

**1990-3 et 4**

**29<sup>e</sup> année**  
**Septembre-Octobre-Novembre**

# **PHOTO Interprétation**

**Images aériennes  
et spatiales**

**ÉDITIONS ESKA**

Mission : CNES - SPOT 1  
Scène : 547-286 du 08/01/1987  
Echelle : 1/250 000  
Carte : CTENAL - Mexique. Feuilles I 11-2, I 11-3, H 12-2, H 12-3

## ESSAI DE CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS VÉGÉTALES D'ALTITUDE DE LA SIERRA JUAREZ (MEXIQUE) À PARTIR DE L'IMAGERIE SPOT (1)

M.-F. PASSINI

Laboratoire de Botanique Tropicale, Université Paris-VI, Paris, France

et

B. LACAZE

Centre National de la Recherche Scientifique, Centre L. Emberger, Montpellier, France

Le système montagneux de direction générale NW-SE qui s'élève au nord de l'Etat de Basse Californie (Mexique), s'étend entre 30°40' et 32°45' de latitude nord d'une part, 115°20' et 116°30' de longitude ouest d'autre part. Il comprend deux massifs, au nord la Sierra Juarez, au sud la Sierra San Pedro Martir. Afin de tester l'intérêt de l'imagerie SPOT pour l'étude des formations végétales d'altitude de ce système montagneux, nous avons choisi une zone située à l'ouest de la Sierra Juarez.

### MÉTHODOLOGIE

L'image présentée est extraite de la scène SPOT du 8 janvier 1987, et comprend 1 100 x 1 900 pixels, soit une surface au sol d'environ 22 km x 38 km.

Un indice de végétation de type ratio,  $IV = 50 \times XS3/XS2$ , a été calculé. Ce type d'indice a été retenu à cause de sa simplicité et parce qu'il existe une bonne corrélation avec l'indice foliaire des couverts végétaux [3]. Cette relation linéaire reste valide pour des indices foliaires élevés dans le cas des forêts de résineux [5]. La figure 1, page 20, présente une visualisation en couleurs de cet indice. La gamme de couleurs va du blanc au rouge.

Par la suite, une composition colorée en Intensité-Teinte-Saturation [1] a été réalisée (figure 2, page 20). L'intensité est affectée au canal rouge (XS 2). Une augmentation de contraste a été réalisée en prenant en compte la moyenne et l'écart-type des valeurs dans ce canal. La teinte traduit les valeurs de l'indice de végétation mentionné plus haut. Une fonction linéaire permet d'étaler les couleurs entre les valeurs 40 et 104, choisies après examen de l'histogramme des valeurs de l'indice de végétation. La saturation est constante et égale à la valeur maximale. Sur la figure 2, les tonalités noire et blanche traduisent respectivement des valeurs très faibles et très fortes de luminance dans le canal XS 2, tandis que les autres couleurs (du rouge au bleu, en passant par le jaune et le vert) correspondent aux variations de l'indice de végétation.

Le traitement des données a été effectué à l'aide du logiciel STIMDI [2] ; la restitution finale sur papier est obtenue grâce à une imprimante électrostatique couleur VERSATEK.

### RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

Sur ces images, on reconnaît quelques unes des principales formations végétales décrites dans l'étude préliminaire de la Sierra Juarez [4].

La figure 1, page 20, contient des informations relatives à la distribution de l'indice de végétation. Les zones homogènes qui correspondent à quelques pixels ne peuvent être représentées à cette échelle. Nous avons choisi cinq zones définies par la dominante d'une couleur.

Le blanc (1) correspond, soit à des étendues d'eau permanente (Laguna de Hanson, 1a), soit à des terrains inondables non couverts de végétation (1b). Des unités blanches de petite taille se distribuent dans les formations 2 et 3.

Le bleu (2) indique sur le terrain la roche ou le sol visible, soit dans une végétation basse très ouverte à *Rhus toxicodendron*, *Adenostoma pl. sp.* ou dans des coulées grises d'*Artemisia tridentata* (2a), soit dans des formations de *Pinus jeffreyi* ouvertes à la suite d'exploitation intensive ou de chute massive des troncs (2b). On les observe aussi à l'intérieur de la zone de couleur verte.

Le vert (3) correspond à un indice de végétation plus élevé que celui représenté par les couleurs précédentes. Les zones vertes homogènes, de très petite taille, correspondent à des formations basses à *Adenostoma fasciculatum* ou à *Quercus sp.* Il est plus aisé de cerner des types où le vert est associé au bleu (3a), auquel s'ajoutent des éléments rouges (3b), et un type où le vert se mélange au jaune (3c). Pour attribuer un sens exact à chacun d'eux, nous envisageons un échantillonnage de terrain plus approfondi.

Le jaune (4) correspond sur le terrain à des formations ligneuses basses à *Adenostoma sparsifolium* et *A. fasciculatum* ou à des formations à *Quercus pl. sp.* Les éléments de couleur jaune s'associent à des éléments de couleur rouge.

Le rouge (5) traduit la valeur la plus élevée de l'indice de végétation. Il se rencontre à trois niveaux différents 5a, au SW, sous forme d'éléments à contour géométrique qui indiquent des cultures fortement chlorophylliennes (luzerne, céréales d'hiver); 5b, au centre de l'image, éléments à limites irrégulières formations ligneuses hautes à *Pinus jeffreyi* dominants et/ou à Chênes; 5c, à l'est de l'image, dans la zone mixte 3b, qui sont de petites zones rouges correspondant à de petites formations à *Pinus jeffreyi* et/ou *P. quadrifolia*.

(1) Ce travail s'est déroulé dans le cadre des accords franco-mexicains CNRS - CONACYT, et plus particulièrement à l'intérieur du programme d'étude des milieux terrestres de Basse Californie.

La figure 1 montre déjà l'intérêt que l'imagerie SPOT offre pour l'étude des formations végétales d'altitude. L'hétérogénéité de l'aire 3b, qui sur le terrain montre une mosaïque d'éléments de petite taille, apparaît nettement sur cette figure. Un répertoire des micro-unités de végétation définies par la couleur (traduction de l'indice de végétation) peut être dressé à une échelle plus grande que celle proposée ici. Un échantillonnage de ces micro-unités complété par des mesures radiométriques permettrait ensuite une cartographie extensive à grande échelle.

Sur la figure 2, page 20, la neige, qui couvre le quart NE de la vue, présente un fort contraste avec le reste de l'image. L'ombre portée des microreliefs, due à la faible hauteur du soleil (33 lors de l'enregistrement), apparaît en noir. Les diaclases et les microfailles des roches plutoniques, qui constituent l'ensemble du massif montagneux, sont nettement visibles. De même sont visibles les vallées NS et le chemin qui conduit à la Laguna de Hanson. D'ouest en est, 5 aires principales se distinguent nettement et se distribuent selon un gradient d'altitude croissante.

Une aire cultivable (1) qui s'étend à une altitude inférieure à 750 m. Elle se subdivise en parcelles cultivées et en parcelles au repos au moment de la prise d'image.

Une aire de végétation basse ouverte (2) dont la limite supérieure coïncide avec la courbe des 1000 m.

Une aire (3) où dominent les formations végétales fermées, hautes de 2 à 4 m, à *Adenostoma sparsifolium*, *Arctostaphylos pungens*, *Adenostoma fasciculatum*, espèces à feuilles persistantes. On y distingue nettement des aires restreintes de couleur bordeaux. Celles-ci correspondent à des aires brûlées deux ou trois ans avant la prise d'image.

Une aire à *Pinus jeffreyi* (4), dans laquelle s'insinue souvent la formation précédente. Des aires récemment brûlées de couleur bordeaux s'y distinguent aussi.

Une aire perturbée par le feu, les coupes à blanc et le pâturage (5), composée de microformations hautes à *Pinus jeffreyi* et/ou *Pinus quadrifolia* (en bleu sur l'image), ou basses à *Arctostaphylos pungens*, *Ceanothus cuneatus*, ou encore à *Artemisia tridentata*, et d'aires ouvertes à sol nu (en jaune sur l'image).

## CONCLUSION

Les deux traitements utilisés ici apparaissent complémentaires. L'indice de végétation de type ratio, seul, permet une analyse à moyenne ou grande échelle des formations ligneuses et de leur imbrication. La combinaison indice de végétation et canal XS 2 (figure 2) permet de mettre en évidence des aires plus vastes en associant formations végétales et topographie. Le principal intérêt des documents présentés réside dans leur aptitude à fournir rapidement un zonage à l'échelle régionale et une base d'échantillonnage pour des études plus détaillées. Une campagne radiométrique au sol serait à envisager pour d'une part préciser la séparabilité spectrale des espèces à feuilles persistantes des genres suivants *Pinus*, *Quercus*, *Adenostoma* et *Arctostaphylos*, d'autre part apprécier l'incidence de l'ouverture et de la hauteur des strates sur leur réponse radiométrique globale.

## RÉFÉRENCES

- [1] BUCHANAN (M.D.) – 1979. Effective utilization of colour in multidimensional data presentations. *SPIE Adv. in Display Technology*, Vol. 199, pp. 9-19.
- [2] CHAUME (D.) – 1989. *Le logiciel STIMDI (Système de Traitement des Images Discrétisées), version 1.1*. Document CNUSC, Centre National Universitaire Sud de Calcul, Montpellier, 95 p.
- [3] LACAZE (B.) – 1990. The relationships between remotely sensed vegetation indices and plant canopy properties. In *Satellite remote sensing for hydrology and water management the Mediterranean coasts and islands*. E.C. BARRETT, C.H. POWER and A. MICALLEF Eds. Gordon and Breach Science Publishers, Montreux, Switzerland, pp. 137-151.
- [4] PASSINI (M.-F.), DELGADILLO (J.) et SALAZAR (M.) – 1989. L'écosystème forestier de Basse Californie composition floristique, variables écologiques principales, dynamique. *Acta Oecologica. col. Plant.* 1989, vol. 10, n° 3, pp. 275-293.
- [5] PETERSON (D.L.), SPANNER (M.A.), RUNNING (S.W.), TEUBER (K.B.) – 1987. Relationship of thematic mapper simulator data of leaf area index of temperate coniferous forests. *Remote Sensing of Environment*, 24, pp. 419-422.