

Table des matières

Avant-propos	1
Mohammed SERHIR et Dominique LESSELIER	
Chapitre 1. Imagerie électromagnétique des données GPR : théorie et expériences	9
Michele AMBROSANO, Martina Teresa BEVACQUA, Tommaso ISERNIA et Vito PASCAZIO	
1.1. Problème inverse de diffusion : formulation mathématique	11
1.2. Problème inverse de diffraction dans le cas de milieux stratifiés plans.	13
1.3. Stratégies de résolution	16
1.4. Méthodes qualitatives	17
1.4.1. Méthode d'échantillonnage linéaire (<i>Linear Sampling Method</i>)	18
1.4.2. Méthode d'échantillonnage orthogonale (<i>Orthogonality Sampling Method</i>)	20
1.4.3. Reconstruction de forme <i>via</i> des principes d'équivalence et de source inverse basée sur la parcimonie conjointe.	20
1.4.4. Applicabilité et limitations des trois méthodes.	22
1.5. Méthodes linéarisées	24
1.5.1. Approximation de Born	25
1.5.2. Approximation de Born distordue	26
1.5.3. Approche linéaire pour l'imagerie quantitative de sous-surface basée sur l'expérimentation virtuelle	27
1.6. Stratégies de régularisation	30

1.7. Un exemple d'imagerie tomographique multistatique pour la prospection GPR : le cas de Georgia Tech	32
1.7.1. Ensemble de données de mines terrestres	34
1.7.2. Tuyau enterré	36
1.8. Bibliographie	37

Chapitre 2. Inversions non linéaires et hybrides pour l'imagerie radar à pénétration de sol 41

Valentina SCHENONE, Alessandro FEDELI, Matteo PASTORINO†
et Andrea RANDAZZO

2.1. Imagerie GPR en tant que problème inverse non linéaire	43
2.2. Inversion quantitative	51
2.3. Techniques hybrides	54
2.4. Exemple d'application dans un scénario simulé	56
2.5. Bibliographie	61

Chapitre 3. Déploiement des capteurs dans l'imagerie GPR souterraine 65

Maria Antonia MAISTO, Angela DELL'AVERSANO, Antonio CUCCARO
et Raffaele SOLIMENE

3.1. Introduction	65
3.2. Modèle de diffraction linéarisé	68
3.3. Inversion	73
3.3.1. Migration	76
3.3.2. Un exemple pédagogique simple	79
3.3.3. Le cas d'un domaine d'observation non borné	81
3.4. Stratégie de déploiement de capteur	82
3.4.1. Méthode de déformation	84
3.5. Bibliographie	98

Chapitre 4. Tomographie radar à pénétration de sol pour l'héritage culturel 107

Ilaria CATAPANO, Giovanni LUDENO, Gianluca GENNARELLI,
Giuseppe ESPOSITO, Lorenzo CROCCO et Francesco SOLDVIERI

4.1. Introduction	107
4.2. Concepts généraux de la GPRT	109
4.3. Évaluation des performances de la GPRT	113
4.4. Implémentation efficace de la GPRT	114

4.5. Les enquêtes GPRT dans le patrimoine culturel	115
4.5.1. Découverte d'un petit temple : parc archéologique de Paestum et Velia	116
4.5.2. Sur les traces des restaurations de Sir Arthur Evans : palais de Knossos	119
4.5.3. Enquêtes sur les colonnes : Tombeaux des rois, Paphos, Chypre .	122
4.6. Perspectives : GPRT basée sur les UAV	125
4.7. Bibliographie	128

Chapitre 5. Équation radar à ondes complètes pour la propagation des ondes dans les milieux multicouches et ses applications

Sébastien LAMBOT, Kaijun WU, Arthur SLUYTERS et Jean VANDERDONCKT

5.1. Introduction	133
5.2. Équation radar en champ lointain	134
5.3. Détermination des fonctions caractéristiques du radar-antenne	137
5.4. Fonction de Green du milieu multicouche plan	139
5.5. Équation du radar à champ proche	142
5.6. Inversion en onde complète	145
5.7. Application de cartographie de l'humidité du sol	148
5.7.1. Sites de test	149
5.7.2. Système radar	149
5.7.3. Calibration du radar	150
5.7.4. Images radar	153
5.7.5. Inversion axée sur la réflexion de la surface	153
5.7.6. Conclusions et perspectives	155
5.8. Radar et interactions	157
5.8.1. Pipeline de traitement	158
5.8.2. Système radar	160
5.8.3. Résultats	161
5.8.4. Reconnaissance de schémas respiratoires	165
5.9. Conclusion et perspectives	167
5.10. Bibliographie	167

Chapitre 6. Évaluation des chaussées flexibles par GPR : 20 ans de R&D en France

Xavier DÉROBERT, Amine IHAMOUTEN, Vincent BALTAZART,
David GUILBERT, Shreedhar Savant TODKAR, Grégory ANDRÉOLI,
Bachir TCHANA-TANKEU, Jean-Michel SIMONIN et Cyrille FAUCHARD

6.1. Contexte	173
6.2. Systèmes GPR et acquisition	175

6.3. Traitement et interprétation des données GPR	178
6.4. Techniques ND complémentaires	185
6.4.1. Carottage	186
6.4.2. Conditions de surface	186
6.4.3. Déflexion	187
6.4.4. Autres méthodes mécaniques NDT	187
6.4.5. Gammadensimétrie	188
6.5. Recherches et innovations	189
6.5.1. Approche radar à haute fréquence et à fréquence échelonnée	189
6.5.2. Traitement à très haute résolution temporelle	194
6.5.3. Traitement à inversion complète de forme d'onde	199
6.5.4. Traitement par apprentissage automatique	202
6.5.5. Nouvelles orientations	205
6.6. Conclusion	206
6.7. Remerciements	206
6.8. Bibliographie	206

Chapitre 7. GPR pour la reconstruction des racines d'arbres sous des conditions de sol hétérogènes 213

Abderrahmane ABOUDOURIB, Mohammed SERHIR et Dominique LESSELIER

7.1. Introduction	213
7.2. Matériel, définitions et méthodes	216
7.2.1. Description de la racine et modélisation	216
7.2.2. Modèles diélectriques pour les sols hétérogènes	223
7.2.3. Simulation électromagnétique directe	225
7.2.4. Expérimentations en laboratoire	226
7.3. <i>Framework</i> traitement de données	228
7.3.1. Suppression du fond	229
7.3.2. Estimation de la permittivité diélectrique du sol	229
7.3.3. Technique de filtre adapté	231
7.4. Résultats	233
7.4.1. Résultats de simulation	233
7.4.2. Résultats expérimentaux	237
7.5. Discussion	239
7.5.1. Temps de calcul du <i>framework</i> du traitement	239
7.5.2. Potentiel de la méthode proposée	240
7.5.3. Limitations de la méthode proposée	240
7.5.4. Applicabilité du cadre proposé aux mesures sur le terrain	241
7.6. Conclusion	242
7.7. Bibliographie	243

Chapitre 8. Radars sondeurs et à pénétration de sol pour l'exploration du système solaire : focus sur Mars	247
Valérie CIARLETTI	
8.1. Introduction	247
8.2. Vue d'ensemble des radars conçus pour les missions planétaires	249
8.3. Contraintes spécifiques sur la conception des radars en raison des missions spatiales	254
8.3.1. Construction de l'instrument	255
8.3.2. Accommoder le radar sondeur sur la plateforme de la mission . .	256
8.3.3. Certaines difficultés spécifiques dans l'interprétation des données	258
8.4. Mise au point sur Mars	262
8.4.1. Un résumé de l'exploration de la planète Mars	262
8.4.2. Description des radars de sous-surface martienne avec quelques résultats.	264
8.5. Un radar inhabituel conçu	275
8.5.1. Le radar tomographique CONSERT de la mission Rosetta	275
8.5.2. Le LRPR à bord du module d'atterrissage de la mission lunaire Chang'e 5.	277
8.6. Avenir des radars sondeurs et des radars à pénétration de sol dans l'exploration du système solaire	279
8.7. Bibliographie.	281
 Liste des auteurs.	 291
 Index	 295