

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	1
1 INTRODUCTION	3
1 FINALITÉ DE LA TOPOGRAPHIE	3
2 COMMENT ATTEINDRE CES OBJECTIFS	3
2.1 Établissement de cartes à petite échelle	3
2.2 Cartographie à grande échelle	6
2 GÉODÉSIE, CARTOGRAPHIE	9
1 GÉNÉRALITÉS ET DÉFINITIONS	9
2 FORMES ET DIMENSIONS DE LA TERRE	10
2.1 Géoïde	10
2.2 Ellipsoïde de révolution	12
2.3 Calculs sur l'ellipsoïde	16
2.4 Conclusion	20
3 REPRÉSENTATION PLANE DE L'ELLIPSOÏDE	20
3.1 Introduction	20
3.2 Déformations des figures	21
3.3 Classification des représentations	22
3.4 Représentation conique, directe, tangente et conforme : représentation de lambert	24

3.5	Représentation cylindrique transverse conforme de l'ellipsoïde « universal transverse mercator » utm	42
4	LECTURE DE CARTES	48
4.1	Carte de base	48
4.2	Définition du nord	49
4.3	Renseignements portés en marge de la carte	50
5	RÉSEAUX GÉODÉSIQUES	53
5.1	Historique de la triangulation	55
5.2	La nouvelle triangulation française (ntf)	55
5.3	Le nouveau réseau géodésique français	61
6	RÉSEAU ALTIMÉTRIQUE	67
6.1	Surfaces de référence et altimétrie	68
6.2	Choix d'un système d'altitude	72
6.3	Définition du zéro du NPF ign 69	73
6.4	Constitution du réseau actuel (ign 69)	74
6.5	Le réseau altimétrique national	75
6.6	Passer des observations aux altitudes normales	78
6.7	Les repères de nivellement	80
6.8	Répertoires de nivellement	80
6.9	Précision	81
3	MESURES ANGULAIRES	83
1	LE THÉODOLITE OPTICO-MÉCANIQUE	83
1.1	Terminologie	83
1.2	Principe de fonctionnement	84
1.3	Caractéristiques des théodolites optico-mécaniques	85
2	MISE EN STATION D'UN THÉODOLITE : RÉGLAGES, LECTURES	87
2.1	Mise en station	87
2.2	Caractéristiques des nivelles	91
2.3	Réglages d'un théodolite	93
2.4	Lectures angulaires	96
3	PRÉCISION DES MESURES ANGULAIRES	98
3.1	Erreurs systématiques dues à un défaut de l'appareil	98
3.2	Erreurs systématiques dues à une cause extérieure	101
3.3	Erreurs accidentelles	101

4	LES ANGLES HORIZONTAUX	103
4.1	Le cercle horizontal	103
4.2	Le double retournement	104
4.3	Terminologie des mesures d'angles horizontaux	105
4.4	Applications	108
5	CALCUL DE GISEMENT	113
5.1	Définition	113
5.2	Calcul d'un gisement à partir des coordonnées cartésiennes	113
5.3	Utilisation du gisement pour les calculs de coordonnées	117
6	DÉTERMINATION DU GOMOYEN DE STATION	118
6.1	Présentation	118
6.2	calcul DU G0 DE STATION	119
6.3	définition du G0moyen DE STATION	119
6.4	Détermination des écarts et tolérances	120
6.5	utilisation du G0moyen pour le calcul de points nouveaux	122
6.6	Tableau de calcul gostat.xls	122
6.7	Programmation en basic standard	122
6.8	Exemple de calcul	124
7	LE CERCLE VERTICAL : LECTURE D'ANGLES VERTICAUX	129
7.1	Conventions, notations	129
7.2	Valeur moyenne d'un angle vertical par double retournement	131
7.3	Erreur d'index vertical	132
7.4	Application	134
4	MESURES DE DISTANCE	137
1	HISTORIQUE	137
2	MESURES DE DISTANCES À L'AIDE D'UNE CHAÎNE	138
2.1	Mesures en terrain régulier	139
2.2	Mesures en terrain irrégulier ou en forte pente	141
2.3	Mesurage de précision : étalonnage d'un ruban	142
3	MESURES PARALLACTIQUES	151
3.1	Mesure avec une stadia	151
3.2	Mesure avec une base auxiliaire	153
4	MESURES STADIMÉTRIQUES	155
4.1	Stadimétrie à angle constant	155
4.2	Stadimétrie à angle variable	157

5	MESURE PAR VARIATION DE PENTE	157
5.1	Variation de pente à base variable	158
5.2	Variation de pente à base fixe	159
6	MESURE AU MOYEN D'UN IMEL	160
6.1	Principe de la mesure d'une distance à l'aide d'un imel	161
6.2	Phénomènes parasites	165
6.3	Précision des imel	170
7	RÉDUCTION À LA PROJECTION DES DISTANCES MESURÉES	172
7.1	Détermination de la distance réduite à partir de la distance mesurée sur le terrain	172
7.2	Distance déduite des coordonnées	182
7.3	Exemples de calcul	182
7.4	Correction globale pour un chantier	184
8	MESURE ASSISTÉE PAR SATELLITE (GPS)	185
5	NIVELLEMENT DIRECT	187
1	NIVELLEMENT DIRECT ORDINAIRE	187
1.1	Principe	187
1.2	Le niveau	188
1.3	Précision et tolérance des lectures	204
1.4	Caractéristiques des niveaux	206
1.5	Chemins simples	207
1.6	Cheminement mixte	211
1.7	Cas particuliers de cheminements	214
1.8	Applications	216
2	NIVELLEMENT DIRECT DE PRÉCISION	219
2.1	Niveaux de précision	219
2.2	Mires	220
2.3	Cheminement double	220
2.4	Précision et tolérances d'un nivellement par cheminement	223
3	NIVELLEMENT DIRECT DE HAUTE PRÉCISION	223
3.1	Niveaux de haute précision	223
3.2	Mires de précision	224
3.3	Lectures sur mire avec micromètre optique	225
3.4	Les cheminements de haute précision	226
3.5	Erreurs à prendre en compte	227

3.6	Classement des niveaux en fonction de l'ordre du nivellement	230
4	LES NIVEAUX NUMÉRIQUES	230
4.1	Principe	231
4.2	Limites d'emploi	232
4.3	Caractéristiques des niveaux numériques	233
6	NIVELLEMENT INDIRECT	235
1	PRINCIPE DU NIVELLEMENT INDIRECT TRIGONOMÉTRIQUE	235
2	NIVELLEMENT INDIRECT GÉODÉSIQUE	236
3	COMPARAISON AVEC LE NIVELLEMENT DIRECT	237
4	NIVELLEMENT INDIRECT SUR COURTE PORTÉE	238
4.1	Nivellement indirect avec un théodolite optico-mécanique	238
4.2	Nivellement indirect avec un théodolite muni d'un IMEL	243
5	NIVELLEMENT INDIRECT SUR DES PORTÉES MOYENNES	243
5.1	Sphéricité terrestre	244
5.2	Réfraction atmosphérique	247
5.3	Correction de niveau apparent	250
6	NIVELLEMENT INDIRECT SUR DE LONGUES PORTÉES	255
7	CHEMINEMENTS EN NIVELLEMENT INDIRECT	257
8	EXEMPLES DE NIVELLEMENT INDIRECT	258
8.1	Exemple de nivellement indirect trigonométrique	259
8.2	Exemple de nivellement indirect géodésique	260
9	TOLÉRANCES RÉGLEMENTAIRES EN NIVELLEMENT INDIRECT	261
9.1	Dénivelée calculée à partir de la distance horizontale	262
9.2	Dénivelée calculée à partir d'une mesure de distance inclinée	262
9.3	Tableaux récapitulatifs	262
7	TECHNOLOGIES MODERNES	265
1	GLOBAL POSITIONNING SYSTEM (GPS)	265
1.1	Qu'est-ce que le GPS ?	265
1.2	Le mode naturel ou positionnement absolu	271
1.3	Le mode différentiel ou positionnement relatif	275
1.4	Passage du système international au système national	281

1.5	Différentes techniques de mesure en mode différentiel	284
1.6	Planification d'une campagne de mesures GPS	291
2	NIVEAUX NUMÉRIQUES	297
3	LES STATIONS TOTALES	298
4	LES APPAREILS LASER	301
4.1	Les lasers de nivellement	303
4.2	Les lasers d'alignement	305
4.3	Les lasers de canalisations	306
4.4	Les lasers de positionnement	308
4.5	Télémétrie laser	309
5	PHOTOGRAMMÉTRIE	310
5.1	Principe de la prise de vue photogrammétrique	310
5.2	Orthophotographie numérique	323
5.3	Photogrammétrie par satellite	325
5.4	Photogrammétrie terrestre	330
5.5	Les SIG	333
6	MÉTROLOGIE	336
6.1	Métrologie industrielle	336
6.2	Auscultation d'ouvrages	339
8	LEVER DE DÉTAILS ET REPORT	347
1	INTRODUCTION	347
2	LEVER DE DÉTAILS	347
2.1	Principes de base	347
2.2	Méthodes et moyens	350
2.3	Méthodes traditionnelles	350
2.4	Méthodes actuelles	357
3	REPORT	367
3.1	Cartes et plans	368
3.2	Report traditionnel	371
3.3	Techniques informatisées de report	373
3.4	Le matériel du report informatique	381
4	LES BASES DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES	384
4.1	La base de données topographique	385
4.2	Les bases de données spatiales - SIG (Système d'Information Géographique)	386

9	TECHNIQUES D'IMPLANTATION	397
1	IMPLANTATIONS D'ALIGNEMENTS	397
1.1	Tracer une perpendiculaire à un alignement existant	397
1.2	Tracer une parallèle à un alignement existant	401
1.3	Alignement sécant à un alignement existant	402
1.4	Pan coupé régulier	403
1.5	Jalonnement sans obstacles	403
1.6	Jalonnement avec obstacle	404
1.7	Prolongement d'un alignement	407
2	IMPLANTATION DE POINTS EN PLANIMÉTRIE	408
2.1	Par abscisses et ordonnées	408
2.2	Par rayonnement	408
2.3	Intersection de deux alignements	410
2.4	Contrôle d'une implantation	411
2.5	Exercice	412
3	IMPLANTATION DE REPÈRES ALTIMÉTRIQUES	416
3.1	Pose d'un trait de niveau	416
3.2	Nivellement de chaises d'implantation ou de piquets	417
3.3	Utilisation des appareils laser	417
4	IMPLANTATION D'UN BÂTIMENT	418
4.1	Bâtiments courants	418
4.2	Bâtiments sur fondations spéciales, ouvrages d'art	421
4.3	Bâtiments de grande hauteur	421
4.4	Piquetage de pentes	423
5	RACCORDEMENTS CIRCULAIRES	425
5.1	Raccordements circulaires simples	425
5.2	Raccordements circulaires composés	427
5.3	Raccordements circulaires à inflexion	431
5.4	Piquetage des raccordements circulaires	434
5.5	Contrôle des implantations	442
6	RACCORDEMENTS ROUTIERS	444
6.1	Caractéristiques générales des raccordements routiers	444
6.2	Raccordements progressifs	448
6.3	Raccordement en profil en long	467
7	TERRASSEMENTS D'UN PROJET ROUTIER	474
7.1	Lever du terrain naturel	474

7.2	Implantation des terrassements	475
-----	--------------------------------------	-----

10 PROFILS, CUBATURES 479

1	COURBES DE NIVEAU	479
1.1	Définitions	479
1.2	Principe de l'interpolation	481
1.3	Lever de courbes de niveau	482
1.4	Report de courbes de niveau	482
1.5	Applications au tracé de profils en long et en travers	485
1.6	Digitalisation de courbes de niveau	487
2	PROFILS EN LONG ET EN TRAVERS	489
2.1	Définitions	489
2.2	Le profil en long	490
2.3	Le profil en travers	492
2.4	Application	494
2.5	Calcul de cubatures	502

11 ANNEXES 515

1	OUTIL INFORMATIQUE	515
1.1	Utilisation du cédérom	515
1.2	Tableur	516
1.3	Dessin assisté par ordinateur	518
1.4	Programmes en basic standard	521
1.5	Calculatrice programmable	522
2	BIBLIOGRAPHIE	523
3	NOTATIONS USUELLES DE L'OUVRAGE	524