

# Table des matières

<b>Introduction</b> . . . . .	11
Nicolas BAGHDADI, Clément MALLET et Mehrez ZRIBI	
<b>Chapitre 1. Introduction à QGIS</b> . . . . .	15
Nicolas MOYROUD et Frédéric PORTET	
1.1. Historique . . . . .	15
1.2. Interface QGIS . . . . .	16
1.2.1. Interface standard . . . . .	16
1.2.2. Écran de paramétrage/configuration . . . . .	17
1.2.3. Ajout de couches (vecteurs, rasters, WMS, etc.) . . . . .	18
1.2.4. Le projet QGIS. . . . .	18
1.2.5. La navigation . . . . .	19
1.2.6. Attributs des entités. . . . .	20
1.3. Le module « Traitements », la boîte à outils des analyses spatiales . . . . .	20
1.3.1. Historique et intérêt du module « Traitements ». . . . .	20
1.3.2. Présentation de la boîte à outils et ses algorithmes . . . . .	21
1.3.3. Exemple d'exécution d'un algorithme . . . . .	24
1.3.4. Ajout de scripts Python personnalisés . . . . .	25
1.3.5. Le modeleur graphique. . . . .	27
1.3.6. Les traitements par lot. . . . .	30
<b>Chapitre 2. Initiation aux outils GDAL sous QGIS</b> . . . . .	33
Kenji OSE	
2.1. GDAL : le couteau suisse du traitement raster . . . . .	33
2.1.1. À quoi sert GDAL ? . . . . .	33
2.1.2. Licences . . . . .	33

- 2.1.3. Comment utiliser GDAL ? . . . . . 34
  - 2.1.3.1. L'API GDAL . . . . . 34
  - 2.1.3.2. La version applicative . . . . . 35
  - 2.1.3.3. GDAL et les logiciels tiers . . . . . 37
- 2.1.4. Fonctionnement de GDAL dans QGIS : avantages et limites . . . . . 37
- 2.2. Les outils GDAL : exemples pratiques. . . . . 39
  - 2.2.1. Préambule . . . . . 39
  - 2.2.2. Données utiles . . . . . 40
  - 2.2.3. Lecture des métadonnées de l'image. . . . . 42
    - 2.2.3.1. Trois accès pour un même outil . . . . . 42
    - 2.2.3.2. Description des métadonnées. . . . . 44
  - 2.2.4. Traitements de base sur les fichiers rasters . . . . . 45
    - 2.2.4.1. Modifier le système de projection . . . . . 45
    - 2.2.4.2. Découper une image . . . . . 48
    - 2.2.4.3. Fusionner des rasters. . . . . 50
    - 2.2.4.4. Travailler léger ! Utiliser le raster virtuel (VRT) . . . . . 53
  - 2.2.5. Outils d'analyse . . . . . 56
    - 2.2.5.1. Rastériser et interpoler des données. . . . . 56
    - 2.2.5.2. Construire une carte de distance . . . . . 61
    - 2.2.5.3. Manipuler des modèles numériques de terrain. . . . . 62
    - 2.2.5.4. Réaliser des opérations mathématiques. . . . . 72
- 2.3. Bibliographie. . . . . 75

**Chapitre 3. Logiciel GRASS dans QGIS . . . . . 77**

Bernard LACAZE, Julita DUDEK et Jérôme PICARD

- 3.1. Présentation . . . . . 77
  - 3.1.1. Le logiciel GRASS : un logiciel SIG de conception modulaire . . . . . 77
  - 3.1.2. Fonctions vectorielles (v.\*). . . . . 78
  - 3.1.3. Fonctions SIG raster (r.\*). . . . . 81
  - 3.1.4. Fonctions imagerie (i.\* ou r.\*). . . . . 83
  - 3.1.5. Fonctions temporelles (t.\*). . . . . 85
- 3.2. Téléchargement de GRASS et interface QGIS-GRASS . . . . . 88
  - 3.2.1. Systèmes d'exploitation pour le logiciel GRASS . . . . . 88
  - 3.2.2. Interface QGIS et GRASS . . . . . 88
- 3.3. Mise en pratique de GRASS . . . . . 91
  - 3.3.1. Définition d'un projet de travail, de son emprise géographique et d'un jeu de données . . . . . 91
  - 3.3.2. Modifications de l'espace de travail (région) . . . . . 92
  - 3.3.3. Importation de couches rasters. . . . . 93
  - 3.3.4. Importation de couches vectorielles. . . . . 94

3.3.5. Géoréférencement d'une image . . . . .	96
3.3.6. Prétraitements radiométriques d'images . . . . .	96
3.3.7. <i>Pansharpening</i> . . . . .	97
3.3.8. Combinaisons d'images, calculs d'indices spectraux et de paramètres biophysiques. . . . .	97
3.3.9. Classifications et segmentation . . . . .	98
3.4. Utilisation des fonctions GRASS à partir de QGIS . . . . .	100
3.4.1. Création, ouverture, fermeture d'un jeu de données et ajout d'un fichier raster . . . . .	102
3.4.2. Création, ajout et édition d'une couche vectorielle . . . . .	106
3.4.3. Exemples de traitements d'images avec QGIS-GRASS . . . . .	108
3.5. Remerciements . . . . .	117
3.6. Bibliographie . . . . .	117

## **Chapitre 4. Utilisation des modules SAGA GIS dans QGIS. . . . . 119**

Paul PASSY et Sylvain THÉRY

4.1. SAGA GIS dans QGIS . . . . .	119
4.1.1. Développement de SAGA GIS . . . . .	119
4.1.2. Interfaçage de SAGA GIS dans QGIS . . . . .	120
4.1.2.1. Installation. . . . .	120
4.1.2.2. Appel des modules SAGA GIS . . . . .	121
4.2. SAGA GIS pour le traitement d'images satellites multispectrales. . . . .	123
4.2.1. Méthodologie. . . . .	123
4.2.2. Acquisition et présentation des données utilisées . . . . .	124
4.2.3. Correction des images satellites . . . . .	125
4.2.4. Découpage des images satellites selon la zone étudiée . . . . .	128
4.2.5. Construction de compositions colorées et exploration de la région. . . . .	130
4.2.6. Calculs d'indices afin d'extraire la végétation et les surfaces en eau. . . . .	132
4.2.6.1. Extraction de la végétation avec le SAVI . . . . .	132
4.2.6.2. Extraction des surfaces en eau avec le AWEI. . . . .	135
4.2.6.3. Classification de l'occupation du sol . . . . .	137
4.3. Extraction d'un réseau hydrographique avec SAGA GIS dans QGIS. . . . .	145
4.3.1. Intérêts . . . . .	145
4.3.2. Préparation du MNT : mosaïquage et découpage . . . . .	146
4.3.3. Remplissage des puits . . . . .	149
4.3.4. Extraction du réseau hydrographique . . . . .	150
4.4. Interpolation avec SAGA GIS. . . . .	154
4.4.1. Principe de l'interpolation . . . . .	154

4.4.2. Interpolation de mesures de qualités des eaux souterraines dans le bassin de la Seine . . . . .	154
4.4.2.1. Présentation des données . . . . .	154
4.4.2.2. Préparation des données . . . . .	155
4.4.2.3. Mise en place de l'interpolation . . . . .	157
4.4.2.4. Qualification de l'interpolation . . . . .	160
4.5. Bibliographie . . . . .	163

**Chapitre 5. Utilisation des applications de l'Orfeo Toolbox . . . . . 165**

Rémi CRESSON, Manuel GRIZONNET et Julien MICHEL

5.1. Présentation de l'Orfeo Toolbox . . . . .	165
5.1.1. Introduction . . . . .	165
5.1.2. Historique . . . . .	166
5.1.3. Contenu des applications . . . . .	167
5.1.4. Gouvernance et communauté . . . . .	168
5.1.5. Librairie C++ . . . . .	169
5.1.6. Quelques mécanismes internes à la librairie . . . . .	171
5.1.6.1. Mécanisme de <i>streaming</i> . . . . .	171
5.1.6.2. Utilisation efficace des processeurs . . . . .	172
5.1.6.3. Supports de calcul haute performance . . . . .	172
5.1.7. Téléchargement et installation . . . . .	173
5.2. Utilisation des applications OTB . . . . .	173
5.2.1. Interface . . . . .	173
5.2.1.1. Principe . . . . .	173
5.2.1.2. Paramètres . . . . .	173
5.2.1.3. Description . . . . .	176
5.2.2. Interface en ligne de commande . . . . .	177
5.2.3. Interface graphique . . . . .	180
5.2.4. Utilisation depuis QGIS . . . . .	181
5.2.5. Liaison avec Python . . . . .	182
5.2.6. Monteverdi . . . . .	182
5.3. Mise en pratique . . . . .	183
5.3.1. Applications utilitaires . . . . .	183
5.3.1.1. Extraire une région d'une image . . . . .	184
5.3.1.2. Rééchantillonner une image . . . . .	187
5.3.1.3. Concaténer des images . . . . .	190
5.3.1.4. Effectuer des calculs orientés pixels . . . . .	192
5.3.1.5. Opérateurs morphologiques . . . . .	197
5.3.1.6. Filtrage : lissage . . . . .	200
5.3.1.7. Filtrage : calcul étendu sur les pixels . . . . .	203

5.3.2. Applications pour le prétraitement des images . . . . .	207
5.3.2.1. Traitements radiométriques en optique . . . . .	207
5.3.2.2. Traitements radiométriques SAR . . . . .	211
5.3.2.3. Traitements géométriques des images satellites. . . . .	213
5.3.2.4. <i>Pansharpening</i> . . . . .	227
5.3.2.5. Mosaïquage d'images . . . . .	231
5.3.3. Applications pour l'extraction de primitives . . . . .	233
5.3.3.1. Indices radiométriques . . . . .	233
5.3.3.2. Indices de texture . . . . .	237
5.3.4. Applications de classification . . . . .	241
5.4. Conclusion . . . . .	252
5.5. Remerciements. . . . .	252
5.6. Bibliographie. . . . .	253

## **Chapitre 6. Diffusion d'une cartographie de l'occupation du sol en ligne LizMap . . . . . 255**

Jean-Baptiste LAURENT et Louise LEROUX

6.1. Contexte . . . . .	255
6.2. Méthode pour la diffusion d'une carte en ligne avec LizMap . . . . .	256
6.2.1. Présentation de LizMap. . . . .	256
6.2.2. Les grandes étapes de la publication de cartes avec LizMap. . . . .	258
6.2.2.1. Création et configuration d'un projet QGIS pour le Web . . . . .	258
6.2.2.2. Configuration du projet QGIS pour LizMap . . . . .	259
6.2.2.3. Publication de la carte par FTP . . . . .	259
6.2.2.4. Visualisation des données . . . . .	259
6.3. Mise en pratique avec QGIS . . . . .	260
6.3.1. Configurer un projet QGIS pour le Web . . . . .	260
6.3.2. Configurer un projet QGIS pour LizMap. . . . .	261
6.3.2.1. Installation du <i>plugin</i> LizMap . . . . .	261
6.3.2.2. Configurer les couches pour LizMap . . . . .	262
6.3.3. Publier la carte par FTP. . . . .	265
6.3.4. Quelques astuces pour aller plus loin . . . . .	266
6.3.4.1. Les <i>popups</i> . . . . .	267
6.3.4.2. Les échelles . . . . .	267
6.3.4.3. La gestion des projections . . . . .	267
6.3.4.4. La transparence . . . . .	268
6.3.4.5. Configuration avancée. . . . .	268
6.4. Bibliographie . . . . .	269

<b>Chapitre 7. Deux extensions de QGIS pour des applications en santé : GeoHealth et QuickOSM</b> . . . . .	<b>271</b>
Vincent HERBRETEAU, Christophe RÉVILLION et Étienne TRIMAILLE	
7.1. Contexte de l'utilisation des SIG en santé et du développement d'extensions dédiées à la santé dans QGIS . . . . .	271
7.2. Méthode appliquée . . . . .	273
7.2.1. Import des données . . . . .	274
7.2.2. Géolocalisation des cas . . . . .	274
7.2.3. Anonymisation (« floutage ») des données . . . . .	275
7.2.4. Création d'une carte d'incidence ou de densité . . . . .	277
7.2.5. Import de données de la base OpenStreetMap . . . . .	277
7.2.6. Analyses environnementales . . . . .	279
7.2.7. Export . . . . .	281
7.3. Mise en pratique : GeoHealth, la cartographie assistée sous QGIS . . . . .	281
7.3.1. Installation des extensions GeoHealth et QuickOSM . . . . .	281
7.3.2. Jeux de données . . . . .	283
7.3.3. Réalisation d'une carte d'incidence avec l'extension GeoHealth . . . . .	284
7.3.4. « Floutage » de données ponctuelles avec les extensions GeoHealth et QuickOSM . . . . .	286
7.3.4.1. Géocodage . . . . .	286
7.3.4.2. « Floutage » . . . . .	288
7.3.5. Exemple d'analyses spatiales en santé . . . . .	293
7.3.6. Contribution à la base de données OpenStreetMap : apport des images satellitaires . . . . .	297
7.4. Bibliographie . . . . .	301
<b>Liste des auteurs</b> . . . . .	<b>303</b>
<b>Index</b> . . . . .	<b>305</b>
<b>Comité de lecture</b> . . . . .	<b>309</b>
<b>Sommaires des autres volumes de la série</b> . . . . .	<b>311</b>