



Jacques Dubois  
Michel Diament  
Jean-Pascal Cogné

# Géophysique

Cours  
et exercices corrigés

4<sup>e</sup> édition *de*



056121

MASTER  
CAPES/AGREG  
Ecoles d'ingénieurs

DUNOD

GL 100

Jacques Dubois  
Michel Diamant  
Jean-Pascal Cogné

LES MATIÈRES

056121

③

# Géophysique



Cours  
et exercices corrigés

4<sup>e</sup> édition



056121

DUNOD

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Avant-propos</b>	<b>VII</b>
<b>Chapitre 1. Notions de base</b>	<b>1</b>
1.1 La notion d'échelle : échelle spatiale et échelle temporelle	2
1.2 La notion de modèle	2
1.3 Modèles et échelles	3
1.4 Notion d'anomalie	4
1.5 La mesure et la précision sur la mesure	5
<b>Chapitre 2. Forme de la Terre et mesures de la pesanteur</b>	<b>7</b>
2.1 Introduction	7
2.2 Notions de base	8
2.2.1 Les densités des matériaux géologiques	8
2.2.2 L'accélération de la pesanteur	9
2.2.3 Unités	12
2.2.4 Le potentiel gravitationnel et le potentiel de pesanteur	13
2.2.5 Surfaces équipotentielles et verticale	15
2.2.6 Géoïde et ellipsoïde de référence	16
2.2.7 Valeur théorique de la pesanteur sur l'ellipsoïde	20
2.2.8 L'effet luni-solaire	20
2.3 Les mesures	23
2.3.1 Les mesures absolues de la pesanteur	23
2.3.2 Les mesures relatives de la pesanteur	26
2.3.3 Les mesures relatives sur des mobiles (navire, avion)	33
2.3.4 La mesure des gradients de la pesanteur	35
2.3.5 La détermination de l'anomalie du géoïde grâce aux satellites altimétriques	36
2.3.6 Mesures depuis l'espace : les missions de gravimétrie spatiale	39
2.4 Les systèmes de positionnement modernes par satellites	41
2.4.1 Les systèmes géodésiques locaux et spatiaux	41
2.4.2 Latitude et longitude	43
2.4.3 Altitude et hauteur ellipsoïdale	43
2.4.4 Le principe du GPS	45
2.4.5 Le GPS différentiel (DGPS)	48
Exercices	49
Corrigés	50
<b>Chapitre 3. Anomalies gravimétriques</b>	<b>51</b>
3.1 Corrections et anomalies gravimétriques	51
3.1.1 Correction et anomalie à l'air libre	52
3.1.2 Correction et anomalie de Bouguer	53
3.2 Isostasie	63

3.3	Interprétation	69
3.3.1	Effets de structures simples	70
3.3.2	Effet d'une structure de géométrie quelconque	73
3.3.3	Anomalie régionale et séparation des sources	77
3.3.4	Estimation de la masse par le théorème de Gauss	79
3.3.5	Quelques traitements simples : prolongements et dérivées	81
	Exercices	85
	Corrigés	88
<b>Chapitre 4. La sismologie</b>		<b>93</b>
4.1	Généralités et rappels	93
4.1.1	Notion de tension, tenseur de contrainte à trois dimensions	93
4.1.2	Principes de la théorie de l'élasticité	95
4.1.3	Propagation d'une onde plane longitudinale	100
4.1.4	Propagation d'une onde plane transversale	101
4.1.5	Vitesse des ondes de compression P dans les milieux terrestres	102
4.1.6	Front d'onde, rais sismiques	103
4.1.7	Réflexion et réfraction des ondes sismiques, ondes coniques	104
4.1.8	Rais sismiques, paramètre du rai	108
4.1.9	Recherche de la loi de vitesse en profondeur	108
4.2	La sismologie	111
4.2.1	Les ondes sismiques, leur enregistrement	111
4.2.2	Les réseaux sismologiques	115
4.2.3	Les séismes	116
4.2.4	La structure du globe grâce à la sismologie	128
4.2.5	La tomographie télésismique	135
	Exercices	139
	Corrigés	139
<b>Chapitre 5. La sismique réflexion et la sismique réfraction</b>		<b>141</b>
5.1	La sismique réflexion	141
5.1.1	La géométrie des rais	141
5.1.2	La sismique réflexion à terre et en mer	150
5.1.3	Les diverses méthodes de sismique réflexion	162
5.1.4	La sismique 3D	164
5.1.5	La sismique 4D	167
5.2	La sismique réfraction	168
5.2.1	Cas des couches parallèles	169
5.2.2	Cas des interfaces inclinées	173
5.2.3	La sismique réfraction à terre et en mer	174
	Exercices	175
	Corrigés	176
<b>Chapitre 6. Le géomagnétisme</b>		<b>179</b>
6.1	Définitions et généralités	179
6.1.1	Paramètres et unités	179
6.1.2	Les repères et les éléments du champ géomagnétique	181

6.2 Mesures du champ géomagnétique	184
6.2.1 Les mesures absolues	184
6.2.2 Les mesures relatives	185
6.2.3 Les mesures spatiales	186
6.3 Les variations du champ géomagnétique	188
6.3.1 Les variations temporelles	188
6.3.2 Représentation analytique du champ géomagnétique	190
6.3.3 Morphologie du Champ Principal	192
6.4 Aimantation, archéomagnétisme, paléomagnétisme	198
6.4.1 Les différentes formes d'aimantation rémanente	199
6.4.2 L'archéomagnétisme et le paléomagnétisme	201
6.5 Les anomalies magnétiques et leur interprétation	204
6.5.1 Interprétation des anomalies	207
6.5.2 Les inversions du champ magnétique terrestre	208
6.5.3 Origine du champ interne, la dynamo terrestre	210
6.6 La prospection magnétique	212
6.6.1 Approche qualitative	212
6.6.2 Approche quantitative	215
6.6.3 Réduction au pôle, prolongements vers le haut et vers le bas	219
Exercices	219
Corrigés	221
<b>Chapitre 7. La prospection électrique</b>	<b>223</b>
7.1 Aspect théorique simplifié	223
7.1.1 Principe	223
7.1.2 Étude du cas d'un milieu homogène isotrope	224
7.1.3 Cas d'un milieu inhomogène	227
7.1.4 La résistivité des terrains	228
7.2 Les méthodes de prospection électrique	229
7.2.1 Les différents montages	229
7.2.2 Les méthodes de terrain	231
7.2.3 Étude du problème inverse	232
7.2.4 La méthode des images électriques	234
7.3 Les autres méthodes électriques et électromagnétiques	236
7.3.1 La polarisation spontanée ou (PS ou SP pour <i>Self Potential</i> )	236
7.3.2 La méthode tellurique	236
7.3.3 Prospection électromagnétique	236
7.3.4 La méthode magnéto-tellurique MT	237
7.3.5 Le radar	238
Exercices	242
Corrigés	242
<b>Annexe A. Trigonométrie sphérique</b>	<b>243</b>
A.1 Conventions	243
A.2 Formule des cosinus	243
A.3 Formule des sinus	243

A.4 Exemples d'application	244
A.4.1 Calcul de la distance entre 2 points sur le globe terrestre	244
A.4.2 Aire du triangle sphérique	245
A.4.3 Calcul de la position du PGV en paléomagnétisme	245

<b>Bibliographie</b>	<b>247</b>
----------------------	------------

<b>Index</b>	<b>249</b>
--------------	------------

Jacques Dubois  
Michel Diament  
Jean-Pascal Cogné

## Géophysique

### Cours et exercices corrigés

Cet ouvrage s'adresse à tous les étudiants qui ont besoin d'acquérir les notions de bases de la géophysique. Il sera également utile aux candidats aux concours de l'enseignement.

Le cours aborde les échelles spatiale et temporelle, la modélisation, la mise en évidence des anomalies et la précision des mesures. Il analyse aussi les différentes méthodes de mesures de la pesanteur, des anomalies gravimétriques et de leur interprétation. Les lois physiques, qui régissent la vitesse de propagation des ondes sismiques, sont également présentées ainsi que le champ magnétique terrestre et les méthodes de prospection électrique. L'apport des satellites dans les domaines de la gravimétrie, du géomagnétisme et de la géodésie (système de positionnement GPS) est présenté.

Dans cette nouvelle édition, les chapitres sur le géomagnétisme et la sismologie ont été particulièrement mis à jour.

Des exercices, tous corrigés, permettent de mettre en œuvre les notions acquises.

4<sup>e</sup> édition

**Jacques Dubois**

était professeur à l'Institut de Physique du Globe de Paris.

**Michel Diament**

est professeur à l'Institut de Physique du Globe de Paris.

**Jean Pascal Cogné**

est professeur à l'université Paris Diderot.



9 782100 553983

6699722

ISBN 978-2-10-055398-3

