, les méthodes et solutions envisagées à Tours ne sont pas assimilables point par point à Bordeaux. Il a fallu tenir compte d'un certain nombre de spécificités bordelaises, tant du point de vue des données que du point de vue des chercheurs et disciplines engagés.

La phase préliminaire à la création d'un Modèle Conceptuel de Données, selon la méthode HBDS initiée par F. Bouillé (1977), a permis de réfléchir sur une terminologie à connotation moins « matérielle ».

Les phénomènes élémentaires communs à l'ensemble des bases existantes ou à créer sont hiérarchisés en niveau, en fonction des interprétations possibles :

Niveaux	Phénomène	Sigle	Caractéristiques
Niveau 1	Elément	EL	Ne possède pas d'interprétation mais possède une chronologie (ex : un mur dans un contexte stratigraphique)
Niveau 2	Structure	ST	Possède interprétation et chronologie Contient un ou des EL (ex : une maison citée dans un acte foncier)
Niveau 3	Ensemble	EN	Interprétation complexe, chronologie Contient un ou des ST, un ou des EN (ex : un ensemble de structures formant un forum ; un lotissement signalé dans les sources foncières)

3.2. Questions des incertitudes spatio-temporelles

La participation à la dernière école thématique internationale du réseau ISA a également nourri notre réflexion concernant la gestion des échelles spatio-temporelles, des degrés de certitude/incertitude de l'information. Quelques règles simples ont été définies :

- localisation : jeu d'échelles multiscalaires tenant compte de la qualité descriptive de l'information (du levé précis de structures archéologiques au zonage pour les sources foncières)
- chronologie : utilisation de fourchettes chronologiques pour les datations amont et aval, et intermédiaire s'il y a... (double entrée période et datation chiffrée)
- changement de phénomène interprété (ST ou ES) : les changements d'emprise spatiale et/ou de fonction entraînent la mise en place d'un nouveau référent.

Considérer des données variées et non hiérarchisées n'est pas toujours facile, mais le projet tient à participer au renversement d'un schéma épistémologique stérile. Profitant d'expériences réalisées dans d'autres villes – la plupart rencontrée grâce au réseau ISA – TaBor ouvre des perspectives d'approches interdisciplinaires de l'urbain, alors que l'essentiel des réalisations en matière de SIG-ville mettent l'accent sur les données du sous-sol.