

Table des matières

Préface	1
André MARIOTTI	
Introduction	5
Chapitre 1. Méthodes magnétiques	7
1.1. Le magnétisme, une force naturelle pour nos boussoles	7
1.1.1. En guise d'introduction : un exemple de prospection ou cartographie magnétique	8
1.1.2. Origine du magnétisme	11
1.1.3. La représentation vectorielle du magnétisme et le dipôle magnétique	14
1.1.3.1. Le champ magnétique et son intensité.	16
1.1.3.2. Unités en magnétisme.	18
1.1.4. Le champ magnétique terrestre (ou plus exactement l'induction magnétique)	19
1.1.4.1. Le champ magnétique global	19
1.1.4.2. Le champ magnétique local	21
1.2. Le magnétisme des roches et des objets contenant du fer	23
1.2.1. Le magnétisme des roches et la magnétite	23
1.2.1.1. Une règle de sécurité en magnétisme	26
1.2.2. Aimantations induites, aimantations rémanentes	27
1.2.2.1. Cycle d'hystérésis	27
1.3. Les anomalies magnétiques et la prospection.	30
1.3.1. Le dipôle magnétique et son champ	30
1.3.1.1. Prendre en compte la forme réelle des corps.	34

1.3.2. Mettre en œuvre la cartographie magnétique	37
1.3.2.1. Adaptation de la maille	39
1.3.2.2. Prospection et rendement : une loi au carré !	41
1.3.3. Prise en compte des variations temporelles naturelles du champ (et autres dérives)	41
1.3.4. Champ total, pseudo-gradient vertical du champ total et pseudo-gradient vertical	43
1.3.4.1. Mesures du champ total.	43
1.3.4.2. Utiliser un simple capteur fluxgate pour la mesure du champ total ou pour une composante ?	46
1.3.4.3. Mesures du pseudo-gradient vertical.	48
1.3.5. Le prétraitement des cartes magnétiques	52
1.3.6. Forme des anomalies en fonction de la latitude	54
1.3.7. Interpréter une anomalie magnétique : quelques exemples	58
1.3.8. Traitements divers	62
1.3.9. Se mettre en ordre de bataille pour une cartographie magnétique	63
1.4. Construire un magnétomètre (ou même plus).	65
1.4.1. Gradiomètre à deux capteurs fluxgate monocomposantes . .	65
1.4.2. Mesure du champ total à l'aide d'un fluxgate à 3 composantes et sa calibration	67
1.5. Système d'acquisition pour le fluxgate à 3 composantes pour le champ total	68
1.5.1. Caractéristiques de l'appareil	69
1.5.2. Étude fonctionnelle du projet	70
1.5.3. Alimentation des circuits	71
1.5.4. Le capteur fluxgate	72
1.5.5. Le câble et les connecteurs	73
1.5.6. Filtrage des signaux	74
1.5.7. Conversions analogique-numérique	80
1.5.7.1. Présentation d'un convertisseur 24 bits : l'ADS1220 .	80
1.5.7.2. Principe d'échantillonnage du convertisseur ADS1220	81
1.5.7.3. Adaptation du signal au mode de fonctionnement du convertisseur	81
1.5.7.4. Résolution du convertisseur	85

1.5.7.5. Conception d'une version « Breakout board » du convertisseur	86
1.5.8. Principe d'acquisition	88
1.5.8.1. Développement d'une librairie pour l'ADS1220 pour le micro-contrôleur Arduino.	91
1.6. Aspects mécaniques.	96
1.7. Annexe : calibration du magnétomètre fluxgate 3-axes	98
1.7.1. Programmation de la calibration	103
1.7.2. Programmes pour le magnétomètre.	103

Chapitre 2. La méthode électromagnétique à induction (EMI) ou Slingram. 107

2.1. Principe de l'induction et du Slingram	107
2.1.1. L'induction et les courants de Foucault	108
2.1.1.1. Le Slingram et la « composante en phase »	113
2.1.2. Un exemple de prospection Slingram	113
2.2. Réponse du Slingram au terrain : les différents cas de figure	114
2.2.1. La conductivité apparente en terrain homogène tabulaire et complexe de conductivité ordinaire	114
2.2.1.1. Terrain homogène	114
2.2.1.2. Conductivité apparente	115
2.2.1.3. Terrain tabulaire	115
2.2.1.4. Sensibilité en fonction de la profondeur	118
2.2.1.5. Réponse en terrain inhomogène.	119
2.2.2. La réponse en présence de conducteurs métalliques	121
2.2.3. L'interprétation et les limites de la méthode	122
2.2.3.1. La question de la calibration.	122
2.2.3.2. La question de l'inversion	124
2.2.4. Exemples de cartes Slingram.	125
2.3. Construire un appareil EMI-Slingram	128
2.3.1. Dimensionnement de l'émetteur.	131
2.3.2. Conception de l'électronique.	133
2.3.2.1. Émetteur	133
2.3.2.2. Récepteur.	134
2.3.2.3. Note sur la compensation du champ primaire	139
2.3.2.4. Note sur les alimentations	141
2.3.3. Étalonnage et calibration initiale du Slingram	141
2.3.4. Acquisition des données.	143

Chapitre 3. Traitement des cartes géophysiques	145
3.1. Introduction	145
3.1.1. Étapes de réalisation d'une carte	148
3.1.2. Logiciels de représentation de cartes	148
3.1.3. Logiciels gratuits	149
3.2. Préparation d'une grille régulière	150
3.2.1. L'interpolation par moyenne pondérée par la distance. . .	154
3.2.2. L'interpolation linéaire sur la base des triangles de Delaunay	154
3.2.3. La méthode de courbure (intégrale) minimale, ou <i>spline</i> , adaptée à 2 dimensions	154
3.2.4. Le krigeage	155
3.3. La représentation en courbes de niveau : un problème d'algorithme	160
3.4. Les artefacts sur les cartes	162
3.4.1. Les effets de profil	162
3.4.2. Le chevronnage	163
3.4.3. La régionale	164
3.5. La réduction au pôle pour les cartes magnétiques	166
3.6. Autres opérations	168
 Bibliographie	 169
 Index	 171
 Sommaire de <i>Géophysique appliquée pour tous 1</i>	 173