



**HAL**  
open science

## Usage du sol, systèmes et paysages agraires dans le centre de l'Etat de Veracruz-Mexique : premiers résultats

Luc Cambrezy, Régine Chaume, Odile Hoffmann, Rafael Palma

### ► To cite this version:

Luc Cambrezy, Régine Chaume, Odile Hoffmann, Rafael Palma. Usage du sol, systèmes et paysages agraires dans le centre de l'Etat de Veracruz-Mexique : premiers résultats. SPOT 1- Utilisation des images, bilan, résultats, CNES, CEPADUES-Editions, pp.191-198, 1988. halshs-00463504

**HAL Id: halshs-00463504**

**<https://shs.hal.science/halshs-00463504>**

Submitted on 12 Mar 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**DANS LA MEME COLLECTION**

**Climatologie et observations spatiales**  
*Climatology and space observations*

**Spot 1. Premiers résultats en vol**  
*Spot 1. First in-flight results*

**Trajectoires spatiales**

**Technologie de l'environnement spatial**  
*Space environment technology*

**Qualité, composants et technologie électronique**  
*Quality, components and electronic technology*

**Mécanique spatiale pour les satellites géostationnaires**  
*Space dynamics for geostationary satellites*

**Etude comparative des systèmes magnétosphériques**  
*Comparative study of magnetospheric systems*

**Rapports isotopiques dans le système solaire**  
*Isotopic ratios in the solar system*  
*Actes de colloque - Proceeding of conference*

**La géophysique interne et l'espace**  
*Internal geophysics and space*

**Résultats du projet Arcad 3**  
*The Arcad 3 project*

**Recherches et sauvetage**  
*Search and rescue*

**Anneaux des planètes (U.A.I. n° 75)**  
*Planetary rings (I.A.U. n° 75)*

**Mathématiques spatiales**  
*Space mathematics*

**Le mouvement du satellite**  
*The motion of the satellite*

**Océanologie spatiale**  
*Space oceanology*

**Physiologie spatiale**  
*Space physiology*

**Gestion des grands projets spatiaux**  
*Management of large space projects*

**Formation des systèmes planétaires**  
*Formation of planetary systems*

**Symposium de la commission VII de la Société Internationale de Photogrammétrie et Télédétection**

**Symposium Symphonie**

**CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES**

**SPOT 1  
UTILISATION DES IMAGES,  
BILAN, RESULTATS**

**SPOT 1  
IMAGE UTILIZATION,  
ASSESSMENT, RESULTS**

Etudes des forêts de berge de Gambie et des critères de détection de la mortalité D. GUILLEMYN, C. MARTEL, G. FLOUZAT, F. BLASCO (G. S. Télé-détection de Toulouse, France (CESR - ICIV))	113
Utilisation du satellite Spot en agrohydrologie : détection de l'excès d'eau printanier en région herbagère J.L. LEJEUNE, A. MOKADEM, S. DAUTREBANDE (Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat Génie Rural II. B-5800 Gembloux, Belgique)	121

## Session : Géographie – Environnement.

Review on the Studies based on Spot Data in the Field of Geography and Environment K. TSUCHIYA (Remote Sensing and Image Research Center, Chiba University 1-33, Yayoi-cho, Chiba city, Chiba, Japan 260)	131
Evaluation de la biomasse herbacée en zone sahélienne dans la région du Sud-Tamesna (Niger) « Perspectives et limites d'utilisation des données Spot » G. de WISPELAERE <sup>(1)</sup> , B. PEYRE de FABREGUES <sup>(1)</sup> , R. GACHET <sup>(2)</sup> avec la participation de G. ANNOU <sup>(3)</sup> et I. KEITA <sup>(3)</sup> <sup>(1)</sup> Institut d'Elevage et de Médecine vétérinaire des pays tropicaux (IEMVT) Département Elevage du Centre de Coopération internationale en Recherche agronomique pour le Développement (CIRAD) Maisons-Alfort, France) <sup>(2)</sup> Institut Géographique National (IGN) Département Télé-détection Saint-Mandé, France) <sup>(3)</sup> Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN) Niamey, Niger)	139
Changes in species composition of heathland, monitored by means of remote sensing and field mapping : the results of the heispot project D.J. HARMS, J.T. de SMIDT, U. UITERWIJK <sup>(1)</sup> , E.H. VAN DE WAAL (Working Group Remote Sensing and Image Processing University of Utrecht, Utrecht, the Netherlands) <sup>(1)</sup> Eurosense b.v., Breda, the Netherlands)	153
Topography of an antarctic ice stream D.G. VAUGHAN, C.S.M. DOAKE, D.R. MANTRIPP (British Antarctic Survey, Natural Environment Research Council, Cambridge CB3 0ET, UK)	167
Spatial and spectral registration of Javanese landscape units with Spot J.P. GASTELLU-ETCHEGORRY <sup>(1)</sup> , D. ISAACSON <sup>(2)</sup> , D. DUCROS-GAMBART <sup>(3)</sup> P. HILLEGERS <sup>(4)</sup> , M. OBBINK <sup>(4)</sup> <sup>(1)</sup> PUSPICS, Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia) <sup>(2)</sup> University of Wisconsin, Madison, USA) <sup>(3)</sup> CESR, University of Paul-Sabatier Toulouse, France) <sup>(4)</sup> University of Wageningen, the Netherlands)	175
Comparaison des apports respectifs des données TM de Landsat 4 et HRV de Spot-1 à la cartographie de l'occupation du sol en zone littorale méditerranéenne R. MANIERE, J. COURBOULES, C. CHAMIGNON (Phytosociologie et Ecologie, Université de Nice, France)	181
Usage du sol, systèmes et paysages agraires dans le centre de l'état de Veracruz – Mexique : premiers résultats L. CAMBREZY <sup>(1)</sup> , R. CHAUME <sup>(1)</sup> , O. HOFFMANN <sup>(1)</sup> , R. PALMA <sup>(2)</sup> <sup>(1)</sup> Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM). <sup>(2)</sup> Instituto nacional de investigaciones sobre los recursos bioticos (INIREB))	191
Spot for earthquake hazard zoning in southern Italy R.J. ELSINGA, H.T. VERSTAPPEN (International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC) Enschede, the Netherlands)	199
Discrimination of sand transport rates and environmental consequences in central Egypt from Spot data T.A. MAXWELL, P.L. STRAIN (Center for Earth and Planetary Studies National Air and Space Museum Smithsonian Institution Washington, D.C. 20560)	209
Delineation of ephemeral fluvial networks on low-relief Piedmont surfaces, Plutonium valley, Nevada (USA) T.W. GARDNER, K.F. CONNORS, HAIYAN HU, G. W. PETERSEN (Pennsylvania State University, University Park, PA 16802)	215

Suivi de l'évolution saisonnière d'un milieu naturel de région tropicale humide, Peps n° 186 : Bangui - Centrafrique T. SIMON, M. SOURDAT, R. VERCESI, Y. BOULVERT <sup>(1)</sup> (Ministère de la Coopération Orstom <sup>2)</sup> , Integro)	221
---	-----

## Session : Agriculture tempérée

Application de Spot aux systèmes d'information agricole en milieu tempéré J. MEYER-ROUX (Centre commun de recherche des communautés européennes – ISPRA)	231
Potential use of Spot satellite data for the national resources inventory J.C. PRICE, F.R. SCHIEBE (Agricultural Research Service, USDA Beltsville, Maryland and Durant, Oklahoma)	239
Bilan des développements méthodologiques sur les inventaires agricoles utilisant SPOT et des enquêtes de terrain G. SAINT (Laboratoire d'Etudes et de Recherches en Télé-détection Spatiale, Toulouse, France)	245
Evaluation des surfaces des cultures annuelles et inventaire du territoire dans le bassin parisien par combinaison des enquêtes statistiques classiques et des données Spot (Peps 127) P. FOURNIÈRE (Service central des enquêtes et études statistiques du Ministère de l'Agriculture (SCEES)) H. GEROYANNIS, J.P. GILG (Laboratoire de télé-analyse du centre d'analyse et de mathématique sociale (CAMS-CNRS/EHESS))	251
Evaluation of automatic texture analysis for increased crop identification accuracy with Spot data S. FERNANDEZ, F. REDONDO, A. SEDENO, M. ANTES, N. ALSINA (CNIE - YPF)	261
Utilisation des données multitudes Spot pour l'estimation de la productivité du blé en région Ile de France (Beauce) P. BOISSARD, J.G. POINTEL (Inra Station de Bioclimatologie Thiverval-Grignon, France) J.P. MOREAU (Inra Station de zoologie Versailles, France)	267
An evaluation of multivariate Spot data for agriculture and land use mapping in the united kingdom N. JEWELL (UK National Remote Sensing Centre)	279
The suitability of Spot imagery for monitoring landscape patterns J.M.J. FARJON, P.G. LENTJES, W.J.C. HOFFNAGEL (Research Institute for Forestry and Landscape Planning « De Dorschkamp », Wageningen) F.B. VAN DER LAAN (National Aerospace Laboratory NLR, Amsterdam, the Netherlands)	295
Caractérisation, typologie et cartographie des prairies, pour une valorisation des ressources fourragères C.M. GIRARD (Laboratoire de Géobotanique INAPG Thiverval-Grignon, France) M. BENOIT, E. DE VAUBERNIER (Inra-Sad Mirecourt, France) Avec la collaboration technique de J. HUSSON, B. LAVALETTE, J. BARRIER de l'Inra-Sad Mirecourt	303
Les données du HRV pour les applications sur les ressources renouvelables au Canada J. CIHLAR, M. BERNIER, F.J. AHERN (Centre canadien de télé-détection, Ottawa, Ontario) O. DUPONT, J. SIROIS (Intera Technologies Limited, Ottawa, Ontario)	311
Spot-1 HRV data and vegetation amount P.J. CURRAN, F.M. DANSON, R.N. LEAFE (Department of Geography, University of Sheffield, Western Bank, Sheffield, S10 2TN, U.K.)	321
Essai d'inventaire de la vigne par images Spot obliques J. DELEZIR (CNES) M. GUY (GDTA)	327
Analyse des sols à l'échelle de la parcelle par télé-détection D. COURAULT, M.C. GIRARD (Institut National Agronomique Paris-Grignon)	333

USAGE DU SOL, SYSTEMES ET PAYSAGES AGRAIRES DANS LE  
CENTRE DE L'ETAT DE VERACRUZ - MEXIQUE : PREMIERS RESULTATS.  
LAND USE, SYSTEMS RURAL SYSTEMS AND LANDSCAPES IN THE  
CENTER OF THE VERACRUZ'S STATE (MEXICO) : FIRST RESULTS.

Luc CAMBREZY\*, Régine CHAUME\*  
Odile HOFFMANN\*, Rafael PALMA\*\*

\*Institut français de recherche scientifique pour le développement  
en coopération (ORSTOM).  
\*\* Instituto nacional de investigaciones sobre los recursos  
bióticos (INIRRB).

**RESUME (1).**

La diversité écologique et la variabilité des pratiques agricoles dans le temps comme dans l'espace, posent des problèmes méthodologiques particuliers. L'analyse multitemporelle et le traitement sur partition préalable de l'image sont des conditions nécessaires à la réalisation d'une cartographie rigoureuse de l'usage des sols. L'intégration de l'image satellitaire dans un système d'information géographique améliore les possibilités d'interprétation de l'image, en même temps qu'elle enrichit la base de données localisées.

**ABSTRACT (1).**

Ecological diversity and variability in agricultural practices both in time and space raise methodological issues. Multitemporal analysis and data processing on a precut image are necessary conditions before realizing a detailed land-use map. Integration of satellite imagery in a geographical information system increases possibilities of image interpretation as well as it enhances the spatialized data base.

**INTRODUCTION.**

Les travaux présentés ici correspondent aux tous premiers résultats du programme de recherche pour la région de Jalapa, état de Veracruz - Mexique (convention CNRS - ORSTOM, PEPS N° 164). Fondamentalement, on avait posé l'hypothèse d'une possible substitution de l'image satellite à la photographie aérienne pour des travaux de reconnaissance des conditions physiques et d'analyse du milieu rural. Cette hypothèse vérifiée on pourrait alors procéder à une cartographie rapide et actualisée de superficies importantes, dans chacun des thèmes de recherche retenus : morpho-pédologie, végétation naturelle, usage des sols, paysages et systèmes agraires, télédétection et systèmes d'information géographique. Les résultats sont très inédits selon les thèmes (2ème partie). L'extrême hétérogénéité du milieu comme les problèmes méthodologiques induits par cette diversité ont en effet considérablement compliqué la tâche (1ère partie).

(1) Ce travail a été réalisé en collaboration avec : au Mexique, R. ARIAGA, A. CAMPOS, D. GEISSERT, A. LOPEZ, (INIREB), E. MEZA, R. GUTIERREZ, (DGCP - SEP), R. PASQUIS (CIRAD) et E. ALMEIDA, L. ESCRIBANO, R. GOMEZ. en France, A. AING, B. LORTIC, I. RANNOU, M. RAKOTO, (ORSTOM - Bondy) ; D. CHAUME (CNUSC - Montpellier).

A) Une extrême diversité du milieu physique : les grandes divisions du milieu naturel.

Notre zone d'étude, soit l'essentiel de l'image 592-311, correspond à la partie centrale de l'Etat de Veracruz. L'effet de barrière provoqué par la "Sierra Madre Oriental" est ici accusé par la présence d'un important massif volcanique qui renforce les contrastes entre l'Altiplano et la Sierra (Schéma 1, et planche couleur 1).

1) LA SIERRA MADRE ORIENTAL.

La "Sierra Madre Oriental" correspond au versant Atlantique de l'Altiplano. Cette chaîne calcaire est traversée d'une succession d'appareils volcaniques très élevés coupant le Mexique d'Est en Ouest, de l'Atlantique au Pacifique.

I1 - Ce premier ensemble correspond aux "tierras templadas" ; c'est une zone de transition entre la plaine côtière aux caractéristiques climatiques franchement tropicales et les zones froides d'altitude. Entre 1000 m et 1800 m d'altitude cet étage bénéficie de précipitations oscillant entre 1200 mm et 2000 mm. La pente générale vers l'est est faible mais le réseau hydrographique s'enfoncé dans ce piémont par de profondes "barrancas" qui compartimentent le milieu. La formation végétale dominante est de type forêt mesophile, (planche couleur 2).

I2 - Cette unité appartient à l'axe néo-volcanique mentionné plus haut. A partir de 1800 m jusqu'au sommet du "Cofre de Perote", les pentes sont fortes, la température diminue sans toutefois permettre la formation de neiges persistantes (température moyenne au sommet : 4°). Si l'effet de barrière entraîne une très forte nébulosité au vent, les précipitations diminuent progressivement (1000 mm au sommet). La végétation passe successivement des feuillus (chênes) aux résineux puis à la prairie herbacée de type "Paramo" (planche couleur 3).

2) L'ALTIPLANO.

L'Altiplano mexicain correspond à un haut plateau tabulaire perché entre les deux sierras (S. Madre Oriental et S. Madre Occidentale) à 2000 - 2400 m d'altitude. Beaucoup plus sec dans son ensemble, l'aridité se renforce sous le vent des grands édifices volcaniques. A cette latitude, la formation de volcans a contribué au compartimentage de l'Altiplano en bassins endoréiques (ex. : Vallée de Mexico). La végétation se résume aux plantes grasses (yuccas - cactus) et aux formations herbacées, abondantes dans les dépressions salines.

III - En partant de l'Est la "Vallée" de Perote correspond au 1er bassin de ce type. Cet ensemble à 2400 m d'altitude est marqué par une très forte aridité (parfois moins de 400 mm). Ces faibles précipitations sont par ailleurs très inégalement réparties : En hiver, les très basses températures, voire les gelées, et l'absence de précipitations empêchent pratiquement toute production agricole. L'erosion éolienne sur un sol rendu pulvérulent par la sécheresse, devient très importante (planche couleur 4).

FIG - Cette unité s'individualise surtout par l'extension des couloirs de lave peu altérés accompagnés d'une végétation néophylle. L'ensemble domine la vallée de Perote de quelques

centaines de mètres. Les caractéristiques climatiques ne se différencient guère de celles de la Vallée. En revanche, la topographie devient nettement plus accidentée.

A cette diversité écologique correspond une importante variabilité spatiale et temporelle dans l'usage des sols. En quelques kilomètres on passe de la végétation herbacée d'altitude aux cultures tropicales (mangué, canne à sucre, café) ; ou encore de la végétation xérophile de l'Altiplano aride, aux cultures tempérées (maïs, haricot, pomme de terre, blé, avoine, blé...). Mais cette variabilité entre chaque zone, qui se manifeste par des cycles culturels très différents selon les étages, se double d'une forte variation dans les pratiques agraires à l'intérieur de chaque zone. Pour répondre aux objectifs fixés, on voit bien que la mise en place d'une méthode appropriée s'avérait indispensable.

B) - Organisation du travail et questions de méthode.

a) Le matériel utilisé.

- 2 images X S = 592 - 311 et 593 - 311. Créneau souhaité : Août - Septembre ; date obtenue : 29 Juin 1986. Expédition du matériel : Avril 1987.

- 2 images panchromatiques : 592 - 311 et 593 - 311. Créneau souhaité : Février, Mars, date obtenue : 21 Mars 1987. Expédition du matériel : Avril 1987.

Le retard dans le programme SPOT, comme la communication défaillante entre la France et le Mexique ont interdit tout travail sur parcelles d'entraînement au moment des prises de vue. Cette simultanéité avait été annoncée comme impérative ; un moindre mal a été d'effectuer ces observations en Juin 1987 (pour l'image XS). Les résultats restent cependant très peu satisfaisants tant il est difficile de reconstituer des états de surface à posteriori, surtout lorsqu'il s'agit d'un usage des sols dans un milieu aussi diversifié.

b) Les traitements.

- Les traitements photo-chimiques ont été réalisés au Laboratoire de l'ONSTOM - Bondy. Les échelles de travail retenues sont : 1/250 000, 1/100 000 et 1/50 000. Pour quelques études plus localisées, des agrandissements au 1/20 000 sont en cours de réalisation à partir de nouveaux négatifs issus des données numériques.

- Les traitements numériques :

- au Centre National Universitaire Sud de Calcul (CNUSC) : environnement IM/CMS sur le système HACIENDA (IBM) ; utilisation des logiciels ELIPS et STIMDI.

- à l'atelier de télédétection et au laboratoire d'infographie (ONSTOM - Bondy) : pour l'intégration de l'image dans le système d'information géographique, en cours de création pour le centre Veracruz système TIGER.

- au Mexique : absence de moyens de traitement d'images. Utilisation prochaine des logiciels THOR (J.-F. PARROT) et THOPICA (H. CHEVILLOTTE) sur PC. AT doté d'une carte graphique couleur.



## LES RESULTATS

**Usage des sols.**

A l'étage supérieur, au dessus de 2000 mètres, les forêts de pins se distinguent aisément par une valeur de réflectance spécifique. Un traitement par classification supervisée permet une cartographie élémentaire et rapide à partir de parcelles d'environnement (voir pl. coul. 5 et 6). De même les sols nus (pl. coul. 7 et 8) et les parcelles de fèves se repèrent aisément dans le parcellaire de la vallée de Perote, à l'ouest. Les parcelles de pommes de terre, sur les fiances du Cofre de Perote, sont plus difficiles à cartographier du fait d'un calendrier agricole différé au vent et sous le vent du Cofre, donc des états végétatifs différenciés.

On retrouve ces mêmes problèmes - calendrier agricole étalé et petit parcellaire - dans l'étage intermédiaire, de 1400 à 2000 mètres d'altitude, pour le maïs. Au sud où domine un système d'exploitation sur brûlis, en petite propriété, la mosaïque forêt - pâturage - jachère - maïs est telle que la cartographie de chaque élément est impossible. Vers le nord un système à grand parcellaire pâturage - maïs permet l'individualisation des deux termes et leur cartographie. Plus que les usages des sols, ce sont les systèmes, ou grandes combinaisons agraires qui sont identifiés. Pour les pâturages les réflectances varient en fonction de la densité de la strate arborée (Acacia Pennatulata).

A l'étage inférieur, de 600 à 1400 mètres, les caféières ont des réponses radiométriques voisines de celles de la forêt caducifoliée (voir planche couleur 9). Dans les deux cas la structure verticale de formations végétales est complexe avec étagement de strates arborées. Toutefois des distinctions semblent possibles selon la nature de l'ombrage (espèces et densité) et feront l'objet d'études plus approfondies. L'autre grande culture de cet étage écologique, la canne à sucre, a un cycle de 12 à 18 mois suivant les plans de campagne. Il s'ensuit qu'indépendamment de sa hauteur et de son recouvrement au sol, la canne à sucre présente des valeurs de réflectance très variées. On s'achemine vers une recherche de corrélations entre réflectance et dates de semis, maximum de l'activité chlorophyllienne, taux de sucre et pratiques agricoles.

Le traitement numérique a été initié par la création d'une sous-image de 1500x1500 points recouvrant une partie de l'Altiplano dans la région du COFRE. A partir des zones thématiques déterminées par des études approfondies de terrain, des polygones ont été créés ainsi que les domaines thématiques inscrits. Les histogrammes correspondants ont permis de déterminer les signatures spectrales des parcelles thématiques tests et de généraliser ces valeurs pour cartographier l'ensemble de la sous-image "COFRE" : les traitements par lissage et par érosion dilatation ont été également utilisés.

Les planches couleur présentées en annexe se réfèrent toutes à des thèmes que l'on peut assez aisément séparer. Pour le reste, les traitements appliqués à des fenêtres trop grandes (pl. coul. 10) sont sources d'importantes erreurs. On aboutit alors à une contradiction majeure : d'un côté, on attend beaucoup d'un outil qui permet théoriquement de couvrir de grands espaces à moindre coût - de l'autre, la rigueur impose de travailler sur de petites fenêtres sur lesquelles on contrôle à peu près les variables.

**Systèmes et paysages agraires.**

On a vu que la cartographie de l'usage des sols nécessite des

données répétitives et qu'il est nécessaire, en tous cas plus fiable, de travailler sur des zones homogènes (et par conséquent d'étendue réduite). A l'inverse, l'approche du milieu rural en terme de paysages ou de systèmes agraires s'annonce extrêmement riche grâce à l'excellente résolution de l'image panchromatique, parce qu'elles permettent des études de la fois détaillées et couvrantes, ces images apparaissent comme un nouvel outil au service de la difficile question des changements d'échelle.

Dans cette perspective, une étude a été entreprise dans la vallée de Perote (figure 1 - unité II 1). L'analyse combinée des deux dates laisse apparaître un phénomène de bordure très intéressant (figure 2). Il s'agit là d'espaces de transition à la limite entre les deux grandes unités, Sierra et Altiplano, qui, selon les saisons, s'apparentent à l'un ou l'autre de ces deux grands ensembles.

A partir des critères de texture, structure, couleur, on a procédé à une division de la vallée en "unités de paysages". Les premières recherches sur le terrain montrent tout l'intérêt de cette approche, puisque cette division se superpose dans une large mesure à la tenure de la terre (fig. 3).

**Télétection et système d'information géographique (SIG).**

L'interprétation de l'image Satellite fait très souvent appel à des informations exogènes : par exemple, introduction de la limite d'altitude de 1800 m. (limite du gel), comme facteur discriminant entre forêt de feuillus et caféiers avec ombrage (de feuillus également).

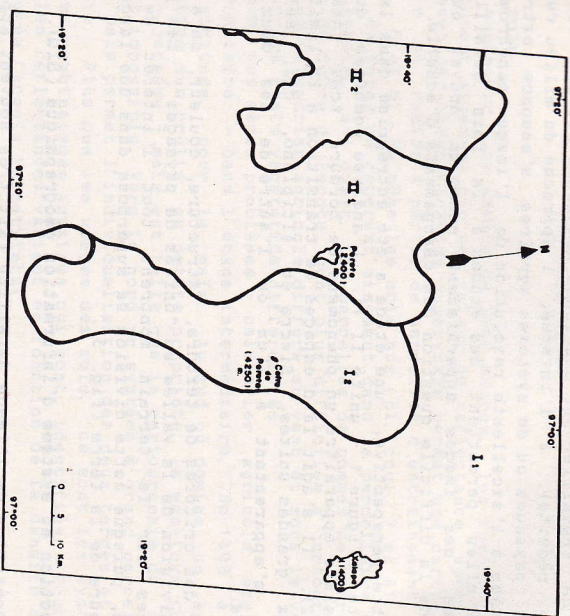
Outre les aspects d'aide à la cartographie (adjonction de routes, de noms de lieux ...) on voit par cet exemple tout l'intérêt de l'intégration de l'image dans un SIG. En effet, la partition raisonnée de l'image en unités homogènes améliore très sensiblement la qualité des traitements statistiques sur les valeurs de réflectance. L'étude des phénomènes dynamiques est un autre avantage de cette intégration. L'image est alors considérée comme une source d'information, au même titre qu'une carte. La simple superposition d'une carte de la végétation à une date donnée (pl. coul. 11) à l'image SPOT plus récente (pl. coul. 12) devrait permettre l'étude de ces évolutions.

Cette intégration pose cependant des problèmes techniques et méthodologiques. En effet, outre les questions de projection, de fenestrage, de recalage (coordonnées géographiques différentes sur les cartes et l'image) et d'angle de prise de vue, la mise en relation de documents n'ayant ni la même définition ni le même type et volume d'information, pose de sérieux problèmes méthodologiques. Enfin, cette comparaison n'a de sens que si les deux documents (carte et image satellite classifiée) sont fiables. Il faut donc mettre au point des procédures de vérifications de terrain suffisamment rapides pour permettre l'étude de superficies importantes.



LES GRANDES DIVISIONS NATURELLES

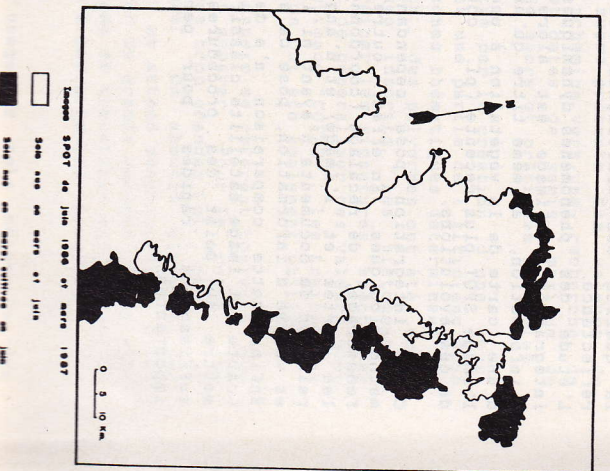
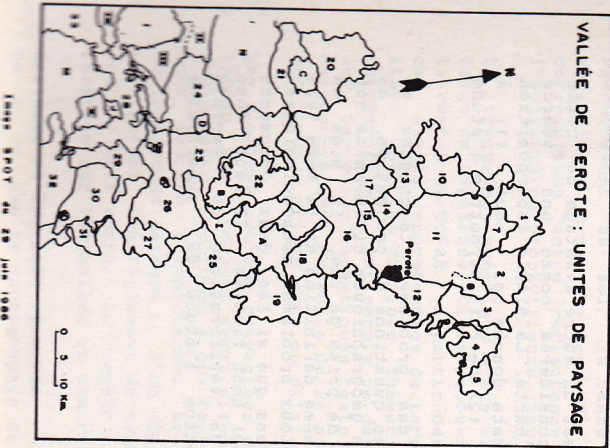
Image SPOT de 29 Juin 1986



SCHEMA N° 1

- Legende :
- I Sierra Madre Oriental
  - II Massif volcanique du Centre de Perou
  - III Vallée andirique de Perou

EVOLUTION DE LA LIMITE DES SOLS NUS DANS LA VALLEE DE PEROTE AUX MOIS DE MARS ET JUIN



SPOT 1 HRV 1 592-311 29 JUN 86



Figure 1 - Contact Altiplano Sierra Madre oriental. USAGE DU SOL, SYSTEMES ET PAYSAGES AGRAIRES DANS LE CENTRE DE L'ETAT DE VERA CRUZ (MEXIQUE).



Figure 2 - Terres tempérées au vent du volcan

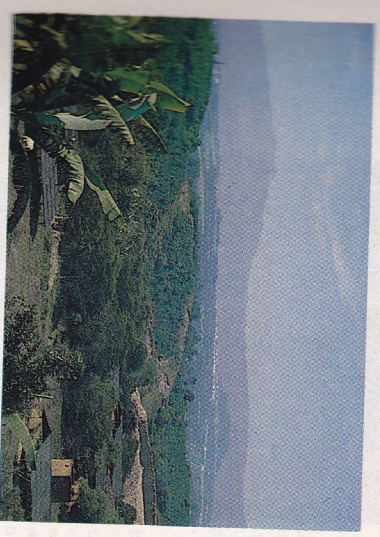


Figure 3 - Du tropical (café, canne à sucre) aux terres d'altitude

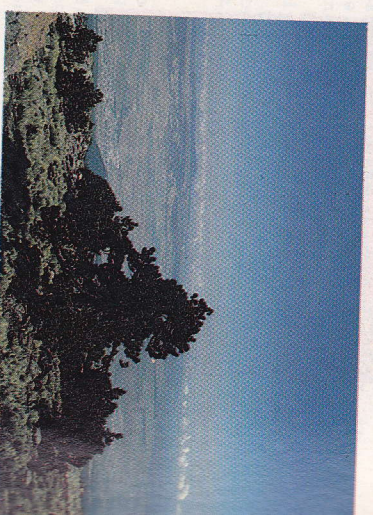


Figure 4 - Sous le vent du volcan : l'Altiplano aride



Figure 5 - Parcelles d'entrainement



Figure 6 - Parcelles d'entrainement



R.J. ELISINGA and H.Th. VERSTAPPEN

International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC)  
Fuschede, The Netherlands

ABSTRACT

The geology and geomorphology of the (1980) earthquake area in southern Italy has been studied using SPOT stereo images (1:100,000 and 1:200,000), with the aim of arriving at a method of earthquake hazard zoning that would also be applicable to other areas of similar terrain configuration and structure. SPOT images have proved very useful in outlining terrain units and deciphering complex geologic structures, particularly because of its stereoscopic capacity. Lithology, dip direction, slope angle and lineaments are major elements governing the distributional pattern of earthquake hazards that, in the area, comprise mainly mass movements, vibration and soft ground conditions. Slope angles were measured using the Melk/ITC slope meter. A major advantage of SPOT images also proved to be the much better detection of lineaments, particularly in comparatively non-resistant rocks, such as the varicoloured clay deposits (flysch) and the Plio-pleistocene sediments, where landsliding is most common. Extrapolation of the method to the upper-Agri basin, situated farther to the southeast, proved feasible.

OBJECTIVES AND SURVEY METHODS

The main objective of the project was to explore the potential use of SPOT stereo images for geomorphologic mapping and terrain assessment geared to earthquake hazard zoning and subsequent disaster mitigation. More specifically the results of this survey were compared, with the results obtained previously using aerial photographs and Landsat images. The possibility of extrapolating the hazard zoning to other, nearby areas of comparable geomorphology, lithology and structure, and thus the more general applicability of the survey methods developed, was also assessed.

For an objective assessment of SPOT images an area was selected for which surveys had been carried out previously (1986 and earlier) using only aerial images in the first place, but also encompassing re-interpretation of the earlier aerospace data.

MAPPING LITHOMORPHOLOGIC UNITS AND GEOLOGIC STRUCTURES

The area is situated in the region of Campania, southern Italy. It is drained by the Ofanto and Sele rivers to the Adriatic Sea and the Tyrrhenian Sea respectively. It was severely hit by an earthquake in November 1980 (Richter 6.8), the epicenter of which is within the area of study near the town of Laviano along a west northwest east southeast fault. The area meant to serve for the extrapolation of the results covers the upper and middle part of the Agri river basin. It is situated farther to the southeast and was (almost) not affected by the 1980 quake. Also earlier surveys had been carried out in this area, using aerial photographs and Landsat images. Extensive field data were collected in both areas.

Areas susceptible or affected by mass movements and soft ground areas with high phreatic levels susceptible to liquefaction were outlined. Drainage patterns and infrastructure have been analysed. Specific attention was paid to the delimitation of lithomorphologic units, the study of slope characteristics and the analysis of lineament patterns.



Figure 7 - Parcelles d'entraînement des sols nus



Figure 8 - Cartographie des sols nus à partir des valeurs des parcelles d'entraînement



Figure 9 - Classification parallélépipède : en rose, le café, en beige, les pâturages, en rouge, les résineux, en violet les défrichements d'altitude



Figure 10 - analyse en composantes principales, composition colorée des deux premières composantes : café en vert sombre, pâturages en vert clair et bleu

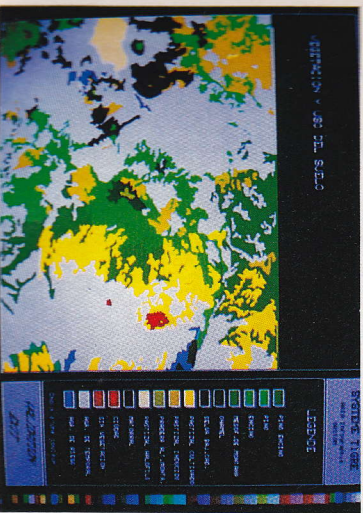


Figure 11 - Constitution d'un système d'information géographique (système TIGre

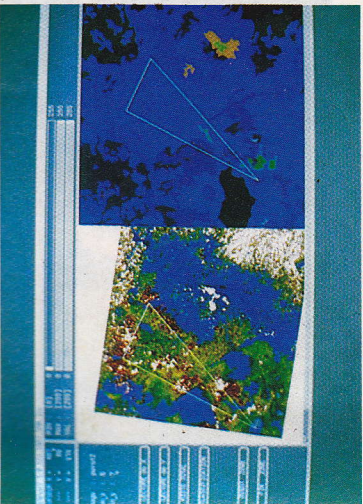


Figure 12 - Intégration de l'image SPOT dans le système d'information