

---

# Table des matières

---

Remerciements .....	iv
Résumé .....	vii
Abstract .....	ix
Table des matières .....	xi
Liste des figures et tableaux .....	xv
Liste des abréviations .....	xix
<b>Chapitre 1   Introduction .....</b>	<b>1</b>
1.1 Les multiples utilisations du sous-sol et de ses ressources .....	1
1.2 Services écosystémiques et capital naturel .....	4
1.3 La gestion des données et les systèmes d'information .....	6
1.4 Contexte énergétique.....	8
1.4.1 Stratégie énergétique suisse et genevoise.....	8
1.4.2 Programme GEothermie 2020 .....	9
1.5 Les enjeux du service géologique cantonal de Genève .....	12
1.5.1 Un projet de recherche interdisciplinaire orienté vers l'application.....	12
1.5.2 Objectifs du projet et questions de recherche associées .....	14
1.5.3 Structure de la thèse .....	15
<b>Chapitre 2   Etat de l'art concernant les systèmes d'information géologiques.....</b>	<b>19</b>
2.1 Méthodologie: Evaluation des systèmes d'information géologiques.....	19
2.1.1 Echelle internationale (Europe).....	19
2.1.2 Echelle nationale (Suisse).....	20
2.1.3 Echelle régionale (Genève) .....	21
2.1.4 Analyse des besoins.....	21
2.2 Les systèmes d'information géologiques en Europe .....	22
2.2.1 Rôle des services géologiques nationaux (SGN).....	22
2.2.2 Associations et projets européens.....	22
2.2.3 Modèles de données et standards européens .....	26
2.2.4 Résultats du questionnaire selon les axes de l'interopérabilité.....	27
2.2.5 Synthèse des résultats.....	41
2.3 Les systèmes d'information géologiques en Suisse .....	43
2.3.1 Rôle de swisstopo et du service géologique national .....	43

2.3.2 Projets autour des données géologiques à l'échelle nationale.....	43
2.3.3 Modèles de données .....	44
2.3.4 Résultats du questionnaire selon les axes de l'interopérabilité.....	44
2.3.5 Synthèse des résultats .....	56
<b>2.4 Le système d'information géologique à Genève.....</b>	<b>57</b>
2.4.1 Rôles du service de géologie, sols et déchets (GESDEC).....	57
2.4.2 Projets autour des données géologiques à l'échelle genevoise .....	57
2.4.3 Etat de l'art du système d'information géologique à Genève .....	58
2.4.4 Synthèse des résultats .....	61
<b>2.5 Analyse des besoins pour le système d'information géologique à Genève .....</b>	<b>63</b>
2.5.1 Identification des acteurs et groupes d'acteurs.....	63
2.5.2 Enonciation des besoins pour le système d'information.....	64
<b>2.6 Synthèse et éléments à retenir .....</b>	<b>65</b>
<b>Chapitre 3   Architecture du modèle de données .....</b>	<b>66</b>
3.1 Méthodologie : Développement d'un modèle de données .....	66
3.2 Résultats : Modèles de données .....	70
3.2.1 Modèle de données actuel au GESDEC .....	70
3.2.2 Modèles de données issus du certificat en géomatique .....	71
3.2.3 Modèles de données pour la base de données du sous-sol .....	74
3.2.4 Caractéristiques de l'architecture du modèle de données.....	81
3.2.5 Le choix des attributs selon leur pertinence .....	84
3.2.6 Attribution de valeurs prédéfinies pertinentes.....	93
3.3 Discussion .....	97
3.3.1 Genève: perspectives d'amélioration du modèle de données.....	97
3.3.2 Suisse: compatibilité avec le modèle minimal de swisstopo.....	98
3.3.3 Europe: cohérence du modèle de données avec la directive INSPIRE .....	100
3.4 Synthèse et éléments à retenir .....	102
<b>Chapitre 4   Composants d'un système d'information et outils informatiques.....</b>	<b>103</b>
4.1 Méthodologie: Evaluation des outils informatiques d'un système d'information géologique .....	103
4.2 Résultats: Stockage de données.....	105
4.2.1 Types d'outils informatiques .....	105
4.2.2 Les outils existants au GESDEC .....	107
4.2.3 Choix des outils pour ce projet.....	107
4.3 Résultats: Analyse cartographique et modélisation .....	110
4.3.1 Types d'outils informatiques .....	110
4.3.2 Les outils existants au GESDEC .....	111
4.3.3 Choix des outils pour ce projet.....	111

<b>4.4 Résultats: Plateforme de visualisation et diffusion.....</b>	<b>113</b>
4.4.1 Types d'outils informatiques .....	113
4.4.2 Les outils existants au GESDEC .....	115
4.4.3 Choix des outils pour ce projet.....	116
<b>4.5 Résultats: Saisie et transferts de données.....</b>	<b>118</b>
4.5.1 Types d'outils informatiques .....	118
4.5.2 Les outils existants au GESDEC .....	119
4.5.3 Choix des outils pour ce projet.....	119
<b>4.6 Discussion .....</b>	<b>127</b>
4.6.1 Genève: le SITG et son évolution vers la 3D .....	127
4.6.2 Suisse: les outils informatiques préconisés par swisstopo.....	129
4.6.3 Europe: les outils informatique préconisés par INSPIRE .....	129
<b>4.7 Synthèse et éléments à retenir .....</b>	<b>130</b>
<b>Chapitre 5   Flux de données et implications du cadre légal .....</b>	<b>131</b>
5.1 Méthodologie: Analyse et élaboration d'un flux de données pour le système d'information géologique.....	131
5.2 Résultats: Cadre légal actuel et implications sur les flux de données.....	133
5.2.1 Synthèse des lois en matière de géodonnées et données géologiques.....	133
5.2.2 Les données brutes vs les données interprétées.....	137
5.2.3 Formats et délais de réception des données géologiques .....	137
5.2.4 Gestion de la confidentialité et de la diffusion des données.....	138
5.2.5 Synthèse des problématiques soulevées .....	140
5.3 Résultats: Elaboration d'un nouveau flux de données pour le système d'information géologique.....	142
5.3.1 Données reçues, formats, délais et confidentialité .....	142
5.3.2 Les produits cartographiques pouvant être dérivés de la BD .....	146
5.3.3 Intégration des notions d'incertitude et de risque.....	148
5.3.4 Synthèse du flux de données et implications du cadre légal .....	149
5.4 Discussion .....	152
5.4.1 Genève: Le SITG et l'Open Data.....	152
5.4.2 Suisse: Stratégie « Suisse numérique » et opportunités .....	153
5.4.3 Europe: Open Data, Open Science... vers une société de partage de l'information ? .....	154
5.5 Synthèse et éléments à retenir .....	156
<b>Chapitre 6   Cas d'application: valorisation du système d'information géologique à l'échelle du canton de Genève.....</b>	<b>157</b>
6.1 Méthodologie : Mise en application du système d'information.....	157
6.2 Scénario 1: intégration de l'énergie géothermique dans un quartier .....	159
6.2.1 Utilisation actuelle du système d'information géologique .....	159
6.2.2 Utilisation future du système d'information géologique développé.....	163

6.2.3 Synthèse du scénario d'application.....	168
<b>6.3 Scénario 2: réalisation d'un projet de géothermie.....</b>	<b>170</b>
6.3.1 Utilisation actuelle du système d'information géologique.....	170
6.3.2 Utilisation future du système d'information géologique développé.....	173
6.3.3 Synthèse du scénario d'application.....	176
<b>6.4 Discussion: la plus-value d'un système d'information géologique à Genève .....</b>	<b>178</b>
6.4.1 Réponse aux besoins des acteurs identifiés.....	178
6.4.2 Evaluation des opportunités et risques liés à la mise en application opérationnelle ou non du système d'information géologique à Genève .....	179
6.4.3 La géothermie dans la gestion intégrée des capitaux naturels.....	184
6.4.4 Les enjeux de la gestion du sous-sol .....	185
<b>6.5 Synthèse et éléments à retenir .....</b>	<b>187</b>
<b>Chapitre 7   Conclusions et recommandations .....</b>	<b>188</b>
7.1 Conclusions .....	188
7.2 Recommandations .....	192
7.2.1 Recommandations à court terme .....	193
7.2.2 Recommandations à long terme .....	195
7.2.3 L'interopérabilité comme grille d'analyse pour les systèmes d'information .....	196
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>197</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>208</b>