





RICHARD MAILLOT

**MÉMENTO TECHNIQUE
DES GRANULATS**


ÉCOLE DES MINES
DE PARIS
Les Presses

PRÉFACÉ PAR CHRISTIAN PIKETTY, PRÉSIDENT DE L'UNION NATIONALE DES PRODUCTEURS DE GRANULATS

SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT



© École des Mines de Paris, 2001
60, boulevard Saint-Michel, 75272 Paris Cedex 06 - France
email : delamare@dg.ensmp.fr
<http://www.ensmp.fr/Presses>

ISBN : 2-911762-29-0

Dépôt légal : 2001

Achévé d'imprimé en 2001 (Reprotechnique, Paris)

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et d'exécution réservés pour tous les pays.

TABLE DES MATIÈRES

Préface	9
Introduction.....	10
CHAPITRE 1 : LA GÉOLOGIE : L'ORIGINE DES ROCHES	15
1. LE GLOBE TERRESTRE	15
1.1. Définitions	15
1.2. Structure du globe terrestre	15
2. LES ROCHES	17
2.1. Généralités	17
2.2. Les grandes familles de roches	17
3. LES ROCHES MAGMATIQUES.....	17
3.1. Formation	17
3.2. Structure	17
3.3. Composition	18
3.4. Classification simplifiée	18
4. LES ROCHES SÉDIMENTAIRES	19
4.1. Définitions	19
4.2. Quelques notions de géodynamique externe	19
4.2.1. Altération	19
4.2.2. Érosion	20
4.2.3. Transport	21
4.2.4. Sédimentation	21
4.2.5. Diagenèse	21
4.3. Classification des roches sédimentaires	22
4.3.1. Généralités	22
4.3.2. Classification génétique	22
4.3.3. Classification chimique	23
4.3.4. Classification granulométrique	24
5. LES ROCHES MÉTAMORPHIQUES	25
5.1. Définitions	25
5.2. Le métamorphisme général	25
5.2.1. Caractères du métamorphisme général	25
5.2.2. Classification et propriétés	25
5.3. Le métamorphisme de contact	26
5.3.1. Roches argileuses	26
5.3.2. Autres roches	27
6. RECHERCHE ET PROSPECTION GÉOLOGIQUES	27
6.1. Avant exploitation	27
6.2. En cours d'exploitation	30
CHAPITRE 2 : LES GRANULATS : GÉNÉRALITÉS	31
1. DÉFINITIONS.....	31

2. LA NORMALISATION DES GRANULATS	32
2.1. Catégorisation	32
2.2. Introduction de notions statistiques et d'incertitude d'essais	32
3. CARACTÉRISTIQUES DES GRANULATS	33
3.1. Caractéristiques intrinsèques	34
3.1.1. Pétrographie	34
3.1.2. Caractéristiques physiques	36
3.1.3. Caractéristiques mécaniques	36
3.2. Caractéristiques de fabrication	38
3.3. Les sols	39
3.3.1. Généralités	39
3.3.2. Caractéristiques des sols	40
3.3.3. Classification des sols	42
CHAPITRE 3 : LES ESSAIS DE LABORATOIRE	45
1. ÉCHANTILLONNAGE DES GRANULATS	45
1.1. Matériaux sur stocks	45
1.2. Matériaux en cours d'écoulement	45
1.3. Préparation d'un échantillon pour essais	45
2. DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES INTRINSÈQUES	45
3. MESURE DES CARACTÉRISTIQUES DE FABRICATION	55
4. MESURES RELATIVES AUX SOLS	62
CHAPITRE 4 : LA FABRICATION DES GRANULATS	65
1. L'EXTRACTION DES GRANULATS	65
1.1. Généralités	65
1.2. Gisements de roches massives	65
1.2.1. Méthodes d'exploitation	65
1.2.2. La séquence d'exploitation	65
1.3. Gisements de roches meubles	70
1.3.1. Généralités	70
1.3.2. Séquence d'exploitation	70
2. LE TRAITEMENT DES GRANULATS	73
2.1. Concassage	73
2.1.1. Généralités	73
2.1.2. Définitions	73
2.1.3. Énergie de concassage	74
2.1.4. Technologie des appareils de concassage	74
2.2. Broyage	76
2.3. Criblage	77
2.3.1. Définitions	77
2.3.2. Dimensionnement des cribles	77
2.3.3. Les cribles	78
2.4. Lavage	78
2.4.1. Définitions	78
2.4.2. Appareils de lavage	78

2.5. Dépoussiérage	80
2.6. L'usine de traitement	80
2.6.1. Généralités	80
2.6.2. Le poste primaire	80
2.6.3. L'usine proprement dite	81
CHAPITRE 5 : LE BÉTON HYDRAULIQUE	85
1. DÉFINITIONS	85
2. LES LIANTS HYDRAULIQUES	85
3. LES CIMENTS	85
3.1. Constituants principaux	85
3.2. Constituants secondaires	87
3.3. Le sulfate de calcium.....	87
3.4. Types de ciment.....	87
4. LES ADJUVANTS	87
5. L'EAU	87
6. LES GRANULATS	90
6.1. Nature des granulats	90
6.2. Minéraux « à risques »	90
6.3. Proportion de sables et de graviers	91
6.4. Nombre de composants	91
6.5. Spécifications sur les granulats	91
7. COMPOSITION DES BÉTONS COURANTS	91
7.1. Généralités - Durabilité des bétons	91
7.2. Le liant.....	93
7.3. L'eau	94
7.4. Exemples de formulations	94
8. AUTRES BÉTONS	96
8.1. Béton à hautes performances.....	96
8.2. Bétons projetés	96
8.3. Béton pompé.....	98
8.4. Béton de séparateurs routiers	98
CHAPITRE 6 : LE BÉTON INDUSTRIEL : PRÉFABRICATION	99
1. GÉNÉRALITÉS	99
2. FAMILLES DE PRODUITS EN BÉTON	99
3. QUALITÉS REQUISES POUR LES BÉTONS VIBRÉS COMPRIMÉS	99
4. LES PRODUITS EN BÉTON.....	100
4.1. Fonction enveloppe - blocs	100
4.2. Fonction enveloppe - éléments de murs moulés.....	100
4.3. Fonction structure.....	101
4.4. Fonction plancher	101
4.5. Fonction couverture.....	103
4.6. Fonction transport - tuyaux	103

4.7. Fonction délimitation des espaces.....	103
4.8. Fonction revêtement de sols.....	103
CHAPITRE 7 : LA ROUTE.....	105
1. GÉNÉRALITÉS	105
2. REMBLAIS, TERRASSEMENTS, COUCHE DE FORME.....	105
2.1. Mise en œuvre des remblais.....	105
2.2. Couche de forme	106
2.2.1. Généralités.....	106
2.2.2. Matériaux pour couche de forme	108
3. ASSISES DE CHAUSSÉES.....	108
3.1. Constitution	108
3.2. Dimensionnement	108
3.3. Matériaux constitutifs.....	110
3.3.1. Les granulats.....	110
3.3.2. Les liants.....	112
3.3.2.1. Liants hydrauliques	112
3.3.2.2. Le liant bitume.....	112
3.3.2.3. Les émulsions	114
4. COUCHE DE FONDATION - COUCHE DE BASE	114
4.1. Constitution	114
4.2. Matériaux constitutifs.....	114
4.2.1. Matériaux non-traités	115
4.2.2. Graves traitées aux liants hydrauliques.....	115
4.2.3. Sables traités aux liants hydrauliques	118
4.2.4. Matériaux traités aux liants hydrocarbonés	118
4.2.5. Matériaux traités aux émulsions.....	119
5. COUCHE DE ROULEMENT	119
5.1. Généralités	119
5.1.1. Sécurité et confort des usagers.....	119
5.1.2. Protection de la structure.....	120
5.2. Les différents types de couches de roulement	120
5.2.1. Matériaux traités aux liants hydrocarbonés	120
5.2.1.1. Bétons bitumineux	120
5.2.1.2. Enduits superficiels d'usure	122
5.2.2. Matériaux traités aux émulsions.....	122
5.2.2.1. Enrobés à froid	122
5.2.2.2. Enrobés coulés à froid	122
CHAPITRE 8 : LES GRANULATS POUR VOIES FERRÉES	123
1. GÉNÉRALITÉS	123
2. CONSTITUTION D'UNE VOIE FERRÉE	123
3. COUCHES D'ASSISES	124
4. BALLAST ET GRAVILLONS DE SOUFFLAGE	125

CHAPITRE 9 : AUTRES UTILISATIONS DES GRANULATS	129
1. LE DRAINAGE DES SOLS	129
1.1. Généralités	129
1.2. Les tranchées drainantes	129
2. LES SOLS SPORTIFS	129
2.1. Tennis	129
2.2. Golfs	130
3. CÂBLES ENTERRÉS	130
CHAPITRE 10 : RÉGLEMENTATIONS	133
1. GÉNÉRALITÉS	133
2. LE DTU 21	133
3. LE FASCICULE 65	135
4. EDF, CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES GÉNÉRALES	135
5. SNCF, LIVRET 2-21	136
6. AÉROPORT DE PARIS	137
7. FRANCE TELECOM	137
8. MARQUE NF-BÉTON PRÊT À L'EMPLOI	137
CHAPITRE 11 - QUALITÉ ET CERTIFICATION	141
1. LE VOCABULAIRE DE LA QUALITÉ	141
2. LES DOCUMENTS DE LA QUALITÉ	142
3. UNE APPLICATION : LE FASCICULE 23	146
4. LA CERTIFICATION DES PRODUITS DE CARRIÈRE	150
4.1. Préambule	150
4.2. Le dossier « gisement »	150
4.3. Le dossier « élaboration »	153
4.4. Contrôles et essais en cours de fabrication	155
4.5. La certification : L'ATCG	158
4.6. Conclusions	160
BIBLIOGRAPHIE	161
GLOSSAIRE	165