

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> . . . . .	1
<b>Remerciements</b> . . . . .	3
<b>Introduction</b> . . . . .	5
<b>Chapitre 1. Cadre théorique</b> . . . . .	11
1.1. Système d'informations géospatiales (SIG) . . . . .	11
1.1.1. Types de données géospatiales . . . . .	13
1.1.2. Bases de données géospatiales . . . . .	16
1.1.3. Qualité des bases de données géospatiales . . . . .	19
1.1.4. SIG et les données sur l'eau . . . . .	22
1.2. Infrastructure de données géospatiales (IDG) . . . . .	24
1.2.1. Concepts, composants et hiérarchie . . . . .	25
1.2.2. Interopérabilité, normes et standards . . . . .	27
1.2.2.1. Interopérabilité . . . . .	27
1.2.2.2. Normes et standards . . . . .	28
1.2.2.3. Normes relatives aux développements des IDG . . . . .	29
1.2.2.4. Organismes de normalisation . . . . .	32
1.2.3. Description des standards . . . . .	36
1.2.3.1. <i>Web Map Service</i> (WMS) . . . . .	37
1.2.3.2. <i>Web Feature Service</i> (WFS) . . . . .	44
1.2.3.3. <i>Web Coverage Service</i> (WCS) . . . . .	47
1.2.3.4. Catalogue de service pour le Web (CSW) . . . . .	49
1.2.3.5. <i>Web Processing Service</i> (WPS) . . . . .	50

1.2.3.6. <i>Sensor Observation Service</i> (SOS) . . . . .	50
1.2.3.7. <i>Geography Markup Language</i> (GML) . . . . .	51
1.2.4. De plusieurs services à une infrastructure de données spatiales . . . . .	51
1.2.5. Initiatives . . . . .	54
1.2.5.1. Infrastructure pour l'information spatiale dans la Communauté européenne (INSPIRE) . . . . .	54
1.2.5.2. Système mondial d'observation de la Terre (GEOSS) . . . . .	55
1.2.5.3. <i>Global Spatial Data Infrastructure</i> (GSDI) . . . . .	55
1.3. Aperçu des technologies géospatiales . . . . .	56
1.3.1. Logiciel SIG libre . . . . .	56
1.3.2. Outils . . . . .	59
1.3.2.1. Serveurs cartographiques . . . . .	59
1.3.2.2. API coté client . . . . .	61
1.3.2.3. Cataloguer des données spatiales . . . . .	64
1.3.2.4. SGBD spatiaux . . . . .	65
1.3.3. Étude comparative des solutions existantes . . . . .	67
1.3.3.1. Pourquoi cette étude ? . . . . .	67
1.3.3.2. Évaluation des serveurs cartographiques . . . . .	67
1.3.3.3. Évaluation des API coté client . . . . .	68
1.3.3.4. Évaluation des SGBD spatiaux . . . . .	70
1.3.3.5. Géocatalogues . . . . .	73
1.4. Conclusion . . . . .	74

<b>Chapitre 2. Cadre technique : infrastructures de données spatiales sur l'eau . . . . .</b>	<b>75</b>
2.1. Introduction . . . . .	75
2.2. Gestion des données sur l'eau . . . . .	76
2.2.1. Données sur l'eau . . . . .	76
2.2.2. Sources des données sur l'eau . . . . .	78
2.2.3. Modèle de gestion des données sur l'eau . . . . .	79
2.2.4. Interopérabilité des données sur l'eau . . . . .	81
2.3. Mise en place d'un système national d'information sur l'eau (SNIE) . . . . .	83
2.3.1. Architecture technique d'une IDG sur l'eau . . . . .	84
2.3.2. Schéma d'interaction des principaux modules . . . . .	89
2.4. Expériences internationales . . . . .	89
2.4.1. Au niveau du bassin méditerranéen . . . . .	89
2.4.1.1. En France . . . . .	91

2.4.1.2. En Espagne . . . . .	93
2.4.1.3. En Algérie . . . . .	94
2.4.1.4. En Tunisie . . . . .	96
2.4.2. Autres . . . . .	97
2.4.2.1. En Amérique du Nord. . . . .	97
2.4.2.2. En Australie . . . . .	97
2.4.2.3. En Amérique du Sud . . . . .	97
2.4.2.4. En Asie . . . . .	97
2.4.2.5. En Afrique . . . . .	98
2.4.2.6. Au Canada . . . . .	99
2.4.2.7. En Europe . . . . .	99
2.4.2.8. En Autriche . . . . .	99
2.5. Standards des données sur l'eau . . . . .	100
2.5.1. Standards pour l'acquisition des données sur l'eau . . . . .	101
2.5.2. Standards et modèles internationaux d'échange de données sur l'eau . . . . .	101
2.5.2.1. WaterML. . . . .	103
2.5.2.2. Service d'administration des données et référentiels sur l'eau (SANDRE) . . . . .	103
2.5.2.3. <i>Australian Hydrological Geospatial Fabric</i> (Geofabric) . . . . .	104
2.5.2.4. <i>GroundWater Markup Language</i> (GWML) . . . . .	105
2.5.2.5. Modèle ArcHydro . . . . .	105
2.5.2.6. Format de transfert des données sur l'eau (WDTF) . . . . .	106
2.5.2.7. XHydro . . . . .	106
2.5.2.8. <i>DelftFEWS Published Interface</i> . . . . .	107
2.5.2.9. Normes de technologie de l'information de l'OGC pour le développement durable . . . . .	107
2.6. Conclusion . . . . .	108

## **Chapitre 3. Cas d'étude . . . . . 109**

3.1. Cataloguer les données sur les ressources en eaux souterraines . . . . .	109
3.1.1. Introduction . . . . .	109
3.1.2. État des lieux du système national d'information sur l'eau au Maroc (SNIE) . . . . .	110
3.1.3. Les acteurs . . . . .	112
3.1.4. Matériel et méthode . . . . .	114
3.1.5. Architecture d'une IDG sur les eaux souterraines . . . . .	115
3.1.6. Géoportail . . . . .	119
3.1.7. Géocatalogue . . . . .	120

---

3.1.7.1. Mode d'accès . . . . .	121
3.1.7.2. Gestionnaire du catalogue . . . . .	122
3.1.8. Conclusion . . . . .	124
3.2. Géocapteurs pour une gestion durable des ressources en eau . . . . .	125
3.2.1. Introduction . . . . .	125
3.2.2. Matériel et méthode . . . . .	128
3.2.2.1. Zone d'étude : la plaine de Tafilalet . . . . .	128
3.2.2.2. Architecture globale . . . . .	129
3.2.3. Résultats et discussion . . . . .	131
3.2.4. Conclusion . . . . .	135
3.3. IDG et géotraitement des données sur l'eau . . . . .	136
3.3.1. Introduction . . . . .	136
3.3.2. Matériel et méthode . . . . .	137
3.3.3. Architecture de la solution . . . . .	139
3.3.4. Résultats et discussion . . . . .	140
3.3.5. Conclusion . . . . .	145
3.4. Conception des outils d'aide à la décision . . . . .	146
3.4.1. Zone d'étude . . . . .	146
3.4.2. Méthodologie . . . . .	148
3.4.3. Paramètres d'analyse . . . . .	149
3.4.3.1. Topographie . . . . .	149
3.4.3.2. Hydrologie . . . . .	150
3.4.3.3. Hydrogéologie . . . . .	150
3.4.4. Modélisation et analyse multicritère . . . . .	153
3.4.5. Résultats et discussion . . . . .	154
3.4.6. Conclusion . . . . .	156
<b>Conclusion . . . . .</b>	<b>157</b>
<b>Liste des acronymes . . . . .</b>	<b>161</b>
<b>Bibliographie . . . . .</b>	<b>167</b>
<b>Index . . . . .</b>	<b>175</b>