

Table des matières

Avant-propos	1
Yajing YAN	
Partie 1. Assimilation de données	5
Chapitre 1. Méthodes d’assimilation des observations : application aux prévisions météorologiques	7
Olivier TALAGRAND	
1.1. Introduction	7
1.2. Cas linéaire et gaussien	10
1.2.1. Forme variationnelle	13
1.3. Interpolation optimale et assimilation variationnelle tridimensionnelle	15
1.4. Prise en compte de la dynamique de l’écoulement	17
1.4.1. Filtre de Kalman	20
1.4.2. Assimilation variationnelle quadridimensionnelle	27
1.4.3. Méthodes d’ensemble	32
1.4.4. Stabilité et instabilité	34
1.5. Filtres particuliers	36
1.6. Intelligence artificielle	37
1.7. Extensions et applications	38
1.8. Bibliographie	40

Chapitre 2. Assimilation de données de télédétection pour le suivi des surfaces continentales 45

Lionel JARLAN, Clément ALBERGEL, Bertrand BONAN, Jean-Christophe CALVET, Patricia DE ROSNAY, Catherine OTTLÉ et Philippe PEYLIN

2.1. Télédétection et modélisation du fonctionnement des surfaces continentales	45
2.1.1. Modélisation du fonctionnement des surfaces	46
2.1.2. Observation des surfaces par télédétection et produits	48
2.2. Domaines d’application	52
2.2.1. <i>Land Data Assimilation System</i> pour la prévision du temps et le suivi des surfaces continentales	52
2.2.2. Climat	57
2.2.3. Ressources en eau et crues	62
2.2.4. Production agricole et besoin en eau des cultures	67
2.3. Conclusions et perspectives	71
2.4. Bibliographie	72

Chapitre 3. Assimilation de données pour les incendies de végétation 97

Mélanie C. ROCHOUX, Aurélien COSTES, Ronan PAUGAM et Arnaud TROUVÉ

3.1. Modélisation des incendies de végétation et incertitudes	98
3.1.1. Introduction à la physique des incendies de végétation	98
3.1.2. Modélisation à l’échelle d’un événement	101
3.2. État de l’art de l’assimilation de données	106
3.2.1. Concepts	107
3.2.2. Synthèse de l’état de l’art	109
3.3. Focus sur les méthodes d’assimilation de données ensemblistes	115
3.3.1. Corrélations d’erreur le long du front de feu	115
3.3.2. Valeur ajoutée de l’estimation de paramètres	117
3.3.3. Stratégies d’émulation pour accélérer l’étape d’ébauche	119
3.3.4. Traitement des erreurs de position et topologie de front	121
3.4. Conclusions et perspectives	122
3.5. Bibliographie	123

Chapitre 4. Assimilation de données ensembliste en volcanologie 133

Mary Grace BATO, Virginie PINEL et Yajing YAN

4.1. Surveillance des volcans et prévision des éruptions	133
4.2. Assimilation de données ensembliste	136
4.2.1. Assimilation de données volcaniques à l'aide du filtre de Kalman d'ensemble	137
4.2.2. Modèle dynamique	139
4.2.3. Observations	142
4.3. Évaluation du potentiel de l'assimilation de données volcaniques pour la prévision des éruptions basée sur des simulations synthétiques	146
4.3.1. Formulation EnKF	146
4.3.2. Observations synthétiques	147
4.3.3. Configuration de l'expérience	148
4.3.4. Résultats et discussions	150
4.3.5. Implications pour la surveillance des volcans en temps réel	157
4.4. Application : l'activité interéruptive 2004-2014 au volcan Grímsvötn, Islande	158
4.4.1. Implications du changement du flux de magma basal à Grímsvötn	161
4.5. Conclusions et perspectives	162
4.6. Remerciements	162
4.7. Bibliographie	163

Chapitre 5. Assimilation de données en glaciologie 169

Fabien GILLET-CHAULET

5.1. Introduction	169
5.2. Prévoir un changement de paradigme pour les modèles de calottes polaires	171
5.3. Principes de dynamique des calottes polaires	174
5.4. Estimation de paramètres	177
5.4.1. Méthodes variationnelles	177
5.4.2. Méthodes bayésiennes	183
5.4.3. Problèmes d'inversion classiques	184
5.5. Estimation de l'état et des paramètres	190
5.6. Conclusions et perspectives	192
5.7. Bibliographie	193

Partie 2. Inversion 201**Chapitre 6. Méthodes d'inversion probabiliste** 203

Alexandrine GESRET

6.1. Méthodes locales <i>versus</i> méthodes globales	203
6.2. Formalisme bayésien	205
6.3. Paramétrisation du modèle	209
6.3.1. Modèles à couches	210
6.3.2. Ondelettes	211
6.3.3. Tessellation de Voronoi	213
6.3.4. Tessellation de Johnson Mehl	216
6.4. Algorithmes d'échantillonnage type Markov Chain Monte Carlo	216
6.4.1. Algorithme de Metropolis-Hastings	219
6.4.2. Recuit simulé	222
6.4.3. Chaînes de Markov en interaction	223
6.4.4. Algorithme de Metropolis-Hastings à saut réversible	226
6.5. Conclusions et perspectives	231
6.6. Bibliographie	233

**Chapitre 7. Modéliser la rétrodiffusion radar par les forêts :
une première étape pour inverser** 237

Elise COLIN et Laetitia THIRION-LEFEVRE

7.1. Introduction	237
7.2. Historique des modèles de végétation	239
7.2.1. Évolution des mesures et de leur compréhension	240
7.2.2. Que retenir ? Et quelles perspectives ?	243
7.3. Comment choisir un modèle pour l'inversion ?	244
7.3.1. Différentes démarches d'inversion	244
7.3.2. Choix en fonction de la finalité escomptée	246
7.3.3. Domaine de validité et validation	250
7.3.4. Synthèse sur le choix d'un modèle	252
7.4. Inversion de la biomasse	252
7.4.1. Enjeux	253
7.4.2. Régression des courbes de coefficients de rétrodiffusion	253
7.4.3. Modèle RVoG en PolInSAR	255
7.4.4. Inversion des modèles approchés	256
7.4.5. Métamodèles	258
7.4.6. Que retenir et quelles perspectives ?	259

7.5. Conclusions et perspectives	259
7.6. Bibliographie	262

Chapitre 8. Inversion de modèle de transfert radiatif et application à l'observation en zone côtière 271

Touria BAJJOUK, Audrey MINGHELLI, Malik CHAMI et Tristan PETIT

8.1. Introduction	271
8.2. Principe et méthode de traitement	272
8.2.1. Propriétés optiques inhérentes de l'eau	272
8.2.2. Propriétés optiques apparentes de l'eau	273
8.3. Modèle biophysique de transfert radiatif	274
8.3.1. Données et prétraitements	276
8.3.2. Méthodes d'estimation et d'inversion	278
8.3.3. Méthodes de validation des produits d'inversion	279
8.3.4. Incertitude sur des paramètres estimés par inversion	283
8.4. Exemples d'application en zone côtière	285
8.4.1. Estimation MES/CHL	285
8.4.2. Estimation de la bathymétrie	287
8.4.3. Caractérisation spatiale des fonds marins	290
8.5. Conclusions et perspectives	295
8.6. Bibliographie	296

Chapitre 9. Analyse d'images Cherenkov monotélescope par apprentissage profond 303

Mikaël JACQUEMONT, Thomas VUILLAUME, Alexandre BENOIT, Gilles MAURIN et Patrick LAMBERT

9.1. Astronomie gamma	303
9.1.1. Rayonnement gamma et méthode d'observation	303
9.1.2. Méthodes d'analyse des images Cherenkov	306
9.2. Réseaux neuronaux profonds	308
9.2.1. Apprentissage profond pour l'astronomie gamma	308
9.2.2. Apprentissage multitâche	309
9.2.3. Mécanismes d'attention	311
9.2.4. Explicabilité des réseaux de neurones	313
9.3. γ -PhysNet : une architecture multitâche pour la reconstruction complète des événements gamma	314
9.3.1. Encodeur	315
9.3.2. Bloc multitâche	315
9.3.3. Augmentation de l'encodeur avec de l'attention	316

9.4. Évaluation des performances 318

 9.4.1. Jeu de données 319

 9.4.2. Sélection et préparation des données 319

 9.4.3. Entraînement des modèles 320

 9.4.4. Méthodologie d'évaluation des performances 321

 9.4.5. Intérêt du multitâche et comparaison avec la méthode standard . . 322

 9.4.6. Impact de l'attention 325

 9.4.7. Comprendre l'effet de l'attention sur la robustesse 326

9.5. Conclusions et perspectives 329

9.6. Remerciements 330

9.7. Bibliographie 330

Liste des auteurs 337

Index 341