

Géotechnique

Géologie

appliquée au BTP



Pierre Martin

EYROLLES

Géotechnique

Géologie

appliquée au BTP



Pierre Martin

EYROLLES

Table des matières

| | |
|--|----------|
| Préface | 1 |
| Introduction | 3 |
| I ÉLÉMENTS DE GÉOLOGIE | 5 |
| 1.1 Minéraux, roches et formations | 5 |
| 1.1.1 Vocabulaire | 5 |
| 1.1.2 Les minéraux | 7 |
| 1.1.2.1 Les silicates | 8 |
| 1.1.2.1.1 Le quartz | 9 |
| 1.1.2.1.2 Les feldspaths | 10 |
| 1.1.2.1.3 Les micas et les argiles | 10 |
| 1.1.2.1.4 Les silicates ferro-magnésiens | 11 |
| 1.1.2.2 Les sels minéraux | 12 |
| 1.1.2.3 Les oxydes | 13 |
| 1.1.2.4 Évolution des minéraux | 13 |
| 1.1.3 Roches et formations rocheuses | 13 |
| 1.1.3.1 Les roches magmatiques | 15 |
| 1.1.3.1.1 Les roches plutoniques | 16 |
| 1.1.3.1.2 Les roches volcaniques | 16 |
| 1.1.3.2 Les roches sédimentaires | 16 |
| 1.1.3.2.1 Les roches résiduelles | 17 |
| 1.1.3.2.2 Les roches détritiques | 17 |
| 1.1.3.2.3 Les roches carbonatées | 20 |
| 1.1.3.2.4 Les roches salines | 21 |
| 1.1.3.3 Les roches métamorphiques | 22 |
| 1.1.3.4 Évolution des roches | 23 |
| 1.2 Géologie structurale | 24 |
| 1.2.1 Stratigraphie | 25 |
| 1.2.2 Tectonique | 29 |
| 1.2.2.1 Pendage | 30 |
| 1.2.2.2 La fissuration des roches | 31 |
| 1.2.2.2.1 Les joints de stratification | 32 |
| 1.2.2.2.2 Les diaclases | 33 |
| 1.2.2.2.3 Le clivage schisteux | 34 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 1.2.2.2.4 | Autres fissures de roches | 34 |
| 1.2.2.3 | Les failles..... | 34 |
| 1.2.2.4 | Les plis..... | 38 |
| 1.2.2.5 | Groupements de structures | 40 |
| 1.2.2.5.1 | Les plates-formes | 41 |
| 1.2.2.5.2 | Les massifs anciens | 41 |
| 1.2.2.5.3 | Les bassins | 42 |
| 1.2.2.5.4 | Les chaînes | 43 |
| 1.3 | Géomorphologie..... | 45 |
| 1.3.1 | Le relief..... | 47 |
| 1.3.1.1 | Selon les roches | 47 |
| 1.3.1.2 | Selon la structure | 48 |
| 1.3.2 | Les modelés | 50 |
| 1.3.2.1 | Les modelés de cours d'eau..... | 50 |
| 1.3.2.2 | Les modelés glaciaires..... | 54 |
| 1.3.2.3 | Les modelés littoraux..... | 56 |
| 1.3.2.4 | Les modelés éoliens..... | 59 |
| 1.3.3 | Les pièges morphologiques | 60 |
| 1.4 | Hydrogéologie..... | 61 |
| 1.4.1 | Le cycle de l'eau..... | 62 |
| 1.4.2 | L'eau souterraine | 62 |
| 1.4.2.1 | Les formes de l'eau souterraine..... | 63 |
| 1.4.2.2 | Les mouvements de l'eau souterraine | 64 |
| 1.4.3 | Les roches aquifères | 66 |
| 1.4.3.1 | Les vides des roches | 66 |
| 1.4.3.2 | Argiles et sols argileux | 67 |
| 1.4.3.3 | Roches perméables en petit | 69 |
| 1.4.3.4 | Roches perméables en grand | 71 |
| 1.4.4 | Les réseaux aquifères..... | 71 |
| 1.4.4.1 | Les nappes | 72 |
| 1.4.4.2 | Les failles..... | 75 |
| 1.4.4.3 | Les réseaux karstiques | 76 |
| 1.4.5 | Physico-chimie des eaux souterraines | 77 |
| 1.5 | Géodynamique | 78 |
| 1.5.1 | Les phénomènes naturels..... | 79 |
| 1.5.2 | Le cycle géologique..... | 81 |
| 1.5.3 | Les phénomènes internes..... | 82 |
| 1.5.3.1 | Les éruptions volcaniques | 84 |
| 1.5.3.2 | Les séismes | 86 |
| 1.5.4 | Les phénomènes externes | 88 |
| 1.5.4.1 | L'érosion..... | 88 |
| 1.5.4.1.1 | L'altération | 89 |

| | |
|---|------------|
| 1.5.4.1.2 L'ablation | 92 |
| 1.5.4.2 Le transport..... | 109 |
| 1.5.4.2.1 Les crues | 110 |
| 1.5.4.3 La sédimentation | 113 |
| 1.6 Esquisse géologique de la France | 114 |
| 1.6.1 Les phénomènes naturels dangereux | 117 |
| 1.6.2 Les massifs anciens et leurs annexes..... | 118 |
| 1.6.2.1 L'Ardenne et le Nord..... | 119 |
| 1.6.2.2 Les Vosges et l'Alsace | 120 |
| 1.6.2.3 Le Massif armoricain..... | 121 |
| 1.6.2.4 Le Massif central et les Causses..... | 123 |
| 1.6.2.5 Les autres massifs anciens..... | 126 |
| 1.6.3 Les chaînes « alpines » | 126 |
| 1.6.3.1 Le Jura | 127 |
| 1.6.3.2 Les Pyrénées et le Roussillon..... | 128 |
| 1.6.3.3 Les Alpes..... | 131 |
| 1.6.3.4 Le bas Languedoc et la Provence | 141 |
| 1.6.3.5 La Corse..... | 147 |
| 1.6.4 Les bassins..... | 148 |
| 1.6.4.1 Le Bassin parisien..... | 148 |
| 1.6.4.2 Le Couloir rhodanien..... | 154 |
| 1.6.4.3 Le bassin d'Aquitaine..... | 156 |
| 1.6.4.4 Autres bassins..... | 159 |
| 1.6.5 L'outre-mer..... | 160 |
| 2 ÉLÉMENTS DE GÉOMÉCANIQUE..... | 163 |
| 2.1 Les théories | 166 |
| 2.1.1 Théorie de l'élasticité | 167 |
| 2.1.2 Théorie de la plasticité et de la rupture..... | 168 |
| 2.1.3 Théorie de la consolidation..... | 170 |
| 2.1.4 Théorie de l'hydraulique souterraine..... | 173 |
| 2.2 Les méthodes de calcul | 174 |
| 2.2.1 L'équilibre élastique | 175 |
| 2.2.2 L'équilibre plastique..... | 176 |
| 2.2.3 L'écoulement de l'eau dans un milieu perméable..... | 178 |
| 2.3 Les applications | 181 |
| 2.3.1 Stabilité des murs de soutènement et des talus..... | 181 |
| 2.3.1.1 Stabilité des murs de soutènement | 182 |
| 2.3.1.2 Stabilité des talus | 183 |
| 2.3.1.2.1 Méthode de la hauteur critique du talus | 184 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 2.3.1.2.2 | Méthode du coefficient de sécurité au glissement | 185 |
| 2.3.1.2.3 | Stabilité des massifs aquifères | 187 |
| 2.3.2 | Fondations..... | 189 |
| 2.3.2.1 | Tassements..... | 190 |
| 2.3.2.1.1 | Méthode de Boussinesq | 191 |
| 2.3.2.1.2 | Méthode œdométrique | 191 |
| 2.3.2.1.3 | Méthode pressiométrique | 192 |
| 2.3.2.2 | Rupture | 192 |
| 2.3.2.2.1 | Formule de Terzaghi | 193 |
| 2.3.2.2.2 | Méthode pressiométrique | 194 |
| 2.3.3 | Extraction de l'eau souterraine | 194 |
| 2.4 | Qualité des résultats géomécaniques..... | 196 |

3 GÉOLOGIE DU BTP..... 199

AMÉNAGEMENTS, OUVRAGES, TRAVAUX

| | | |
|-----------|--|-----|
| 3.1 | Le site géotechnique..... | 201 |
| 3.1.1 | Dimensions | 201 |
| 3.1.1.1 | Par rapport au temps | 202 |
| 3.1.1.2 | Par rapport à l'ouvrage | 202 |
| 3.1.1.3 | Par rapport à la structure géologique..... | 202 |
| 3.1.1.4 | Par rapport aux phénomènes..... | 202 |
| 3.1.1.5 | Par rapport à l'échelle d'observation..... | 203 |
| 3.1.2 | Modélisation | 204 |
| 3.1.2.1 | Modélisation géométrique | 204 |
| 3.1.2.2 | Modélisation du comportement..... | 205 |
| 3.2 | L'étude géologique de BTP | 207 |
| 3.2.1 | Cadre général de l'étude (faisabilité)..... | 208 |
| 3.2.2 | Étude générale du site (APS)..... | 213 |
| 3.2.3 | Étude détaillée du site (APD) | 215 |
| 3.3 | Les moyens de la géologie du BTP..... | 216 |
| 3.3.1 | La documentation | 217 |
| 3.3.1.1 | Cartes et plans topographiques | 218 |
| 3.3.1.2 | Cartes géologiques..... | 219 |
| 3.3.1.3 | Autres documents | 221 |
| 3.3.2 | La télédétection..... | 222 |
| 3.3.3 | La géologie de terrain | 223 |
| 3.3.4 | La géophysique appliquée à la géologie du BTP..... | 226 |
| 3.3.4.1 | La résistivité électrique..... | 227 |
| 3.3.4.1.1 | Le traîné électrique | 229 |
| 3.3.4.1.2 | Le sondage électrique | 230 |
| 3.3.4.1.3 | Autres techniques électriques | 231 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 3.3.4.2 | La sismique réfraction | 231 |
| 3.3.4.3 | Autres techniques sismiques..... | 234 |
| 3.3.5 | Les sondages..... | 235 |
| 3.3.6 | L'instrumentation permanente..... | 238 |
| 3.3.6.1 | Les piézomètres | 238 |
| 3.3.6.2 | Les appareils optiques, géométriques et mécaniques | 238 |
| 3.3.7 | Les documents produits | 239 |
| 3.4 | Les aménagements | 239 |
| 3.4.1 | Les zones urbaines et périphériques | 240 |
| 3.4.1.1 | Les aménagements de surface | 240 |
| 3.4.1.2 | Les souterrains..... | 243 |
| 3.4.2 | Les aérodromes..... | 243 |
| 3.4.3 | Les aménagements « linéaires » | 244 |
| 3.4.3.1 | Les canalisations enterrées | 245 |
| 3.4.3.2 | Les routes..... | 246 |
| 3.4.3.3 | Les voies ferrées | 251 |
| 3.4.3.4 | Les canaux | 254 |
| 3.4.3.5 | Les cours d'eau..... | 255 |
| 3.4.3.6 | Les rivages marins..... | 259 |
| 3.5 | Les ouvrages | 263 |
| 3.5.1 | Ponts et viaducs | 268 |
| 3.5.1.1 | Les ponts terrestres courants | 271 |
| 3.5.1.2 | Les viaducs | 272 |
| 3.5.1.2.1 | Le pont de Tancarville | 273 |
| 3.5.1.2.2 | Le pont de Normandie | 274 |
| 3.5.1.2.3 | Le viaduc de Millau | 275 |
| 3.5.2 | Galeries et autres ouvrages souterrains | 276 |
| 3.5.2.1 | Les grands tunnels alpins..... | 281 |
| 3.5.2.1.1 | Les tunnels du Saint-Gothard | 283 |
| 3.5.2.1.2 | Les tunnels du Löetschberg et du Simplon | 284 |
| 3.5.2.1.3 | Le tunnel du Grand Saint-Bernard | 286 |
| 3.5.2.1.4 | Le tunnel du Mont-Blanc | 286 |
| 3.5.2.1.5 | Les tunnels du Mont-Cenis (Fréjus et Ambin) | 286 |
| 3.5.2.1.6 | Les tunnels de Tende | 288 |
| 3.5.2.2 | Le tunnel sous la Manche..... | 289 |
| 3.5.2.3 | Tunnels de ville | 290 |
| 3.5.2.3.1 | Paris | 290 |
| 3.5.2.3.2 | Lyon | 290 |
| 3.5.2.3.3 | Marseille | 291 |
| 3.5.2.4 | Accidents de tunnel | 294 |
| 3.5.2.4.1 | Le tunnel de faite du Löetschberg | 294 |
| 3.5.2.4.2 | Le tunnel de Toulon | 294 |
| 3.5.2.4.3 | Le tunnel de Vierzy | 296 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 3.5.3 | Barrages | 296 |
| 3.5.3.1 | Le barrage | 298 |
| 3.5.3.1.1 | Emplacement | 298 |
| 3.5.3.1.2 | Choix du type | 299 |
| 3.5.3.1.3 | Fondations | 299 |
| 3.5.3.1.4 | Étanchéité | 299 |
| 3.5.3.2 | La retenue | 300 |
| 3.5.3.3 | L'évacuateur de crues | 301 |
| 3.5.3.4 | Les types de barrages..... | 302 |
| 3.5.3.4.1 | Les barrages-digues en remblais | 303 |
| 3.5.3.4.2 | Les barrages-murs en béton coulé | 304 |
| 3.5.3.5 | Surveillance et entretien des barrages | 307 |
| 3.5.3.6 | Le lac Noir et Serre-Ponçon | 307 |
| 3.5.3.6.1 | Le tube à manchettes | 307 |
| 3.5.3.6.2 | Le barrage du lac Noir | 308 |
| 3.5.3.6.3 | Serre-Ponçon | 309 |
| 3.5.3.7 | Accidents de barrage et/ou de retenue..... | 311 |
| 3.5.3.7.1 | Bouzey – Vosges | 311 |
| 3.5.3.7.2 | Malpasset – Var | 311 |
| 3.5.3.7.3 | Vajont – Vénétie | 314 |
| 3.5.4 | Les ouvrages de soutènement | 317 |
| 3.5.5 | Ouvrages aquatiques..... | 319 |
| 3.6 | Les travaux..... | 320 |
| 3.6.1 | Les terrassements..... | 321 |
| 3.6.1.1 | Les excavations..... | 321 |
| 3.6.1.2 | Les remblais..... | 326 |
| 3.6.2 | Drainage – Assèchement des fouilles non blindées..... | 329 |
| 3.6.2.1 | Drainage..... | 330 |
| 3.6.2.2 | Assèchement des fouilles non blindées | 332 |
| 3.6.2.3 | Perturbations des nappes dues aux travaux du BTP..... | 333 |
| 3.6.2.4 | Pompage permanent sous les radiers de sous-sols étanches ou non | 334 |
| 3.6.2.5 | Étanchéisation des formations aquifères | 334 |
| 3.6.3 | Fondations..... | 335 |
| 3.6.4 | Effets pervers des aménagements, des ouvrages et des travaux | 342 |
| 3.6.5 | Dommmages et accidents de chantiers et aux ouvrages | 343 |
| 3.7 | Eaux souterraines et pollutions | 344 |
| 3.7.1 | Les captages d'eau souterraine | 344 |
| 3.7.2 | La pollution des eaux souterraines | 347 |
| 3.7.3 | La réhabilitation des sites pollués..... | 350 |

| | |
|--|------------|
| 3.7.4 Le stockage des déchets..... | 351 |
| 3.7.4.1 Déchets non radioactifs | 352 |
| 3.7.4.2 Déchets radioactifs | 352 |
| 3.8 Du bon usage de la géologie dans le BTP..... | 353 |
| Bibliothèque de base | 357 |

Géotechnique

Géologie

appliquée au BTP



Une étude géotechnique permet de définir les conditions générales et particulières dans lesquelles un ouvrage de BTP répondant à un programme spécifique peut être implanté puis construit dans un site donné avec le maximum de sécurité, d'efficacité et d'économie.

La géologie et la géomécanique sont les parties indissociables et complémentaires de la géotechnique. Or, au cours d'une même étude, elles sont rarement utilisées conjointement comme elles le devraient, car la plupart des géotechniciens connaissent mal soit la géologie soit la géomécanique.

Cet essai présente d'abord les éléments de géologie et de géomécanique que tout géotechnicien doit connaître ; il précise ensuite le rôle de la géologie dans le BTP et montre son efficacité dans l'étude géotechnique des aménagements, des ouvrages et des travaux.

Ses lecteurs, géotechniciens, ingénieurs et techniciens du BTP, constructeurs... pourront approfondir leurs connaissances et ainsi accroître leur compétence et leur efficacité.

Sommaire

- *Éléments de géologie*
- *Éléments de géomécanique*
- *Géologie du BTP – Aménagements, ouvrages, travaux*

Pierre MARTIN, ingénieur ENS Géologie, docteur ès sciences, a créé le Bureau d'Études Géotechniques et l'a dirigé durant plus de quarante ans ; il emploie encore activement une partie de son temps au conseil et à l'expertise. Il est l'auteur d'une suite d'ouvrages consacrés aux divers aspects de la géotechnique.



www.editions-eyrolles.com
Groupe Eyrolles | Diffusion Geodif

Code éditeur : G12770
ISBN : 978-2-212-12770-6



49 €

Table des matières

| | |
|--|----------|
| Préface | 1 |
| Introduction | 3 |
| I ÉLÉMENTS DE GÉOLOGIE | 5 |
| 1.1 Minéraux, roches et formations | 5 |
| 1.1.1 Vocabulaire | 5 |
| 1.1.2 Les minéraux | 7 |
| 1.1.2.1 Les silicates | 8 |
| 1.1.2.1.1 Le quartz | 9 |
| 1.1.2.1.2 Les feldspaths | 10 |
| 1.1.2.1.3 Les micas et les argiles | 10 |
| 1.1.2.1.4 Les silicates ferro-magnésiens | 11 |
| 1.1.2.2 Les sels minéraux | 12 |
| 1.1.2.3 Les oxydes | 13 |
| 1.1.2.4 Évolution des minéraux | 13 |
| 1.1.3 Roches et formations rocheuses | 13 |
| 1.1.3.1 Les roches magmatiques | 15 |
| 1.1.3.1.1 Les roches plutoniques | 16 |
| 1.1.3.1.2 Les roches volcaniques | 16 |
| 1.1.3.2 Les roches sédimentaires | 16 |
| 1.1.3.2.1 Les roches résiduelles | 17 |
| 1.1.3.2.2 Les roches détritiques | 17 |
| 1.1.3.2.3 Les roches carbonatées | 20 |
| 1.1.3.2.4 Les roches salines | 21 |
| 1.1.3.3 Les roches métamorphiques | 22 |
| 1.1.3.4 Évolution des roches | 23 |
| 1.2 Géologie structurale | 24 |
| 1.2.1 Stratigraphie | 25 |
| 1.2.2 Tectonique | 29 |
| 1.2.2.1 Pendage | 30 |
| 1.2.2.2 La fissuration des roches | 31 |
| 1.2.2.2.1 Les joints de stratification | 32 |
| 1.2.2.2.2 Les diaclases | 33 |
| 1.2.2.2.3 Le clivage schisteux | 34 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 1.2.2.2.4 | Autres fissures de roches | 34 |
| 1.2.2.3 | Les failles..... | 34 |
| 1.2.2.4 | Les plis..... | 38 |
| 1.2.2.5 | Groupements de structures | 40 |
| 1.2.2.5.1 | Les plates-formes | 41 |
| 1.2.2.5.2 | Les massifs anciens | 41 |
| 1.2.2.5.3 | Les bassins | 42 |
| 1.2.2.5.4 | Les chaînes | 43 |
| 1.3 | Géomorphologie..... | 45 |
| 1.3.1 | Le relief..... | 47 |
| 1.3.1.1 | Selon les roches | 47 |
| 1.3.1.2 | Selon la structure | 48 |
| 1.3.2 | Les modelés | 50 |
| 1.3.2.1 | Les modelés de cours d'eau..... | 50 |
| 1.3.2.2 | Les modelés glaciaires..... | 54 |
| 1.3.2.3 | Les modelés littoraux..... | 56 |
| 1.3.2.4 | Les modelés éoliens..... | 59 |
| 1.3.3 | Les pièges morphologiques | 60 |
| 1.4 | Hydrogéologie..... | 61 |
| 1.4.1 | Le cycle de l'eau..... | 62 |
| 1.4.2 | L'eau souterraine | 62 |
| 1.4.2.1 | Les formes de l'eau souterraine..... | 63 |
| 1.4.2.2 | Les mouvements de l'eau souterraine | 64 |
| 1.4.3 | Les roches aquifères | 66 |
| 1.4.3.1 | Les vides des roches | 66 |
| 1.4.3.2 | Argiles et sols argileux | 67 |
| 1.4.3.3 | Roches perméables en petit | 69 |
| 1.4.3.4 | Roches perméables en grand | 71 |
| 1.4.4 | Les réseaux aquifères..... | 71 |
| 1.4.4.1 | Les nappes | 72 |
| 1.4.4.2 | Les failles..... | 75 |
| 1.4.4.3 | Les réseaux karstiques | 76 |
| 1.4.5 | Physico-chimie des eaux souterraines | 77 |
| 1.5 | Géodynamique | 78 |
| 1.5.1 | Les phénomènes naturels..... | 79 |
| 1.5.2 | Le cycle géologique..... | 81 |
| 1.5.3 | Les phénomènes internes..... | 82 |
| 1.5.3.1 | Les éruptions volcaniques | 84 |
| 1.5.3.2 | Les séismes | 86 |
| 1.5.4 | Les phénomènes externes | 88 |
| 1.5.4.1 | L'érosion..... | 88 |
| 1.5.4.1.1 | L'altération | 89 |

| | |
|---|------------|
| 1.5.4.1.2 L'ablation | 92 |
| 1.5.4.2 Le transport..... | 109 |
| 1.5.4.2.1 Les crues | 110 |
| 1.5.4.3 La sédimentation | 113 |
| 1.6 Esquisse géologique de la France | 114 |
| 1.6.1 Les phénomènes naturels dangereux | 117 |
| 1.6.2 Les massifs anciens et leurs annexes..... | 118 |
| 1.6.2.1 L'Ardenne et le Nord..... | 119 |
| 1.6.2.2 Les Vosges et l'Alsace | 120 |
| 1.6.2.3 Le Massif armoricain..... | 121 |
| 1.6.2.4 Le Massif central et les Causses..... | 123 |
| 1.6.2.5 Les autres massifs anciens..... | 126 |
| 1.6.3 Les chaînes « alpines » | 126 |
| 1.6.3.1 Le Jura | 127 |
| 1.6.3.2 Les Pyrénées et le Roussillon..... | 128 |
| 1.6.3.3 Les Alpes..... | 131 |
| 1.6.3.4 Le bas Languedoc et la Provence | 141 |
| 1.6.3.5 La Corse..... | 147 |
| 1.6.4 Les bassins..... | 148 |
| 1.6.4.1 Le Bassin parisien..... | 148 |
| 1.6.4.2 Le Couloir rhodanien..... | 154 |
| 1.6.4.3 Le bassin d'Aquitaine..... | 156 |
| 1.6.4.4 Autres bassins..... | 159 |
| 1.6.5 L'outre-mer..... | 160 |
| 2 ÉLÉMENTS DE GÉOMÉCANIQUE..... | 163 |
| 2.1 Les théories | 166 |
| 2.1.1 Théorie de l'élasticité | 167 |
| 2.1.2 Théorie de la plasticité et de la rupture..... | 168 |
| 2.1.3 Théorie de la consolidation..... | 170 |
| 2.1.4 Théorie de l'hydraulique souterraine..... | 173 |
| 2.2 Les méthodes de calcul | 174 |
| 2.2.1 L'équilibre élastique | 175 |
| 2.2.2 L'équilibre plastique..... | 176 |
| 2.2.3 L'écoulement de l'eau dans un milieu perméable..... | 178 |
| 2.3 Les applications | 181 |
| 2.3.1 Stabilité des murs de soutènement et des talus..... | 181 |
| 2.3.1.1 Stabilité des murs de soutènement | 182 |
| 2.3.1.2 Stabilité des talus | 183 |
| 2.3.1.2.1 Méthode de la hauteur critique du talus | 184 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 2.3.1.2.2 | Méthode du coefficient de sécurité au glissement | 185 |
| 2.3.1.2.3 | Stabilité des massifs aquifères | 187 |
| 2.3.2 | Fondations..... | 189 |
| 2.3.2.1 | Tassements..... | 190 |
| 2.3.2.1.1 | Méthode de Boussinesq | 191 |
| 2.3.2.1.2 | Méthode œdométrique | 191 |
| 2.3.2.1.3 | Méthode pressiométrique | 192 |
| 2.3.2.2 | Rupture | 192 |
| 2.3.2.2.1 | Formule de Terzaghi | 193 |
| 2.3.2.2.2 | Méthode pressiométrique | 194 |
| 2.3.3 | Extraction de l'eau souterraine | 194 |
| 2.4 | Qualité des résultats géomécaniques..... | 196 |

3 GÉOLOGIE DU BTP..... 199

AMÉNAGEMENTS, OUVRAGES, TRAVAUX

| | | |
|-----------|--|-----|
| 3.1 | Le site géotechnique..... | 201 |
| 3.1.1 | Dimensions | 201 |
| 3.1.1.1 | Par rapport au temps | 202 |
| 3.1.1.2 | Par rapport à l'ouvrage | 202 |
| 3.1.1.3 | Par rapport à la structure géologique..... | 202 |
| 3.1.1.4 | Par rapport aux phénomènes..... | 202 |
| 3.1.1.5 | Par rapport à l'échelle d'observation..... | 203 |
| 3.1.2 | Modélisation | 204 |
| 3.1.2.1 | Modélisation géométrique | 204 |
| 3.1.2.2 | Modélisation du comportement..... | 205 |
| 3.2 | L'étude géologique de BTP | 207 |
| 3.2.1 | Cadre général de l'étude (faisabilité)..... | 208 |
| 3.2.2 | Étude générale du site (APS)..... | 213 |
| 3.2.3 | Étude détaillée du site (APD) | 215 |
| 3.3 | Les moyens de la géologie du BTP..... | 216 |
| 3.3.1 | La documentation | 217 |
| 3.3.1.1 | Cartes et plans topographiques | 218 |
| 3.3.1.2 | Cartes géologiques..... | 219 |
| 3.3.1.3 | Autres documents | 221 |
| 3.3.2 | La télédétection..... | 222 |
| 3.3.3 | La géologie de terrain | 223 |
| 3.3.4 | La géophysique appliquée à la géologie du BTP..... | 226 |
| 3.3.4.1 | La résistivité électrique..... | 227 |
| 3.3.4.1.1 | Le traîné électrique | 229 |
| 3.3.4.1.2 | Le sondage électrique | 230 |
| 3.3.4.1.3 | Autres techniques électriques | 231 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 3.3.4.2 | La sismique réfraction | 231 |
| 3.3.4.3 | Autres techniques sismiques..... | 234 |
| 3.3.5 | Les sondages..... | 235 |
| 3.3.6 | L'instrumentation permanente..... | 238 |
| 3.3.6.1 | Les piézomètres | 238 |
| 3.3.6.2 | Les appareils optiques, géométriques et mécaniques | 238 |
| 3.3.7 | Les documents produits | 239 |
| 3.4 | Les aménagements | 239 |
| 3.4.1 | Les zones urbaines et périphériques | 240 |
| 3.4.1.1 | Les aménagements de surface | 240 |
| 3.4.1.2 | Les souterrains..... | 243 |
| 3.4.2 | Les aérodromes..... | 243 |
| 3.4.3 | Les aménagements « linéaires » | 244 |
| 3.4.3.1 | Les canalisations enterrées | 245 |
| 3.4.3.2 | Les routes..... | 246 |
| 3.4.3.3 | Les voies ferrées | 251 |
| 3.4.3.4 | Les canaux | 254 |
| 3.4.3.5 | Les cours d'eau..... | 255 |
| 3.4.3.6 | Les rivages marins..... | 259 |
| 3.5 | Les ouvrages | 263 |
| 3.5.1 | Ponts et viaducs | 268 |
| 3.5.1.1 | Les ponts terrestres courants | 271 |
| 3.5.1.2 | Les viaducs | 272 |
| 3.5.1.2.1 | Le pont de Tancarville | 273 |
| 3.5.1.2.2 | Le pont de Normandie | 274 |
| 3.5.1.2.3 | Le viaduc de Millau | 275 |
| 3.5.2 | Galeries et autres ouvrages souterrains | 276 |
| 3.5.2.1 | Les grands tunnels alpins..... | 281 |
| 3.5.2.1.1 | Les tunnels du Saint-Gothard | 283 |
| 3.5.2.1.2 | Les tunnels du Löetschberg et du Simplon | 284 |
| 3.5.2.1.3 | Le tunnel du Grand Saint-Bernard | 286 |
| 3.5.2.1.4 | Le tunnel du Mont-Blanc | 286 |
| 3.5.2.1.5 | Les tunnels du Mont-Cenis (Fréjus et Ambin) | 286 |
| 3.5.2.1.6 | Les tunnels de Tende | 288 |
| 3.5.2.2 | Le tunnel sous la Manche..... | 289 |
| 3.5.2.3 | Tunnels de ville | 290 |
| 3.5.2.3.1 | Paris | 290 |
| 3.5.2.3.2 | Lyon | 290 |
| 3.5.2.3.3 | Marseille | 291 |
| 3.5.2.4 | Accidents de tunnel | 294 |
| 3.5.2.4.1 | Le tunnel de faite du Löetschberg | 294 |
| 3.5.2.4.2 | Le tunnel de Toulon | 294 |
| 3.5.2.4.3 | Le tunnel de Vierzy | 296 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 3.5.3 | Barrages | 296 |
| 3.5.3.1 | Le barrage | 298 |
| 3.5.3.1.1 | Emplacement | 298 |
| 3.5.3.1.2 | Choix du type | 299 |
| 3.5.3.1.3 | Fondations | 299 |
| 3.5.3.1.4 | Étanchéité | 299 |
| 3.5.3.2 | La retenue | 300 |
| 3.5.3.3 | L'évacuateur de crues | 301 |
| 3.5.3.4 | Les types de barrages..... | 302 |
| 3.5.3.4.1 | Les barrages-digues en remblais | 303 |
| 3.5.3.4.2 | Les barrages-murs en béton coulé | 304 |
| 3.5.3.5 | Surveillance et entretien des barrages | 307 |
| 3.5.3.6 | Le lac Noir et Serre-Ponçon | 307 |
| 3.5.3.6.1 | Le tube à manchettes | 307 |
| 3.5.3.6.2 | Le barrage du lac Noir | 308 |
| 3.5.3.6.3 | Serre-Ponçon | 309 |
| 3.5.3.7 | Accidents de barrage et/ou de retenue..... | 311 |
| 3.5.3.7.1 | Bouzey – Vosges | 311 |
| 3.5.3.7.2 | Malpasset – Var | 311 |
| 3.5.3.7.3 | Vajont – Vénétie | 314 |
| 3.5.4 | Les ouvrages de soutènement | 317 |
| 3.5.5 | Ouvrages aquatiques..... | 319 |
| 3.6 | Les travaux..... | 320 |
| 3.6.1 | Les terrassements..... | 321 |
| 3.6.1.1 | Les excavations..... | 321 |
| 3.6.1.2 | Les remblais..... | 326 |
| 3.6.2 | Drainage – Assèchement des fouilles non blindées..... | 329 |
| 3.6.2.1 | Drainage..... | 330 |
| 3.6.2.2 | Assèchement des fouilles non blindées | 332 |
| 3.6.2.3 | Perturbations des nappes dues aux travaux du BTP..... | 333 |
| 3.6.2.4 | Pompage permanent sous les radiers de sous-sols étanches ou non | 334 |
| 3.6.2.5 | Étanchéisation des formations aquifères | 334 |
| 3.6.3 | Fondations..... | 335 |
| 3.6.4 | Effets pervers des aménagements, des ouvrages et des travaux | 342 |
| 3.6.5 | Dommmages et accidents de chantiers et aux ouvrages | 343 |
| 3.7 | Eaux souterraines et pollutions | 344 |
| 3.7.1 | Les captages d'eau souterraine | 344 |
| 3.7.2 | La pollution des eaux souterraines | 347 |
| 3.7.3 | La réhabilitation des sites pollués..... | 350 |

| | |
|--|------------|
| 3.7.4 Le stockage des déchets..... | 351 |
| 3.7.4.1 Déchets non radioactifs | 352 |
| 3.7.4.2 Déchets radioactifs | 352 |
| 3.8 Du bon usage de la géologie dans le BTP..... | 353 |
| Bibliothèque de base | 357 |

Géotechnique

Géologie

appliquée au BTP



Une étude géotechnique permet de définir les conditions générales et particulières dans lesquelles un ouvrage de BTP répondant à un programme spécifique peut être implanté puis construit dans un site donné avec le maximum de sécurité, d'efficacité et d'économie.

La géologie et la géomécanique sont les parties indissociables et complémentaires de la géotechnique. Or, au cours d'une même étude, elles sont rarement utilisées conjointement comme elles le devraient, car la plupart des géotechniciens connaissent mal soit la géologie soit la géomécanique.

Cet essai présente d'abord les éléments de géologie et de géomécanique que tout géotechnicien doit connaître ; il précise ensuite le rôle de la géologie dans le BTP et montre son efficacité dans l'étude géotechnique des aménagements, des ouvrages et des travaux.

Ses lecteurs, géotechniciens, ingénieurs et techniciens du BTP, constructeurs... pourront approfondir leurs connaissances et ainsi accroître leur compétence et leur efficacité.

Sommaire

- *Éléments de géologie*
- *Éléments de géomécanique*
- *Géologie du BTP – Aménagements, ouvrages, travaux*

Pierre MARTIN, ingénieur ENS Géologie, docteur ès sciences, a créé le Bureau d'Études Géotechniques et l'a dirigé durant plus de quarante ans ; il emploie encore activement une partie de son temps au conseil et à l'expertise. Il est l'auteur d'une suite d'ouvrages consacrés aux divers aspects de la géotechnique.



www.editions-eyrolles.com
Groupe Eyrolles | Diffusion Geodif

Code éditeur : G12770
ISBN : 978-2-212-12770-6



49 €