

fac.

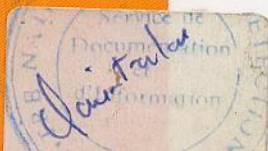
GÉOGRAPHIE

Marc ROBIN

Télédétection

Des satellites aux SIG

*Une analyse complète du processus
de création d'un type essentiel
d'information géographique.*



NATHAN
UNIVERSITÉ

Sommaire

<i>Préface</i>	3
<i>Introduction</i>	5
Chapitre 1 : Perception spectrale des objets géographiques .	9
1. Nature du rayonnement	9
1.1. Le rayonnement électromagnétique	9
1.1.1. Description ondulatoire et corpusculaire du rayonne- ment électromagnétique	9
1.1.2. Le spectre électromagnétique	11
1.1.3. Émission du rayonnement électromagnétique	12
1.2. Interactions rayonnement électromagnétique-matière	15
1.2.1. Interactions rayonnement électromagnétique- matière peu dense (atmosphère)	15
1.2.2. Interactions rayonnement électromagnétique-matière dense (hydrosphère, lithosphère, biosphère).	19
Réflexion et réflectance	19
Transmission et transmittance	20
Absorption et absorptance	20
Polarisation	21
2. Signature spectrale	21
2.1. Résolution radiométrique et résolution spectrale	21
2.2. Définition de signature spectrale et principe de mesures. .	22
2.2.1. Mesures en fonction de la longueur d'onde du spectre	22
2.2.2. Familles de signatures spectrales	24
2.3. Représentation des signatures spectrales : modèles et synthèse des couleurs	26
2.3.1. Sensibilité rétinienne	26
2.3.2. Synthèses des couleurs	27
2.3.3. Présentation de deux modèles (solides) de couleurs	28
2.3.4. Signature spectrale et couleur	29
3. La reconnaissance spectrale des objets géographiques	30
3.1. En géographie physique	30
3.1.1. Hydrologie, signature spectrale de l'eau	30
La couleur de la mer dans le visible et le proche infrarouge	33

La bathymétrie dans le visible.....	34
Le géoïde marin mesuré par altimétrie radar	37
Mesures des vagues et du vent par altimétrie et diffusométrie	38
3.1.2. Les sols et les roches.....	44
Signature spectrale de surfaces minérales.....	44
Les estrans dans le visible et le proche infrarouge .	48
3.1.3. En biogéographie.....	51
3.1.4. En météorologie.....	54
3.2. En géographie humaine	56
3.2.1. Géographie urbaine.....	56
Les îlots de chaleur	59
3.2.2. Les cultures.....	64
Stade phénologique et rendement : exemple du blé	65
Couvert sain/couvert malade.....	65
3.3. Les effets modificateurs des signatures spectrales	70
3.3.1. Les effets atmosphériques	70
3.3.2. Les effets d'angle de prise de vue	71
3.3.3. Les effets d'angle d'élévation solaire	72
3.3.4. Les effets du relief.....	74
3.3.5. Le facteur d'intégration spectrale et spatiale	75
3.3.6. Les effets de masque.....	76
Chapitre 2 : Perception spatiale des objets	77
1. Le mode image	78
1.1. Le pixel.....	78
1.1.1. Définition	78
1.1.2. Dimension du pixel.....	79
1.1.3. Attribut du pixel.....	79
1.2. Structure d'une image	81
1.3. Représentation géométrique et topologique des objets ...	83
2. La résolution spatiale	86
2.1. Les contraintes de perception spatiale par l'œil humain ..	86
2.2. La notion de résolution spatiale	87
2.2.1. La résolution géométrique	87
2.2.2. Qualités spectrales du capteur.....	88
2.2.3. La fonction de transfert de modulation (FTM)	89
2.3. Les facteurs d'échelles graphique et thématique.....	91
2.3.1. Échelle graphique	91
2.3.2. Échelle thématique (agrégation spatiale)	92
3. Le contenu d'un pixel	92
3.1. La représentation de l'objet par pixels : détection, identification, analyse	92

La bathymétrie dans le visible.....	34
Le géoïde marin mesuré par altimétrie radar	37
Mesures des vagues et du vent par altimétrie et diffusométrie	38
3.1.2. Les sols et les roches.....	44
Signature spectrale de surfaces minérales.....	44
Les estrans dans le visible et le proche infrarouge .	48
3.1.3. En biogéographie.....	51
3.1.4. En météorologie.....	54
3.2. En géographie humaine	56
3.2.1. Géographie urbaine.....	56
Les îlots de chaleur	59
3.2.2. Les cultures.....	64
Stade phénologique et rendement : exemple du blé	65
Couvert sain/couvert malade.....	65
3.3. Les effets modificateurs des signatures spectrales	70
3.3.1. Les effets atmosphériques	70
3.3.2. Les effets d'angle de prise de vue	71
3.3.3. Les effets d'angle d'élévation solaire	72
3.3.4. Les effets du relief.....	74
3.3.5. Le facteur d'intégration spectrale et spatiale	75
3.3.6. Les effets de masque.....	76
Chapitre 2 : Perception spatiale des objets	77
1. Le mode image	78
1.1. Le pixel.....	78
1.1.1. Définition	78
1.1.2. Dimension du pixel.....	79
1.1.3. Attribut du pixel.....	79
1.2. Structure d'une image	81
1.3. Représentation géométrique et topologique des objets ...	83
2. La résolution spatiale	86
2.1. Les contraintes de perception spatiale par l'œil humain ..	86
2.2. La notion de résolution spatiale	87
2.2.1. La résolution géométrique	87
2.2.2. Qualités spectrales du capteur.....	88
2.2.3. La fonction de transfert de modulation (FTM)	89
2.3. Les facteurs d'échelles graphique et thématique.....	91
2.3.1. Échelle graphique	91
2.3.2. Échelle thématique (agrégation spatiale)	92
3. Le contenu d'un pixel	92
3.1. La représentation de l'objet par pixels : détection, identification, analyse	92

3.2. Contenu d'un pixel	96
3.2.1. Par le calcul	96
3.2.2. Par modélisation	97
4. Échelle de perception des objets géographiques	98
4.1. Perception des objets à une échelle	99
4.1.1. Domaine urbain	99
Cas où la thématique est inadaptée aux données ...	100
Une généralisation possible ?	103
4.1.2. Domaine marin	106
4.2. Perception des objets à diverses échelles	107
5. Signature spatiale des objets géographiques	113
5.1. Les descripteurs spatiaux des objets géographiques.....	113
5.2. Échelle adaptée : analyse.....	114
5.2.1. Un exemple d'information directement exploitée ..	114
5.2.2. Modélisation.....	114
5.3. Échelle inadaptée : identification ou détection	116
5.4. La structure du paysage à différentes échelles.....	118
Chapitre 3 : Perception temporelle	123
1. La notion de changement.....	123
1.1. La nature du changement.....	123
1.2. La perception du changement.....	127
1.3. La dynamique du changement	128
2. Les contraintes de perceptions	129
2.1. Les contraintes dues aux outils d'acquisition	129
2.1.1. Les contraintes de géométrie orbitale	129
2.1.2. Les contraintes de capteur et les problèmes de résolutions.....	130
2.1.3. Les contraintes géométriques	133
2.2. Les contraintes météorologiques	133
3. Exemples de changements perceptibles	135
3.1. Les changements horaires	135
3.1.1. Visualisation d'une perturbation atlantique	135
3.1.2. Visualisation de la marée sur un estran	135
3.1.3. Visualisation d'un incendie	139
3.2. Changements hebdomadaires, mensuels et saisonniers ...	139
3.2.1. Suivi en temps réel d'un changement hebdomadaire	139
Un bloom algal	139
Une inondation.....	141
Le mouvement de la banquise.....	144
3.2.2 La synthèse pluri-annuelle d'un changement.....	144
Les pollutions.....	144

La température	145
Le suivi de la végétation en Afrique soudano-sahélienne	148
3.3. Les changements annuels et pluri-annuels	148
3.3.1. Études de cas en géographie physique	150
Mouvement des barkhanes dans le désert égyptien ..	150
La cinématique du trait de côte	153
3.3.2. Études de cas en géographie urbaine	155
La cinématique de la ville (front urbain)	155
La cinématique du tissu urbain	155
Chapitre 4 : Les données images en télédétection	157
1. Sources des données images	157
1.1. Référentiel et mouvement orbital	157
1.2. Les vecteurs	161
1.3. Les capteurs et les données images	163
1.3.1. Exemple de résolutions spatiale et spectrale	163
1.3.2. L'acquisition des données images	167
Les données fournies par une société	167
Autres acquisitions	169
2. Qualité des images	170
2.1. Qualité spatiale	170
2.1.1. Le référentiel	170
2.1.2. Qualités et défauts géométriques	172
2.1.3. Le redressement des images (corrections géométriques) ..	174
Méthode polynomiale par choix de points d'appui ..	174
Méthode par modèle de navigation du satellite	177
2.1.4. Prise en compte de la parallaxe	177
2.2. Qualité radiométrique	178
2.2.1. Passage des valeurs radiométriques aux grandeurs	
physiques	178
2.2.2. Corrections atmosphériques	182
2.2.3. Corrections des effets topographiques	185
2.3. Qualité thématique	186
2.3.1. Passage des grandeurs physiques aux valeurs	
thématiques	186
Par interprétation	186
Par corrélation	187
Par modélisation	188
2.3.2. Exemples divers	189
Signal radar rétrodiffusé, vitesse et direction du vent	189
Teneurs en suspension dans le visible et le proche	
infrarouge	189

Chapitre 5 : L'extraction de l'information des images.....	193
1. Amélioration visuelle.....	193
1.1. Étalement de la dynamique et rehaussement des détails ..	193
1.1.1. Pays à couverture cartographique exhaustive.....	194
1.1.2. Pays à couverture cartographique déficiente	197
1.2. Amélioration par changements de repères	197
1.2.1. Les transformations RVB-ITS	199
1.2.2. L'analyse en composantes principales.....	201
1.3. Combinaison spectrale : les ratios	203
2. Exploitation des relations de voisinage.....	206
2.1. Caractérisation des objets géographiques.....	207
2.1.1. Les filtres linéaires locaux.....	209
2.1.2. Les filtres morphologiques	209
2.1.3. Caractérisation d'un objet par sa dimension fractale.	211
2.2. Analyse globale.....	213
2.2.1. Les transformées de Fourier	214
2.2.2. Les matrices de co-occurrences	216
2.2.3. Le variogramme.....	217
3. La segmentation d'image	218
3.1. Les classifications pixel par pixel	218
3.1.1. Une classification non supervisée : l'agrégation autour de centres mobiles	219
3.1.2. Une classification supervisée : la classification par maximum de vraisemblance	220
3.2. Les segmentations spatiales	223
3.2.1. Classification pixel par pixel, puis prise en compte de la structure des classes	223
3.2.2. Segmentation de l'image (à base texturale), puis clas- sification des segments	226
3.2.3. Classification sur plans spectraux et plans texturaux .	227
3.2.4. Approche heuristique par système expert.....	228
4. Les traitements multitemporels	230
4.1. Les vecteurs de changements	230
4.2. Les transformées orthogonales.....	231
5. Les modèles numériques de terrain (MNT)	232
5.1. Les MNT par (auto)corrélation d'images stéréoscopiques	232
5.2. Les modèles numériques d'estran	234
 Chapitre 6 : Images et analyse spatiale dans les systèmes d'information géographique (SIG).....	 237
1. Définition de l'analyse spatiale	239
1.1. Notion de descripteurs topologiques.....	239

1.2. Approches déductives et approches descriptives	241
1.3. Les opérateurs théoriques de l'analyse spatiale.....	244
2. Intégration des données satellitaires dans un SIG.....	244
2.1. Représentation spatiale des objets selon le mode vecteur .	246
2.1.1. La notion d'entités primitives	246
2.1.2. La notion de topologie	247
2.1.3. Gestion topologique des entités primitives.....	249
Cas des points	249
Cas des lignes.....	249
Cas des polygones.....	250
2.2. Passage vecteur-raster	251
2.2.1. Passage du mode image au mode vecteur (vectorisation d'image).....	251
2.2.2. Passage du mode vecteur au mode image (rastérisation)	253
2.2.3. L'extraction d'information en mode vecteur à partir du mode image.....	254
3. L'algèbre de carte	256
3.1. Opérations algébriques locales	256
3.2. Opérations strictement géométriques	262
3.2.1. Superposition	263
3.2.2. Intersection de couches	263
4. L'analyse spatiale par fonctions environnementales	272
4.1. Analyse par prise en compte d'un environnement réduit .	272
4.1.1. Fonctions focales.....	272
4.1.2. Fonctions zonales	276
4.2. Analyse par prise en compte d'un environnement général.	277
4.2.1. Principe du calcul par incrémentation spatiale.....	278
4.2.2. Exemples intégrant l'imagerie	280
Simulation par modèle de diffusion d'incendies de forêt	280
Simulation d'extension urbaine	281
<i>Conclusion</i>	285
<i>Glossaire</i>	287
<i>Bibliographie</i>	297
<i>Index</i>	309

fac.

- > Premier et deuxième cycles de géographie et d'aménagement
- > Formations spécialisées

Cet ouvrage est un manuel d'initiation à la télédétection en géographie. Il s'applique à définir d'abord les principes de base dans la reconnaissance des objets géographiques : reconnaissance spectrale, spatiale et temporelle. Il expose ensuite les caractéristiques des données images et les principaux traitements destinés à extraire des images l'information utile au thématicien. Il s'attache enfin à replacer la télédétection dans le contexte plus large des systèmes d'information géographique, en l'assimilant à une source de données venant enrichir ou étant enrichie par d'autres sources de données.

Destiné en priorité aux étudiants en géographie, en sciences de la Terre et de l'environnement, cet ouvrage peut également servir de référence auprès des professionnels s'intéressant à la géomatique (enseignants, aménageurs, etc.)

Marc Robin, agrégé de géographie, docteur de l'université Paris-I, maître de conférences à l'université de Nantes (Institut de géographie et d'aménagement régional - IGARUN) est coresponsable du Laboratoire de géomatique et de télédétection IMAR de l'IGARUN et membre de l'UMR 6554 Géosystèmes du CNRS.

ISBN : 2-09-191224-7



NATHAN