

## LA PRESQU'ÎLE DE SETÚBAL EN IMAGE SATELLITAIRE LANDSAT TM

WILFRIED ENDLICHER<sup>1</sup>  
BEATE FLECHTKER<sup>2</sup>

**Resumé** – L'occupation du sol et les changements actuels dans l'agriculture et l'organisation de l'espace sur la presqu'île de Setúbal sont interprétées à l'aide d'une image du satellite Landsat-TM datant de 1991. La classification visuelle se base sur une analyse des composantes principales. La proximité de la métropole entraîne une suburbanisation assez impressionnante sur la Gândara de Setúbal où de vastes forêts de pins ont été plus ou moins légalement transformées en villages ou en résidences secondaires. Les données satellitaires permettront dans l'avenir un meilleur contrôle de l'utilisation du sol dans les environs de Lisbonne.

**Mots-clés:** Occupation du sol, télédétection, landsat, presqu'île de Setúbal.

**Resumo** – **IMAGEM DE SATÉLITE LANDSAT TM DA PENÍNSULA DE SETÚBAL** – A ocupação do solo e as modificações actuais na agricultura e na organização do espaço da Península de Setúbal são interpretadas a partir de uma imagem do satélite Landsat-TM de 1991. A classificação visual baseia-se numa análise em componentes principais. A proximidade de Lisboa ocasiona uma suburbanização impressionante na Gândara de Setúbal, onde vastas florestas de pinheiros foram mais ou menos legalmente substituídas por aldeias ou em residências secundárias. As imagens de satélite permitirão um mais eficaz controle da ocupação do solo nos arredores de Lisboa.

**Palavras-Chave:** ocupação do solo, teledeteccção, Landsat, Península de Setúbal.

### I – INTRODUCTION

Les différentes générations de satellites américains et européens ont fourni des données qui depuis 1972, année du lancement du premier satellite destiné à

---

<sup>1</sup> Professeur. Geographisches Institut. Humboldt – Universität zu Berlin. Chausseestr. 86 – D-10099 Berlin, Allemagne.

<sup>2</sup> Diplômé de l'Université de Marburg. Fachbereich Geographie. Philipps-Universität Marburg, Deutschhausstr. 10, D-35032 Marburg, Allemagne.

observer la surface de la terre, ont apporté de nouvelles informations sur l'occupation du sol et les changements actuels dans l'agriculture et l'organisation de l'espace. Cependant, la publication réduite de ces images ne permet de donner qu'une information partielle sur l'état actuel de l'occupation du sol, alors que c'est un point de repère très important pour bien comprendre et guider les changements futurs (REBORDÃO et HENRIQUES, 1987; REBORDÃO *et al.*, 1988; JUSTICE et ROWNSHEND, 1981). C'est surtout important dans les environs des grandes villes où la protection de la nature, les besoins de récréation de la population urbaine, la nécessaire augmentation des terrains à bâtir et la restructuration de l'agriculture, dans un contexte européen ou même mondial, sont en concurrence. Voilà pourquoi on propose l'interprétation d'une image satellitaire Landsat TM de la partie Sud de la presqu'île de Setúbal (fig. 1) datant du 11 août 1991, où l'on peut observer l'interaction de tous ces processus.

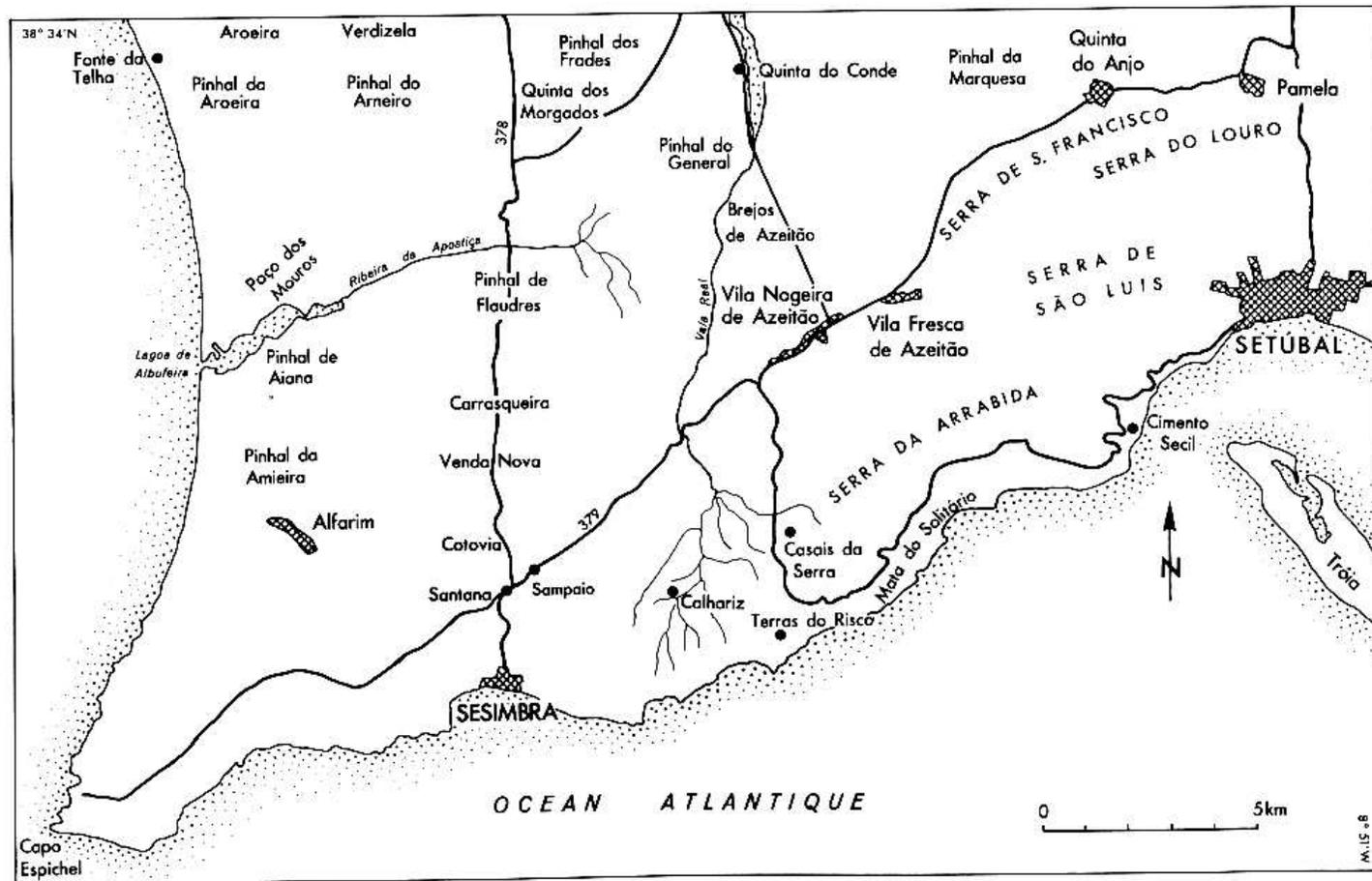
## II – TRAITEMENT DES DONNÉES

### 1. Image composée bleu-vert-rouge

L'image présentée sur la fig. 2 est un extrait de l'image complète Landsat TM 203/33 avec une surface de 640 km<sup>2</sup> (20x32 km<sup>2</sup>). L'image est géoréférenciée sur la Carte topographique 1:100 000 Setúbal 38-B, avec le Cap Espichel au sud-ouest, la péninsule de Tróia en face, Setúbal au sud-est, et l'autoroute Lisbonne-Setúbal au nord (coin nord-ouest 9°14'1,2'' W / 38°34'59,5'' N; coin sud-est 8°51'52,5'' W / 38°24'59,5'' N). Les données des 7 bandes furent traitées par le programme ERDAS (1990). On débuta en masquant l'océan pour avoir une distribution normale des données analysées dans ce travail. Puis, après l'exclusion de la bande thermique TM 6, à cause de sa résolution insuffisante de 120 m, on a recomposé les données de la bande TM 4 (0,76-0,90 µm, infrarouge proche) et on les a coloriées en rouge, TM 5 (1,55-1,75 µm, infrarouge proche) en vert, et TM 3 (0,63-0,69 µm, rouge visible) en bleu. Cette nouvelle image composée, rouge-vert-bleu, donne une assez bonne impression de la biomasse et de sa vitalité, à cause du maximum de réflexion que la végétation présente sur la bande TM 4 (en rouge). La bande TM 5 (en vert) peut servir comme indicateur de l'humidité. Pour la représentation à l'échelle 1:100 000 (fig. 2, hors texte) on a généralisé le contenu de l'image passant un filtre de 3x3 pixels.

Une première interprétation de l'image permet de distinguer les éléments suivants:

- les grandes forêts de pin (Pinhal do Arneiro, Poço dos Mouros, Pinhal da Amieira, Pinhal da Aiana) à l'ouest, traversées par des chemins, en *vert foncé*,
- les fonds humides de vallées le long des rivières, les surfaces d'irrigation artificielle, et les parcs urbains à Setúbal, en *rouge vif*,

Fi  
g.

1- Presqu'île de Setúbal et Serra da Arrábida au sud-est de Lisbonne: noms des paysages et villages mentionnés dans le texte (d'après cartes topographiques 1:25 000 et 1:100 000).

Fig. 1- Península de Setúbal e da Arrábida: topónimos mencionados no texto (segundo os mapas topográficos nas escalas 1:25 000 e 1:100 000).

- la végétation dense et semi-naturelle de la Serra da Arrábida ainsi que les pentes et le haut plateau de la Serra de São Luís en *rouge foncé* lorsque la forêt et le maquis sont denses et plutôt en *vert* lorsque la végétation est moins dense (garrigues sur roches calcaires),
- les surfaces sans végétation comme plages et carrières en *blanc*,
- les champs, prés et terrains vagues avec végétation desséchée (Gândara de Setúbal) en *gris-vert*,
- les espaces urbains de Setúbal, Palmela et Sesimbra en *bleu* et *blanc*; les constructions suburbaines plus ouvertes au nord sont plus difficiles à discerner. On les reconnaît plus facilement à leur structure qu'à leur couleur.

## 2. Classification visuelle basée sur une analyse en composantes principales

Une image en couleur artificielle obtenue à partir de 3 des 7 bandes exclut malheureusement toute l'information contenue dans les 4 autres bandes. Voilà l'intérêt de l'analyse en composantes principales, où de nombreuses bandes peuvent être utilisées en même temps, et d'où toute information superflue est éliminée. Ce traitement d'image permet une meilleure utilisation de l'information disponible.

La première composante principale représente la plus grande variation des données, c'est-à-dire 90,57% de la variance totale. Elle se base surtout sur la différence d'albedo des surfaces représentées. Les différences spectrales se trouvent surtout dans la deuxième composante (5,14% de la variance complète). En général, les images Landsat et Spot montrent 90% de la variance des données dans les deux premières composantes principales (BUCHROITHNER 1989; ERDAS 1990). La troisième composante montre les variances spectrales de toutes les bandes. Elle ne contient plus que 2,40% de la variance totale et un fort "bruit de fond" est déjà présent. Il prédomine dans les composantes suivantes qui ne sont plus utilisées.

Les valeurs des vecteurs propres montrent que, dans la première composante principale, c'est surtout l'information des bandes TM 5, 7 et 3 qui est représentée (tab. 1 et 2). Les bandes TM 5, 1, 3 et 2 sont importantes dans la deuxième composante. La troisième composante se base finalement surtout sur les valeurs des vecteurs de la bande TM 4. La bande thermique TM 6 ne joue aucun rôle. Une représentation en couleurs artificielles des trois premières composantes principales contient 98,11% de la variation totale.

La fig. 3 montre l'analyse des composantes principales de toutes les bandes Landsat TM, sauf la bande TM 6, sous forme d'une image en couleurs artificielles. La première composante est imprimée en bleu, la deuxième en vert et la troisième en rouge. Douze classes différentes peuvent être distinguées.

Tab. I – Matrice de covariance des 7 bandes Landsat TM.

Quadro I – Matriz de covariância dos 7 canais Landsat TM.

	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5	TM 6	TM 7
TM 1	236.78	172.43	271.19	166.76	<b>454.99</b>	34.24	<b>300.08</b>
TM 2	x	133.00	210.97	135.40	<b>352.77</b>	26.18	231.23
TM 3	x	x	<b>345.93</b>	218.39	<b>597.82</b>	51.06	<b>383.01</b>
TM 4	x	x	x	207.16	<b>414.10</b>	26.38	246.84
TM 5	x	x	x	x	<b>1346.07</b>	135.16	<b>789.37</b>
TM 6	x	x	x	x	x	x	78.94
TM 7	x	x	x	x	x	x	<b>502.53</b>

Tab. II: Matrice des vecteurs propres des trois premières composantes principales, montrant l'importance de la bande TM 5 pour la première composante principale, des bandes TM 5 et TM 1 pour la deuxième et TM 4 pour la troisième.

Quadro II – Matriz dos vectores próprios das três primeiras componentes principais, mostrando a importância do canal TM5 (1.º factor), dos canais TM5 e TM1 (2.º) e TM4 (3.º).

	1. CP	2. CP	3. CP
TM 1	0.27	<b>0.50</b>	-0.28
TM 2	0.21	0.36	-0.08
TM 3	0.35	0.44	-0.14
TM 4	0.24	0.26	<b>0.88</b>
TM 5	<b>0.71</b>	<b>-0.55</b>	-0.18
TM 6	0.07	-0.21	-0.18
TM 7	0.44	-0.05	-0.29

### 3. Les différentes classes hybrides d'occupation du sol

#### 3.1. Vert = forêts de pins

*Pinus pinaster* prédomine ou est associé avec *Pinus pinea*, surtout dans les vallées de la Serra da Arrábida et aux alentours de la Lagoa de Albufeira. *Pinus halepensis* se trouve exclusivement sous forme de plantations près de l'usine de ciment de la Secil. *Quercus suber* est associé dans la plaine pliocène au nord. *Quercus coccifera* sous forme d'arbustes et *Quercus faginea (lusitanica)* y sont peu fréquents. Dans le sous-bois, on trouve *Ulex europea*, *Ericaceae* et cistroses en successions diverses. Les différents tons de vert dépendent des différents types de forêts. Les forêts d'où l'on a enlevé le sous-bois, pour les protéger contre les feux montrent une forte texture et un vert-violet. Par contre, la couleur vert-jaune peut être associée à un niveau élevé de l'eau dans le sol comme par exemple près des lagunes dans la forêt d'Apostiça.

### 3.2. Vert clair= forêts mixtes et fonds de vallées

Cette couleur regroupe des formations de forêts mixtes comprenant les espèces comme *Eucalyptus globulus*, *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Quercus suber* et *Populus spec.*, ces dernières surtout dans les fonds de vallées. La dominance, l'abondance et la composition des forêts sont très variées.

### 3.3. Vert foncé = pentes exposées au nord-ouest de la serra da Arrábida, avec un relief très accidenté (anticlinal de Formosinho) et à l'ombre au moment de la prise de l'image.

### 3.4. Orange = végétation encore verte en août

Cette classe est due à un haut contenu de chlorophylle qu'on trouve tant dans le maquis sclérophylle, que dans les fonds des vallées, les surfaces agricoles irriguées, les jardins et vignobles à feuillage dense. Le terrain de golf avec pelouse irriguée dans le coin nord-ouest se distingue spécialement par ses formes irrégulières.

La végétation avec un très fort contenu en chlorophylle apparaît plutôt en jaune-orange. On peut citer comme exemple le grand champ de maïs irrigué en forme de cercle et d'autres champs, un champ de blé près d'Azeitão, des jardins et vergers à Setúbal et les lagunes en voie de comblement par des dépôts alluvionnaires dans la forêt d'Apostiça.

### 3.5. gris = vignobles avec feuillage peu dense et plantations d'eucalyptus

Des vignobles avec feuillage peu dense comme près de Casais da Serra et des plantations d'*eucalyptus*, par exemple au nord de la Ribeira da Apostiça, des deux côtés de la route vers Sesimbra, apparaissent en gris, parce qu'ils sont plantés de façon espacée.

### 3.6. rose = végétation en manque de chlorophylle

Le manque de chlorophylle dû à la sécheresse estivale est exprimé par la couleur rose. Voilà pourquoi les champs de blés non irrigués, comme la Vala Real, des pâturages, parfois surexploités, et les terrains vagues secs ont cette couleur.

### 3.7. violet = oliviers disséminés dans des terrains avec graminées et herbes desséchées

Il est difficile de distinguer de façon sûre ces terrains en été.

3.8. violet foncé = champs desséchés, pâturages avec ou sans chênes-liège et garrigues sur roches calcaires ou sur coupe complète de la forêt

On trouve des champs desséchés surtout au sud-ouest sur la plate-forme du Cap Espichel et près d'Alfarim. Les pâturages desséchés, avec ou sans chênes-liège ou oliviers, ne sont pas reconnaissables séparément parce que les arbres sont trop éloignés les uns des autres. Ainsi, une distinction sûre entre ces pâturages et les garrigues en clairières n'est pas possible.

3.9. violet-bleu = reforestations récentes avec garrigues ou sous-bois très enchevêtrés, formant une texture bleu et violet

3.10. bleu turquoise foncé = surfaces dévastées par des incendies récents

3.11. bleu turquoise = surfaces urbaines, routes et autoroutes, zones industrielles et commerciales, côtes rocheuses, quelques bancs de sable, zones militaires, coupes récentes encore sans végétation

Ces surfaces sans végétation apparaissent en bleu turquoise. Cette couleur est due à la forte variance des deux premières composantes principales.

3.12. Bleu clair = carrières et sablières, chemins de sable, plages

Ces surfaces à forte réflexion apparaissent surtout par la première composante principale. Si la réflexion est extrême, alors le pixel est presque blanc en résultat de la somme des trois couleurs, rouge, vert et bleu, utilisées dans l'image.

### III – RÉPARTITION DES DIFFÉRENTES UNITÉS CLASSIFIÉES

Finalement la cartographie de l'information satellitaire généralisée est représentée par la figure 4.

De grandes *zones forestières* se trouvent à l'ouest de l'image. Entre Fonte da Telha, Aroeira et Verdizela au bord nord-ouest de l'image jusqu'à la Lagune d'Albufeira au sud ainsi qu'au sud de la Ribeira da Apostiça dans le Pinhal de Flandres, les forêts de *Pinus pinaster* sont hautes et denses, avec un sous-bois où *Ulex spec.* et *Cistaceae* prédominent. Les arbres sont parfois incisés pour produire de la résine. Cette zone, représentée en vert foncé homogène, est exploitée par l'entreprise "Apostiça". Ailleurs on trouve très peu de forêts. Souvent des aires suburbaines – parfois illégales – s'étendent dans ces zones forestières. C'est surtout le cas près de Lagoa de Albufeira à l'ouest, Aroeira et Verdizela au nord, Quinta do Conde au nord-est, Brejos de Azeitão à l'est et Venda Nova et Carrasqueira au sud. Les forêts sont défrichées pour étendre les espaces agricoles,

surtout pour la viticulture. En de nombreux endroits, on trouve différents niveaux de repousse de la végétation après des incendies. L'ajonc, les cistes et les herbes (*Tuberaria guttatae*) se distinguent bien des forêts qui les entourent. Autour du champ de maïs (le cercle jaune-orange de l'image), beaucoup de terres sont en friche et couvertes de landes, avec *Pterocistus guttata*, *Halimium spec.* et *Cistus spec.* L'ajonc (*Ulex spec.*) se développe ensuite.

Toutes les forêts de la presqu'île de Setúbal sont privées. Même une grande partie du Parc Naturel de l'Arrábida est propriété privée. Les grandes surfaces boisées au nord de la lagune d'Albufeira, concelho de Sesimbra, appartiennent à l'entreprise multinationale "Apostiça". On trouve des chênes-liège (*Quercus suber*), des pins parasols (*Pinus pinea*), ainsi que des pins maritimes (*Pinus pinaster*) dans ces forêts, qui représentent la végétation autochtone. Les eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) sont utilisés pour la production de cellulose.

Une grande partie de la presqu'île de Setúbal est couverte de vignobles. La vigne est bien adaptée au climat méditerranéen et n'a pas toujours besoin d'irrigation. Les plantations anciennes sont plus denses et irrégulières. Les nouvelles plantations sont plus espacées pour permettre le passage des machines. Cela a des conséquences sur la réflexion. La taille des parcelles est aussi importante, grandes et petites propriétés se trouvent entremêlées.

Les vergers, par contre, ne couvrent qu'une petite surface. Parfois on les trouve mélangées avec de la vigne. C'est seulement dans le concelho de Palmela qu'on en trouve un plus grand nombre. Les fruits sont destinés aux marchés locaux. Les orangers de Setúbal, autrefois d'une grande importance, sont réduits aujourd'hui à une surface de 341 ha dans le concelho de Setúbal et de 517 ha dans le concelho de Palmela (chiffres de 1987). Une classification exacte des différents types d'arbres fruitiers et de leur surface respective à partir de la télédétection est exclue, étant donné la structure très hétérogène des plantations. Beaucoup sont laissées à l'abandon.

Les cultures irriguées, par contre, couvrent d'importantes surfaces, ce qui montre une nette différence avec des informations antérieures. Non seulement on voit bien le champ de maïs (le cercle jaune-orange au milieu de l'image), mais on distingue aussi d'importantes surfaces irriguées près d'Azeitão, Palmela et Setúbal. D'autres parcelles sont trop petites pour être bien reconnaissables. Le mélange des pixels dans les plaines du nord-est est typique de l'enchevêtrement de parcelles irriguées et non irriguées. Dans les fonds de vallée des rivières saisonnières, c'est-à-dire sèches en été, on trouve aussi de l'agriculture irriguée. Mais la végétation plus ou moins naturelle de la zone de la Lagoa de Albufeira et de la Ribeira da Apostiça a, apparemment, les mêmes valeurs de réflexion. Ainsi une distinction sûre simplement basée sur les données spectrales n'est pas possible. C'est seulement en y joignant la connaissance des lieux et l'interprétation visuelle, qu'on peut arriver à distinguer la végétation naturelle de fonds des vallées et les champs irrigués.

La *végétation naturelle* est présente surtout dans la *Serra da Arrábida* où elle est protégée dans le Parc Naturel. On y trouve des forêts de chênes (*Quercus faginea*) dans les Matas do Vidal, do Solitário, da Mina, do Veado et Coberta) du maquis (Maquiais), des garrigues (Matagais et Matos), des landes (Tomilhais) et des surfaces couvertes d'herbes et de graminées (Ervedos). Des descriptions détaillées se trouvent dans CHODAT (1909), PEDRO (1942; 1991), CATARINO, CORREIA et CORREIA (1982) ainsi que CAPELO et ALMEIDA (1993). Dans le fond humide de la Vala Real, l'agriculture prédomine même dans le parc naturel, avec des champs de blé. Là il ne reste que très peu de végétation naturelle.

Sur le *haut-plateau du Cap Espichel* on trouve des *champs de blé* de petits propriétaires avec une agriculture traditionnelle sans irrigation. Il est normal qu'on ne puisse pas toujours distinguer champs, pâturages et terres en friche en août, parce que la résolution spatiale de Landsat TM – ainsi que celle Spot, d'ailleurs – est encore trop large (PRICE, 1992; JONG, 1994:197). Néanmoins, la distinction entre ces surfaces agricoles et les coupes dans les forêts est possible. *Dittrichia viscosa* est une plante indicatrice d'anciens terrains agricoles. Ces terrains en jachère – et en spéculation – se trouvent surtout le long de l'autoroute Lisbonne-Setúbal.

Les *pâturages* ont souvent une structure mixte de type "*montado*", avec chênes-liège, pins ou encore oliviers. On trouve cette *utilisation traditionnelle agroforestière* sur des surfaces assez étendues, surtout sur les terrains marneux dans la zone de l'Arrábida, par exemple sur les flancs sud de Serras do Louro, de São Francisco et de São Luís, ainsi que sur les Terras do Risco et dans les environs de Calhariz et Casais da Serra, dans le Parc Naturel, lui-même.

Avec la *suburbanisation croissante*, surtout dans la Gândara de Setúbal au nord de la Serra da Arrábida, on observe l'augmentation du nombre des petites parcelles avec des potagers irrigués. La surface totale des jardins dans la zone de Setúbal était déjà assez importante en 1987, avec 2984 ha. Sur les cartes topographiques des années soixante, la Gândara de Setúbal était encore couverte de vastes forêts de pins et les "Pinhal dos Frades", "Pinhal do General", ou encore "Pinhal da Marquesa" sont devenus aujourd'hui des noms de village. La seule exception est la forêt de l'entreprise "Apostiça" mentionnée plus haut. La suburbanisation est surtout importante à l'est de la Vala Real où les forêts de pin parasol et de pins maritimes furent remplacées par la polyculture méditerranéenne et les jardins. La suburbanisation s'étend déjà jusqu'à la limite du Parque Natural da Arrábida, et la pression métropolitaine de Lisbonne augmente. Des processus de suburbanisation sont donc partout visibles. En comparant les surfaces industrielles et urbaines des années 80 avec l'information satellitaire de 1991, on se rend compte que les surfaces forestières ont été surtout morcelées au profit des bâtiments principalement dans la Gândara de Setúbal, près de Brejos de Azeitão et Quinta do Anjo. La suburbanisation des concelhos de Seixal et Barreiro est un phénomène récent datant des 30 dernières années et qui s'étend aujourd'hui de

plus en plus vers le sud. Il s'agit souvent au début de constructions illégales, comme dans le cas des Quinta do Conde, Quinta dos Morgados et Pinhal dos Frades au nord-ouest de l'image. Verdizela et Aroeira sont deux villages construits en plein milieu des forêts de pins. La suburbanisation de Santana-Sampaio-Cotovia-Venda Nova au nord de Sesimbra, par contre, a une frontière moins nette que dans les cas cités au nord de l'image. Elle est plus diffuse, au milieu des zones agricoles. Une utilisation du sol multiple est caractéristique aussi de la zone entre Brejos de Azeitão et Quinta do Anjo. Les constructions illégales de résidences secondaires, cachées dans les forêts près de Lagoa de Albufeira, se reconnaissent bien par leurs routes sablonneuses. L'interprétation visuelle des zones urbaines et suburbaines est liée plutôt à la texture et structure de ces zones qu'à une simple information spectrale.

## CONCLUSION

La technique satellitaire est aujourd'hui un instrument irremplaçable pour la surveillance des changements d'occupation du sol. Cela sera encore plus vrai quand on utilisera des images multitemporelles corrigées sur un modèle numérique du terrain. Néanmoins, on attend avec impatience le développement d'instruments avec une résolution spatiale, spectrale et temporelle encore plus puissante. Cette nécessité se fait spécialement sentir dans les paysages marqués par une longue histoire d'utilisation du sol et un relief mouvementé.

REMERCIEMENT: Ce travail a été effectué dans le cadre d'un projet intégré germano-portugais concernant les problèmes géoécologiques de la presqu'île de Setúbal. Les auteurs remercient le Service Allemand d'Echange Académique (DAAD) et le Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas (CRUP) pour leur aide financière.

## BIBLIOGRAPHIE

- BUCHROITHNER, M. (Ed.) (1989) – Fernerkundungskartographie mit Satellitenaufnahmen – Digitale Methoden, Reliefkartierung, geowissenschaftliche Applikationsbeispiele. Enzyklopädie. *Die Kartographie und ihre Randgebiete*, T., IV (2), Wien.
- CAPELO, J. H. et A. F. de ALMEIDA (1993) – Dados sobre paisagem vegetal do Parque Natural da Serra da Arrábida: Proposta de uma tipologia fitossociológica. *Silva Lusitana*, 1 (2), Lisboa: 217-236.
- CATARINO, F. M.; O. C. A. CORREIA; A. J. CORREIA (1982) – Structure and dynamics of Serra da Arrábida mediterranean vegetation. *Ecologia mediterranea*, T. VIII, Fasc. 1/2, Marseille. Définition et localisation des écosystèmes méditerranéens terrestres. Saint-Maximin 16-20.11.1981: 203-222.

- CHODAT, R. (1909) – Excursions botaniques en Espagne et au Portugal. *Bull. Soc. Bot.* Genève: 37-61.
- ERDAS Inc. (1990) – *Erdas Field Guide*. Atlanta.
- JONG, S. M. de (1994) – Applications of reflective Remote Sensing for Land Degradation Studies in a Mediterranean Environment. *Nederlandse, Geografische Studies*, 177, Utrecht.
- JUSTICE, C. O.; J. R. G. TOWNSHEND (1981) – The use of Landsat data for land cover inventories of Mediterranean lands in J.R.G. Townshend (Ed.): *Terrain Analysis and Remote Sensing*. London: 133-153.
- PEDRO, J. G. (1942) – Estudo geobotânico da Serra da Arrábida. I. Reconhecimento Geral. *Agron. Lusitânica*, 4 (2): 101-136.
- PEDRO, J. G. (1991) – A Vegetação e a Flora da Arrábida. *Colecção Natureza e Paisagem*, 10. S.N.P.R.C.N., Lisboa.
- PRICE, J. C. (1992) – Estimating Vegetation Amount from Visible and Near Infrared Reflectances. *Remote Sensing of Environment*, 41: 29-34.
- REBORDÃO, J. M.; R. G. HENRIQUES (1987) – *Recursos Naturais – Detecção Remota. Programa Dinamizador Microelectrónica, Robótica e Informática. Aplicações*. Centro Nacional de Informação Geográfica (C.N.I.G.), Lisboa.
- REBORDÃO, J. M.; M. O. PEREIRA; M. C. PROENÇA; T. C. PEREIRA (1988) – *Bi-temporal Analysis of SPOT data by photo-interpretation procedures*. LNETI, EID, GEOMETRAL: Cartografia temática. 2º Relatório, Projecto FLAD.

#### **Títulos dos mapas anexos (no fim do volume)**

Fig. 2 – La partie sud-ouest de la presqu'île de Setúbal en image Landsat TM prise le 11 août 1991; bande TM 4 = rouge, bande TM 5 = vert, bande TM 7 = bleu; carte de référence: Carte Topographique 38-B Setúbal, échelle 1:100 000.

Fig. 2 – Sudoeste da Península de Setúbal em imagem Landsat de 11 de Agosto de 1991; canal TM 4 = vermelho, canal TM 5 = verde, canal TM 7 = azul.

Fig. 3 – La partie sud-ouest de la presqu'île de Setúbal en image Landsat TM prise le 11 août 1991; analyse des composantes principales: 3<sup>ème</sup> composante principale = rouge, 2<sup>ème</sup> composante principale = vert, 1<sup>ère</sup> composante principale = bleu; carte de référence: Carte Topographique 38-B Setúbal, échelle 1:100 000.

Fig. 3 – Sudoeste da Península de Setúbal em imagem Landsat de 11 de Agosto de 1991; análise em componentes principais: 3.º factor: vermelho; 2.º factor: verde; 1.º factor: azul.

Fig. 4 – Utilisation du sol dans la partie sud-ouest de la presqu'île de Setúbal, classifiée et généralisée d'après les données Landsat TM et contrôles du terrain; échelle 1:100 000.

Fig. 4 – Ocupação do solo no sudoeste da Península de Setúbal. Classificação e generalização a partir dos dados Landsat-TM e trabalho de campo. Escala 1:100 000.