

Savoir faire français en Argentine

Claire Galpin⁽¹⁾

Le développement des populations et de leurs activités se traduit souvent par une évolution des modes de valorisation de l'espace. Dans de nombreux pays, on observe que la croissance démographique s'accompagne très souvent de mutations importantes de l'utilisation de l'espace foncier : croissance urbaine rapide, changements dans les activités agricoles, industrielles et touristiques qui marquent fortement le territoire. Or, la valorisation de l'espace exige une identification précise des biens fonciers et des droits. Il apparaît ainsi que le développement passe par la mise à jour ou la création d'une cartographie de référence, et par l'établissement de systèmes fonciers qui garantissent l'attribution des terres et le droit de propriété ou le droit d'usage.

Corrientes – Argentine

À l'arrivée des Espagnols, la majeure partie du territoire était peuplée par des indiens Guaranis. Ces tribus organisées en famille d'une centaine de membres étaient dirigées par un cacique de caractère patriarcal.

Les conquistadores furent envoyés par Juan Torres de Vera y Aragon jusqu'à un endroit connu comme *las Siete Corrientes* (les Sept courants). Malgré une constante hostilité des Guaranis, ils fondèrent le 3 avril 1588, un village qu'ils appelèrent *San Juan de la Vera des las Sietes Corrientes* en l'honneur de leur chef. Quelque 413 ans plus tard la province et sa capitale s'appellent simplement Corrientes.

Territoire ouvert, ondulations du relief ne dépassant pas 200 mètres, le destin de la Province de Corrientes, comme son nom l'indique, est d'unir les deux rios qui la ceinturent et les nombreux cours d'eau qui la sillonnent. Ses esteros présentent des secteurs marécageux couverts d'une

végétation exubérante, royaume du Yacaré (crocodile).

La Province de Corrientes est située à l'extrême Nord de la république d'Argentine. Avec les provinces d'entre Rios et Misiones, elle forme la Mésopotamie argentine entre les méridiens 27°10' et 27°30' Ouest de Greenwich et les parallèles 55°30' et 59°40' Sud.

La population est estimée à 800.000 personnes réparties sur un territoire de 89.000 km².

Le projet

Le projet *Mise en place d'un Système d'Information Territorial (SIT) et réorganisation du cadastre* est un projet qui s'inscrit dans le cadre du programme *Assainissement financier et développement économique des Provinces argentine*.

Ce programme doit permettre aux provinces de se doter d'outils per-



(1) Ingénieur diplômée de l'ESGT – Maître en Systèmes Cadastreux et Aménagement Foncier ESGT-ENSG-ENC – Géomètre Expert Foncier - Consultant international – Directeur technique du projet SIT-Cartographie de Corrientes Argentine

mettant une meilleure connaissance de leur patrimoine notamment foncier et de mettre en place des structures financières assurant le développement économique.

Le projet SIT est lui divisé en 3 volets techniques et 4 contrats distincts.

- Un contrat pour le projet *Cartografía* (Cartographie) qui concerne la saisie et la mise en place des données cartographiques (4.5 millions de dollars).
- Un contrat pour le *Censo* (Recensement) qui doit assurer la saisie de toute l'information alphanumérique du SIT à partir de la compilation de toute l'information existante et d'enquêtes systématiques sur le terrain (4.5 millions de dollars).
- Un contrat "*Sistema*" (Système) qui met en place la solution matérielle et logicielle ainsi que les développements informatiques spécifiques (4.5 millions de dollars).
- Un contrat relatif à la commission d'inspection pour la coordination et la maîtrise d'ouvrage des trois volets techniques (1.5 millions de dollars).

Ce projet représente donc un investissement de 15 millions de dollars pour la Province qui en assure le financement à hauteur de 30 % sur ses fonds propres, la Banque Mondiale prêtant les autres 70 %.

Les attentes de la Province quant aux problèmes principaux à solutionner sont les suivantes :

- Réajuster les évaluations foncières et les gérer avec un outil permettant une gestion massive.
- Incorporer toutes les améliorations urbaines afin de prendre en compte tous les mètres carrés existants et non enregistrés (Ils sont estimés à environ 2 millions de m²)
- Réévaluer et harmoniser les taxations fiscales
- Élaborer une cartographie globale géoréférencée
- Mettre en place un système permettant de fixer les limites juridictionnelles
- Harmoniser et systématiser la nomenclature cadastrale
- Systématiser et rendre obligatoire les déclarations fiscales afin de permettre l'actualisation du SIT.

Deux entreprises françaises (Spot Image et le cabinet Trenque-Rives-Saint Chamant) et une société argentine (Aeroespacio) se sont constituées en consortium appelé UTE (Union Transitoria de Empresa, sorte de GIE argentin) pour mener à bien ce travail. Le contrat initialement prévu pour 26 mois a été étendu à 32 mois pour cause de conditions climatiques difficiles et d'inondations.

Les acteurs

Le client

L'Argentine est un pays fédéral. Chaque Province possède son propre gouvernement. La *Dirección General de Catastro* DGC (Direction Générale du Cadastre) dépend du ministère des finances provincial. Elle est à l'heure du papier, avec un personnel trop peu nombreux et qui est le plus mal rémunéré de la fonction publique de la province. L'encadrement est assuré par des *Agrimensores* (Géomètres) ayant suivi une formation supérieure de 5 ans. Les agents techniques et administratifs sont souvent recrutés sans formation particulière.

Les volets techniques

Chacun des volets est dépendant l'un de l'autre : la cartographie donne la base graphique du système, le recensement assure la validité de l'information alphanumérique et la partie Système met en place les outils pour l'utilisation des données récoltées.

Cartographie

Deux entreprises françaises (Spot Image et le cabinet Trenque-Rives-Saint Chamant) et une société argentine (*Aeroespacio*) se sont constituées en consortium appelé UTE (*Union Transitoria de Empresa*, sorte de GIE argentin) pour mener à bien ce travail. Le contrat initialement prévu pour 26 mois a été étendu à 32 mois pour cause de conditions climatiques difficiles et d'inondations.

Recensement

Ce contrat n'a pas encore vu le jour et c'est un manque important pour l'efficacité du produit final.

Système

Les ordinateurs sont en place. Le personnel a été formé. Les applica-

tions spécifiques ont été développées. Le système est en sommeil pour de «basses» raisons économiques....

L'Inspection

Un bureau d'études de Buenos Aires épaulé par une équipe locale a assuré la coordination générale du projet et la supervision des contrats Cartographie et Système.

Le contrat cartographie

Le contrat est divisé en 7 chapitres appelés item.

1. Vols photogrammétriques
2. Appui terrestre
3. Aerotriangulation
4. Restitution digitale
5. Individualisation parcellaire urbaine
6. Cartographie des zones rurales
7. Individualisation parcellaire suburbaine et rurale

Les Vols photogrammétriques

Les zones à couvrir sont de deux types :

- Urbaines à l'échelle de 1/5000 au nombre de 29 sur 382 km²
- Suburbaines à l'échelle de 1/20000 au nombre de 44 sur 9116 km²

Cette prestation a été assurée par les forces aériennes argentines et supervisée par Oscar Vera Mantaras, consultant indépendant et créateur de la brigade aerophotogramétrique argentine.

Appui terrestre

En 1994, les Américains ont créé sur le territoire argentin un nouveau réseau géodésique, constitué de 127 points disséminés sur l'ensemble du territoire, mesurés par GPS et appelé POSGAR (POSitionnement Géodésique ARGentin). Ce réseau

POSGAR est défini par son ellipsoïde, WGS 84 et sa projection TM Gauss Kruger.

La cartographie classique du pays est, elle appuyée sur l'ellipsoïde de HAYFORD avec une projection TM Gauss Kruger. On appelle le système Campo Inchauspé.

Le pays est divisé en 7 fuseaux de 3 degrés. La province de Corrientes s'étend sur une partie du fuseau 5 et sur la quasi-totalité du fuseau 6.

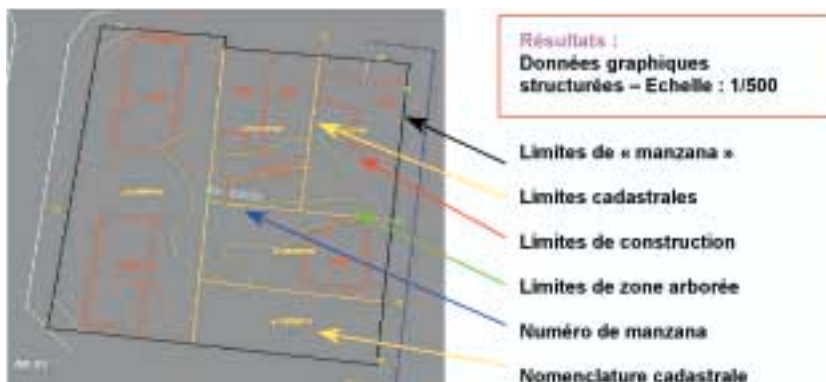
L'objectif du contrat est de densifier le réseau POSGAR sur la province en créant :

- Un réseau principal (*Red principal*) de 7 points appuyés sur les 2 points POSGAR existants dans la Province et constitué de 5 points du Campo Inchauspé et de deux points nouveaux.
- Un réseau secondaire (*Red secundaria*) de 22 points
- Un réseau de troisième et quatrième ordre constitué respectivement de 42 et 265 sommets.

Le cabinet Trenque-Rives-Saint Chamant a pris en charge tout le réseau géodésique, de son bornage à la livraison des coordonnées des sommets nouveaux. Cela a conduit à deux campagnes de trois mois sur place et au calcul d'un grand réseau géodésique de retour à Toulouse.

Compte tenu de l'étendue du territoire et des équipements à mettre en place, à ces réseaux géodésiques sont adjoints des réseaux locaux appelés *Red Basica Planialtimétrica RBP* (Réseau Basique Planialtimétrique). Ces réseaux couvrent les 29 zones urbaines avec 550 points.

Dans ce chapitre est également incluse la mesure des PAF, *Puntos de Apoyo Fotogramétricos* (Points d'Appui Photogramétrique). Mesurés par GPS, ils sont au nombre



de 805 pour les zones au 1/20000 et 620 pour les zones au 1/5000.

Aerotriangulation

Divisé en deux parties du fait des échelles à traiter, ce chapitre a été traité par ICMA, une société argentine spécialisée en photogrammétrie qui a eu en main plus de 1500 couples.

Restitution digitale

La restitution digitale est un chapitre classique des travaux de cartographie. Le contrat demandait la restitution de tous les détails topographiques, accidents naturels et artificiels et des constructions, le tout classé par couche d'information pour toutes les zones à restituer. Il était demandé de surcroît la couche altimétrie pour les zones urbaines.

Au final, un semis constitué des PAF et des points de passage entre couples a été livré, permettant ainsi de construire un modèle numérique de terrain.

Pour ce qui est de la restitution urbaine à l'échelle de 1/500, un groupe de géomètres professionnels a été employé pour effectuer le recensement et le complètement de terrain. Ceci a permis de figer l'adéquation entre limites apparentes et restitution et de mettre à profit la bonne

connaissance par des professionnels dans chaque zone géographique.

Individualisation parcellaire urbaine

Ce chapitre est la grande nouveauté par rapport aux autres contrats déjà exécutés en Argentine. En effet, les autres provinces ayant adhéré au programme d'assainissement financier avaient simplement mis en place une cartographie et une numérisation de la documentation cadastrale quand elle existe.

Ici en plus de la cartographie conventionnelle et numérique, il y avait obligation d'individualiser c'est-à-dire de reconnaître chaque parcelle répertoriée dans la documentation cadastrale.

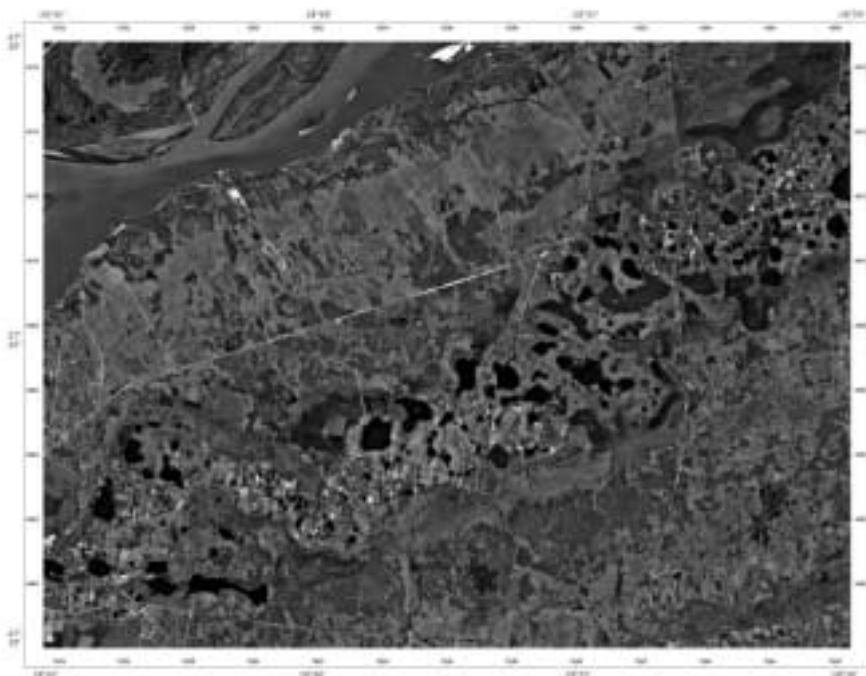
Le volet *Actualisation du cadastre* couvre la totalité du territoire de la Province c'est-à-dire 89 000 km² et plus de 250 000 parcelles dont 200 000 en zones urbaines.

Dans les zones urbaines, le plan cadastral était à créer totalement. En effet, il n'existe pas de plan cadastral, mais seulement une vaste documentation sous forme de dossiers contenant au mieux une *mensura* (plan régulier mesuré par un géomètre pour un bornage ou une division de terrain et rattaché à des éléments fixes du terrain) un croquis de conservation ou pire une simple déclaration.

Tous ces dossiers ont été compilés permettant de construire chaque *manzana* (pâté de maisons) comme un puzzle et de mettre en évidence l'adéquation entre limites apparentes et limites des titres de propriété.

Un plus grand poids a été donné aux limites apparentes, révélant ainsi des différences avec la définition fiscale des parcelles et permettant de mettre en évidence d'éventuels problèmes à résoudre dans le futur et notamment





lors du recensement. Une tolérance de 5% a été acceptée entre superficie graphique et superficie déclarée. Les parcelles dépassant cette tolérance au croisement des bases de données graphique et alphanumérique se sont vues affecter un code d'anomalie.

L'objectif final du Cadastre étant de produire un certificat cadastral, il a été convenu de saisir les cotes périmétriques déclarées et non de coter à partir du fichier résultant de la restitution et de l'individualisation.

Il est bien évident que le produit est loin d'être parfait et de correspondre à la documentation idéale pour un cadastre fiscal. Par contre, il a le mérite d'identifier les problèmes latents et permettre ainsi un traitement postérieur de toutes les anomalies rencontrées.

Cartographie rurale

La grande innovation en matière de cartographie est l'usage des images satellitaires pour mettre en place une cartographie digitale sur de grands territoires.

La province est couverte avec des images SPOT Panchromatiques

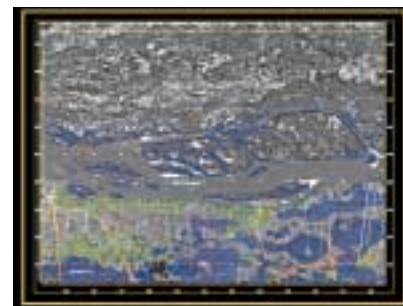
d'une résolution de 10 mètres, prises entre mars et septembre de 1995, période hivernale afin de profiter des basses eaux des rios alentour et du peu de végétation.

Les spécifications techniques de ce chapitre quoique concises sont suffisamment précises et donnent en quelques paragraphes les contraintes d'acquisition des images en terme de qualité, d'absence de nuages, d'appui pour la spatiotriangulation et de découpage.

Les images acquises sont scènes SPOT niveau 1A c'est à dire ayant subi des corrections radiométriques et géométriques standard.

La correction géométrique et le géoréférencement des images se font à partir d'un modèle physique exact, et non par un modèle approché ou par un ajustement mathématique fondé sur des calculs statistiques (modèle polynomial).

Le modèle utilisé met à profit la parfaite connaissance de tous les paramètres de la prise de vue de la scène, ainsi que des paramètres nécessaires



pour décrire localement la surface terrestre (points d'appui satellitaires). Cette méthode conserve l'excellente qualité géométrique intrinsèque de l'image fournie par les 6 000 détecteurs en ligne.

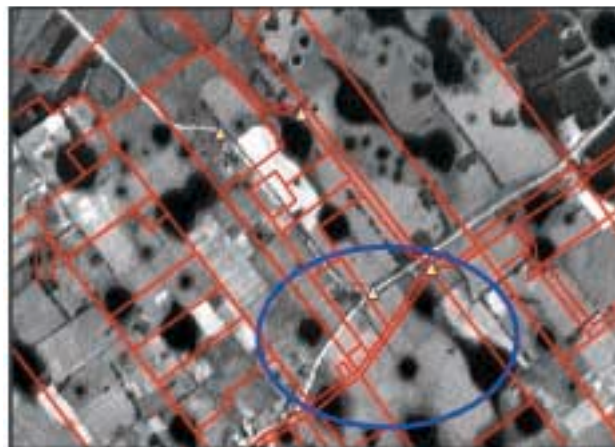
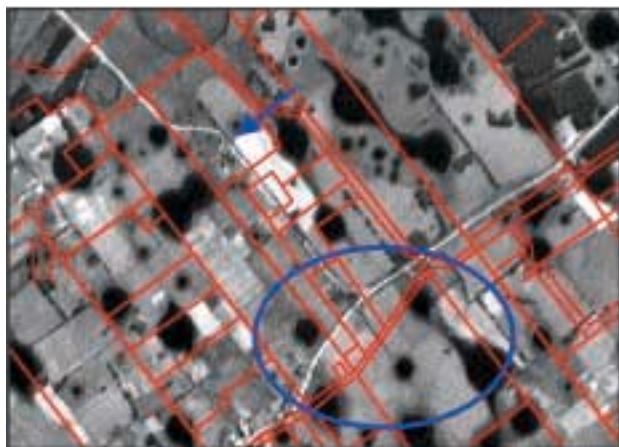
Le rééchantillonnage de l'image prend en compte les paramètres propres à la projection cartographique permettant ainsi d'obtenir une image superposable à une carte.

L'atelier de production de SPOT Image a réalisé la production des spatiocartes et notamment la spatiotriangulation. Cette méthode est appliquée à un bloc de scènes voisines. Ceci permet de géoréférencer et constituer la mosaïque de toutes les scènes d'une région, puis de redécouper cette mosaïque en blocs images correspondant aux coupures cartographiques.

Certains traitements d'amélioration de visualisation augmentent la lisibilité des images en fonction de leur utilisation. Ici le traitement du contraste local, certains filtrages, et le rehaussement de contour ont amélioré les spatiocartes pour la cartographie rurale et le cadastre, car cela a permis de mieux visualiser tous les réseaux routiers, hydrographiques, ferrés qui constituent l'ossature du plan cadastral, ainsi que les limites apparentes des parcelles.

L'ensemble des traitements géométriques et d'amélioration de visualisation facilitent grandement le travail du photointerprète, puisque les spatiocartes fournissent à la fois le fond

Dans les zones urbaines, le plan cadastral était à créer totalement. En effet, il n'existe pas de plan cadastral, mais seulement une vaste documentation sous forme de dossiers contenant au mieux une mensura (plan régulier mesuré par un géomètre pour un bornage ou une division de terrain et rattaché à des éléments fixes du terrain) un croquis de conservation ou pire une simple déclaration.



de carte géoréférencé, et le fond d'image universellement lisible.

L'atelier de Spot Image a pu ainsi traiter en quelques semaines une soixantaine de scènes SPOT couvrant 89 000 km² et produire 241 spatiocartes jointives.

À Corrientes, la UTE a créé un atelier de production cartographique employant 120 personnes, dans lequel les spatiocartes ont été photointerprétées pour établir la base d'une cartographie digitale vectorielle. Ce produit s'est imposé comme une étape permettant aux utilisateurs locaux de la cartographie de se familiariser à ces nouveaux produits numériques. L'ère Gutenberg n'a pas encore complètement fait place à l'ère Bille Gates.

Individualisation parcellaire suburbaine et rurale

Au départ le traitement des zones suburbaines était prévu dans le chapitre des zones urbaines. Or il existait un *registro grafico* (plan cadastral) pour les zones suburbaines et rurales, à l'échelle de 1/30 000 avec quelques agrandissements à l'échelle de 1/10000.

Les plans cadastraux existants ont été conçus, il y a une trentaine d'années en mosaiquant un vol photogrammétrique sans rectification et en calquant les photographies aériennes. Le plan au cours de ces trente années a été plus ou moins bien conservé et plus ou moins bien mis à jour. Ces plans ont donc été tout d'abord actualisés, puis scannés et vectorisés.

L'objectif étant de produire un nouveau plan cadastral prenant en compte la «réalité» du terrain, les fichiers vecteurs ont donc été adap-



tés, graticulés et ajustés sur les spatiocartes.

Ce traitement s'est fait globalement avec le software ArcInfo avec comme contrainte de garder une géométrie cohérente tout en adaptant au mieux aux éléments fixes du terrain, visibles sur les spatiocartes. En effet, une caractéristique du parcellaire Argentin est l'existence de *manzanas*, *chacras* qui sont de grands carrés géométriques. Il est donc par exemple, inacceptable de voir ces carrés devenir losanges après une transformation. Chaque département a donc été revu et arrangé manuellement.

L'atelier de production cartographique de Corrientes a travaillé pendant 18 mois aux tâches d'individualisation parcellaire des 252 000 parcelles de la province. L'atelier représente une équipe de 120 personnes qui ont travaillé en deux tours de 8 heures chaque jour. Toutes ces cheilles ouvrières sans lesquelles le projet ne serait pas ce qu'il est aujourd'hui

d'hui sont venues de l'université et de la Direction Générale du Cadastre. Certes elles ont profité du transfert de connaissance qui s'est ainsi mis en place mais elles ont également apporté leur connaissance du système.

CONCLUSION

Le projet a commencé en novembre 1996 et doit voir son point final dans quelques jours. Après trois ans de production active, les événements économiques et politiques ont rendu la clôture contractuelle de ce projet, longue et difficile.

Si j'ai beaucoup appris techniquement lors de ce projet au travers de l'analyse approfondie du système cadastral argentin, puis de sa brillante intégration dans un système d'information géographique, le plus grand bénéfice que j'ai pu en tirer est celui des relations humaines et de l'adaptation à un monde si proche et pourtant si différent de celui que nous connaissons en Europe. ●