

## LE PROGRAMME SIG-VERACRUZ (MEXIQUE) : LES OBJECTIFS, L'OPERATION DE TELEDETECTION

---

Winckell A.<sup>1</sup>

### RESUME

*Le Système d'Information Géographique du programme "SIG-Veracruz", qui est en cours de développement à Puebla, Mexique, depuis Mai 1989, est déjà partiellement opérationnel. Il intègre le cadre cartographique de base, les données des recensements et enquêtes les plus récentes et des informations référentes au domaine agricole (voir à ce sujet, le numéro 30 de ORSTOM-Actualités). L'intégration des résultats obtenus à la suite de l'étude du milieu naturel et par télédétection sera mise en oeuvre au cours de l'année 1991.*

### PREAMBULE

Ce court exposé a pour objectif d'effectuer une présentation rapide du "SIG-Veracruz", programme réalisé par des collègues affectés sur place <sup>2</sup> et de l'opération de télédétection liée à ce projet pluri-disciplinaire qui vise principalement à la constitution d'un Système d'Information Géographique en milieu rural

Dans le domaine de la télédétection, je ne vous présenterai ni résultats, ni même travaux préliminaires - puisque je n'ai pas encore commencé à travailler sur ce programme, mon affectation étant prévue en janvier 1991 - mais simplement les grandes orientations que nous allons développer au cours des prochains mois et quelques réflexions sur les problèmes que nous pensons rencontrer.

### LE SIG-VERACRUZ

L'ORSTOM et l'INEGI (Institut National de Statistiques, Géographie et Informatique du Mexique) collaborent depuis Mai 1989, sur un projet pilote consacré à la mise en place d'un Système d'Information Géographique.

L'INEGI, est un organisme national mexicain dont le champ de compétences est extrêmement vaste, regroupant la cartographie de base

---

<sup>1</sup> - Centre ORSTOM de Bondy, 72 route d'Aulnay, 93143 Bondy cedex

<sup>2</sup> - L'équipe ORSTOM chargée de la réalisation de ce projet est composée de trois membres : L. Cambrézy (Géographe ruraliste), D. Delaunay (Démographe) et M. Le Page (VSN, Informaticien). Elle bénéficie du soutien de M. Souris et D. Rémy (Informaticiens), sous forme de missions.

(domaine de l'IGN en France), les statistiques (celui de l'INSEE) mais aussi la quasi-totalité de la cartographie thématique d'inventaire (climatologie, hydrologie, géologie, pédologie, utilisation du sol, etc...).

Le SIG, installé dans la Direction Régionale de l'INEGI à Puebla, est destiné à couvrir l'état de Veracruz d'un système informatisé de gestion de l'information cartographique, thématique et statistique.

### Les moyens de mise en oeuvre

Les différents équipements installés sur place, respectent les standards de l'ORSTOM :

- une station de travail SUN 3/60, avec écran graphique couleur de 19 pouces et terminal alpha-numérique,
- un module de numérisation composé d'une table à digitaliser Benson 6301 et un micro-ordinateur PC-AT avec disque de 20 Mégas et carte EGA,
- une imprimante haute définition A4, TI OmniLaser 2106,
- une imprimante couleur A3, HP PaintJet XL,
- un traceur Calcomp 1044, 8 plumes.

Sur ce matériel ont été implantés les logiciels développés au LIA de l'ORSTOM :

- les différents modules du système SAVANE (Tigre, Mygale, Babel,...) pour la base des données,
- le système PLANETES pour l'exploitation de l'imagerie satellitaire.

### L'information intégrée

L'état de Veracruz, situé sur la côte atlantique du Mexique, couvre 72 000 km<sup>2</sup> (soit environ 1/8 de la France)!

Sur cette superficie étendue, l'information intégrée à la base SAVANE depuis le début du projet se compose :

- de références cartographiques de base
- de données statistiques
- d'une cartographie thématique.

• Les premières incluent :

- la cartographie de base à l'échelle de 1:50 000
- les unités censitaires élémentaires (2000 zones urbaines et rurales), les "AGEB"
- la tenure du sol avec près de 3000 unités de propriété sociale : "les ejidos".

• Les données statistiques sont de trois ordres :

- la population par commune d'après les recensements de 1970, 1980 et 1990 (16000 localités recensées)
- les statistiques économiques d'après les enquêtes de 1980 et 1990
- l'enquête nationale agricole "ejidale" de 1988.

• Une information thématique, qui correspond à une approche globale du milieu à des échelles variant de 1:1 000 000 à 1:250 000 (celles de la cartographie existante), et sur les thèmes suivants :

- climat (précipitations et températures)

- pédologie (unités taxonomiques selon la nomenclature FAO modifiée)
- géologie (ensembles stratigraphiques et lithologiques)
- couverture végétale et utilisation agricole des sols (forêts avec indications ponctuelles des variétés, pâturages, cultures annuelles, permanentes ou irriguées).

## **Les traitements actuellement disponibles**

Des exploitations partielles ou ponctuelles de cette information ont déjà été réalisées :

- Des cartes montrant l'évolution de la population ont été diffusées 2 mois après le recensement de mars 1990.
- Une synthèse locale a été élaborée à la demande du gouvernement de l'état de Veracruz sur la région du volcan "Cofre de Perote", caractérisée par une modification significative de la couverture végétale et des processus morphodynamiques actuels en expansion.
- Un atlas agricole est en cours de façonnement. Il diffuse les résultats de l'enquête agricole dans le cadre de la propriété sociale "les ejidos" et abordera la caractérisation de la tenure foncière et l'évolution de l'exploitation agricole des terres de la réforme agraire.
- De nombreuses autres expériences de traitement des données sont en voie de réalisation, qui visent à établir des croisements de statistiques d'ordre démographique et socio-économique avec les différentes entités spatiales recensées : unités censitaires élémentaires, tenure du sol, etc.

## **Les développements futurs**

Ils concernent l'intégration à la base de données et l'exploitation des informations ayant trait au milieu naturel et aux activités agricoles :

- La terminaison de la codification, sous forme analytique, des données caractéristiques des ressources naturelles renouvelables, de leurs limitations et potentialités à des échelles variant de 1:250 000 à 1:1 000 000, selon les sources disponibles.

Elles concernent essentiellement :

- le climat : températures, précipitations (totales annuelles, effets climatiques régionaux de saison sèche ou humide), déficits hydriques moyens annuels, nombre de mois écologiquement secs, fréquence du couvert nuageux, etc...
- la morpho-pédologie sous l'angle des facteurs limitants ou contraintes telles que pente, texture, pierrosité, profondeur, morphodynamique actuelle ou inondations, etc...
- la couverture des sols : grands types d'utilisation actuelle des sols, systèmes agraires, principales cultures.

• La mise au point de procédures de traitement de ces données, incluant les croisements avec les statistiques agricoles et socio-économiques disponibles :

- des zonages simples de type monothématique : les régions à moins de 5 mois secs, la localisation et l'étendue des sols sur pente inférieure à 12 %, les zones caféières, etc...
- des déterminations plus complexes de caractéristiques physiques, comme la détermination des terres irrigables ou mécanisables, des risques (potentiels et réels) d'érosion consécutifs aux processus de déforestation, ...
- des traitements multi-thématiques de données physiques et humaines, pour établir par exemple des croisements et comparaisons entre le zonage potentiel d'une culture (par la prise en compte des besoins de la plante, des caractéristiques climatiques, des limitations morpho-pédologiques), son implantation actuelle (par l'étude de l'utilisation actuelle des sols et des systèmes agraires) et les contraintes humaines et socio-économiques de la zone considérée.

En d'autres termes, utiliser les capacités du système SAVANE, pour répondre rapidement et de manière opérationnelle aux demandes des différents utilisateurs mexicains potentiels.

## L'OPERATION DE TELEDETECTION

L'intégration de l'imagerie satellitaire Spot et Thematic Mapper est évidemment programmée dans ce projet. La finalité principale de cette opération de télédétection est d'obtenir rapidement, et sur des surfaces relativement étendues, une information fiable, destinée à alimenter et actualiser la base de données du SIG, et cela dans les deux domaines spécifiques suivants.

### Aide à la caractérisation des paysages naturels et agro-écologiques

Nous avons vu que cette phase sera essentiellement réalisée à partir de l'information cartographique thématique existante, actuellement en cours de numérisation.

L'utilisation de la télédétection est réservée :

- pour tester, étalonner, vérifier et préciser la validité du découpage paysagique élaboré
- pour effectuer les ajustements nécessaires de la cartographie existante et l'extrapolation aux zones à couverture cartographique ou à information déficiente

## ETUDE DE L'EVOLUTION DE L'UTILISATION DU SOL

C'est surtout dans ce domaine que l'apport de l'imagerie sera essentiel, il permettra d'aborder les principaux thèmes de recherches suivants :

- modifications intervenues sur la frontière agricole : défrichements aux dépens de la végétation naturelle ou abandon d'anciennes terres agricoles, etc
- évolutions dans l'utilisation agricole des terres : changement des pratiques

agricoles ou association de cultures, permutation entre cultures et pâturages,

...

- conséquences et impacts de ces changements sur la gestion des ressources naturelles renouvelables : problèmes liés à la déforestation, phénomènes de morphodynamique actuelle et processus d'érosion, ...

Il s'agira donc de réaliser une "photographie" de l'utilisation agricole actuelle des sols, d'étudier et d'essayer de quantifier les changements intervenus par rapport aux données existantes dans la base SAVANE, et de procéder à leur actualisation.

Comme il est évident que ce type d'étude ne peut être envisageable (compte tenu des délais impartis) sur la totalité de l'état de Veracruz, nous n'étudierons que quelques secteurs localisés et représentatifs dont le choix reste à faire; vraisemblablement la partie centrale de l'état qui constitue une remarquable transect du tropical au froid.

Cette limitation volontaire de l'opération Télédétection dans le SIG-Veracruz, est en accord avec le but de ce programme, qui n'est pas de réaliser un inventaire exhaustif sur l'ensemble de l'état, mais plutôt de transférer un "savoir faire" par des exemples de traitement. Elle prend aussi en compte les disponibilités du personnel lié à ce programme et les diverses autres opérations qui restent à accomplir.

Quelques réflexions sur les contraintes

Dans l'état actuel de mes connaissances sur les modalités pratiques de cette opération, je vous ferai état de quelques réflexions concernant des contraintes méthodologiques, surtout liées au fait que la totalité de l'information produite est destinée à alimenter la base des données du SIG, sous forme opérationnelle.

- Une zone d'étude très étendue

Eu égard à la superficie de l'état de Veracruz (72 000 km<sup>2</sup>), deux modes d'étude ont été choisis :

- nous avons prévu de réserver l'utilisation de l'imagerie Spot (interprétations visuelle et numérique) pour l'étude des secteurs-test, représentatifs, de la zone centrale;
- nous utiliserons, pour les approches plus globales ou régionales, l'imagerie des satellites à grande couverture géographique, du type Landsat TM et MSS. La couverture satellitaire Landsat de l'ensemble de l'état se compose en effet de 5 images totales et 5 partielles.

- De l'interprétation des zones-test à l'actualisation de la base ?

L'état de Veracruz présente des caractéristiques physiques très diversifiées. Ses paysages s'échelonnent entre le niveau de la mer à l'est et des volcans culminant à 4 250 et 5 610 m à l'ouest. Les variations climatiques y sont aussi extrêmement accentuées entre les zones écologiquement sèches des hauts plateaux occidentaux (précipitations proches de 800 mm, 7 mois secs), par exemple, et leurs contreforts orientaux sur lesquels viennent buter les circulations humides (précipitations supérieures à 2000 mm). La couverture actuelle des sols, naturelle et agricole, varie dans les mêmes proportions; des agrumes, café, canne à sucre ou forêt tropicale humide sur les versants orientaux, à l'agriculture tempérée à froide d'altitude avec pomme de terre sur les plateaux occidentaux par exemple.

De fait, l'information satellitaire disponible se caractérise donc par une grande variabilité et hétérogénéité. Si l'interprétation des zones-test devrait permettre d'obtenir rapidement des résultats probants, il est évident que les paramètres d'interprétation seront très difficilement transférables à la totalité de la zone de recherches. De nombreuses incertitudes demeurent donc quant aux phases postérieures de généralisation de ces résultats en vue de l'actualisation de la cartographie thématique (l'utilisation agricole des sols en particulier) à l'ensemble de la zone étudiée.

• Quelle unité spatiale de référence ?

L'information socio-économique actuellement disponible, provient de divers recensements et est référencée par rapport au découpage administratif mexicain. Ces délimitations ne correspondent évidemment pas au zonage du milieu physique ou agricole par exemple.

Dans la mesure où le découpage politico-administratif est le cadre "institutionnel" d'intervention dans les domaines du développement agricole, entre autres, il n'est pas exclu que nous procédions localement à des essais de transformation et de recodage de l'information du milieu physique selon ce découpage conventionnel, afin de mettre à disposition des utilisateurs potentiels des données plus directement utilisables pour la planification agricole.

## LES PERSPECTIVES

S'agissant de la mise au point d'un SIG, destiné à devenir rapidement utile à la planification du développement, cette expérience et l'opération de télédétection qui lui est liée sont donc essentiellement centrées sur la production de données compatibles et utilisables dans la base de données du système SAVANE.

Nous envisageons cependant de mener conjointement, au sein d'un groupe de réflexion constitué sur ce thème depuis 1989, des recherches plus approfondies et fondamentales sur des essais de caractérisation globale et de cartographie régionale des paysages naturels (incluant les composantes agro-écologiques) par utilisation de système expert en télédétection.

Nous espérons ainsi être en mesure de vous présenter, au cours des prochaines Journées de Télédétection de Bondy, un exposé des résultats de l'ensemble de ces recherches...