Code : MS712409
25 pixels

RDC

OUTILLAGE DE CHANTIER



OUTILLAGE DE CHANTIER

4ème Année

Connaissance et utilisation des outils et équipements sur un chantier de construction.

Domaine
Construction et Génie Civil

Option
Construction

AFRIQUE



TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

1. Objectifs du cours 1
   - 1.1. Maîtrise des savoirs techniques 1
   - 1.2. Développement des compétences opérationnelles 1
   - 1.3. Intégration des normes de sécurité et de la culture de chantier 1

Approche Pédagogique 1
   - 1.1. De l'Objet à la Compétence 1
   - 1.2. L'Intégration Systémique de la Sécurité 2
   - 1.3. L'Ancrage dans la Pratique Professionnelle 2

Compétences Visées 2
   - 1. Maîtrise Technologique et Analytique 2
   - 2. Compétence Opérationnelle et Sécuritaire 3
   - 3. Autonomie et Diagnostic de Chantier 3

Modalités d'Évaluation 3
   - 1. Finalités Pédagogiques de l'Évaluation 3
   - 2. Composante Théorique 3
   - 3. Composante Pratique 4

PARTIE I : LA PRODUCTION DES MATÉRIAUX DE BASE **5**

a. Le point de départ : la nature 5

b. La main de l'homme : la transformation 5

c. L'outil fait le matériau 5

d. La qualité avant la quantité 5

CHAPITRE 1 : LES CENTRALES DE CONCASSAGE ET DE CRIBLAGE **6**

1.1. Les Concasseurs Primaires et Secondaires 6
   - a. L'art de réduire la matière 6
   - A. Le Concasseur Primaire : Le Géant Mâcheur 6
   - B. Le Concasseur Secondaire : L'Affineur 6

FIGURE 1 : RÉF. IMG (6791-7370-3139) **8**

Schéma simplifié d'une chaîne de concassage primaire et secondaire 8

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- C. Scénarios et Exercices.....8

1.2. Les Broyeurs et les Gravillonneurs.....10
- a. L'art de briser la roche.....10
- A. Le Broyeur : La Force Brute Primaire.....10
- B. Le Gravillonneur : La Finition et le Calibrage.....11

FIGURE 2 : RÉF. IMG (7429-2898-6469).....13

Vue en coupe d'un gravillonneur à cône pour la production de granulats.....13
- C. Synthèse de la chaîne de production.....13
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....14

1.3. Le Cribleur : La Clé de la Classification.....15
- a. Le secret du tamis de la mama.....15
- A. Principe de fonctionnement.....16

FIGURE 3 : RÉF. IMG (2971-0500-0577).....17

Schéma d'un cribleur vibrant à plusieurs étages de tamisage.....17
- B. Paramètres essentiels et leur influence.....17

1.4. L'Organisation d'une Chaîne de Production de Granulats.....20
- a. La logique d'une recette industrielle.....20
- A. La Chaîne Primaire : De la Roche Brute au Matériau Traitable.....20
- B. Le Circuit Secondaire et Tertiaire : L'Affinage par Criblage et Recyclage.....20

FIGURE 4 : RÉF. IMG (0685-6926-8100).....22

Schéma fonctionnel d'une chaîne de concassage-criblage en circuit fermé.....22
- Scénarios et Exercices.....22

1.5. Les Convoyeurs à Bande et Systèmes de Stockage.....24
- a. Le transport continu.....24
- A. Le Convoyeur à Bande : Le Fleuve de Granulats.....24

FIGURE 5 : RÉF. IMG (8523-5733-5911).....26

Schéma détaillé d'un convoyeur à bande industriel avec ses composants.....26
- B. Le Stockage : Organisation et Prévention.....26
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....27

CHAPITRE 2 : L'UTILISATION DES EXPLOSIFS EN GÉNIE CIVIL.....30

2.1. Les Différents Types d'Explosifs et leurs Caractéristiques.....30

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- a. L'art de la fragmentation contrôlée.....30
- A. Les Explosifs Lents (ou Déflagrants).....30
- B. Les Explosifs Rapides (ou Détonants).....30
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....31

2.2. Le Plan de Tir et les Techniques de Foration.....32

- Ne commettez jamais cette.....32
- A. Le Plan de Tir : L'Anatomie d'une Explosion Contrôlée.....33
- B. Les Techniques de Foration.....33
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....34

2.3. Les Règles de Sécurité pour la Manipulation des Explosifs.....36

- a. L'analogie du feu.....36
- A. Le Stockage et le Transport : La Discipline Avant l'Action.....36

FIGURE 6 : RÉF. IMG (2188-0128-1794).....38

Schéma d'un dépôt de stockage sécurisé pour explosifs.....38

- B. La Mise en Œuvre : Le Rituel du Boutefeu.....38

2.4. La Maintenance des Équipements de Carrière.....41

- a. La leçon du roulement grippé.....41
- A. La Maintenance Préventive : Anticiper pour ne pas subir.....41
- B. La Maintenance Curative : Réparer après la casse.....42

2.5. Le Traitement post-abattage : Purge et Chargement.....44

- a. L'ordre après le chaos.....44
- A. La Purge : Sécurisation du Front de Taille.....44

FIGURE 7 : RÉF. IMG (6855-6477-8824).....46

Un ouvrier sécurisé par un harnais effectuant une purge manuelle.....46

- B. Le Chargement des Matériaux Abattus.....46
- Scénarios et Exercices.....47

PARTIE II : LES ENGINS DE TERRASSEMENT.....50

a. La Force Brute Maîtrisée.....50

b. Les Géants du Chantier.....50

c. Du Kongo Central au Kasaï : Un Outil de Développement.....50

d. L'Intelligence derrière la Puissance.....50

CHAPITRE 3 : LES PELLES MÉCANIQUES ET HYDRAULIQUES.....51

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

3.1. La Technologie et le Fonctionnement de la Pelle Hydraulique.....51
- a. Le bras de fer invisible.....51
- A. Le Principe de Pascal : Le Cœur du Système.....51
- B. Les Composants Clés du Circuit Hydraulique.....51
- C. Le Pilotage : De la Cabine au Godet.....52

3.2. La Configuration en Rétro-excavatrice et en Butte.....54
- a. Le choix de l'outil détermine la victoire.....54
- A. La Pelle en Rétro (Rétro-excavatrice).....55

FIGURE 8 : RÉF. IMG (6582-4747-6716).....57

Schéma d'une pelle mécanique en configuration rétro-excavatrice creusant une 57
- B. La Pelle en Butte (Shovel).....57

FIGURE 9 : RÉF. IMG (1587-8596-5488).....58

Pelle en butte attaquant un front de taille dans une carrière.....58
- b. L'anecdote du chef de chantier.....58

3.3. Les Équipements Spécifiques (Godets, BRH, Benne preneuse).....60
- a. L'adaptabilité de la machine.....60
- A. Les Godets : L'outil de base.....60

FIGURE 10 : RÉF. IMG (8197-7997-0763).....62

Divers types de godets pour pelles hydrauliques sur un chantier.....62
- B. Le Brise-Roche Hydraulique (BRH) : La force de frappe.....62

FIGURE 11 : RÉF. IMG (1470-2421-9867).....64

Un brise-roche hydraulique (BRH) en action sur une dalle de béton.....64
- C. La Benne Preneuse : La pince de précision.....64
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....65

3.4. Le Rendement et la Maintenance de la Pelle.....66
- a. Une machine, deux réalités.....66
- A. Le Calcul du Rendement : De la Théorie à la Caisse.....66
- B. La Maintenance : Le Gardien Silencieux du Rendement.....67

FIGURE 12 : RÉF. IMG (5781-2704-1551).....68

Points de contrôle critiques sur une pelle hydraulique moderne.....68
- L'anecdote du chantier de Mbandaka.....68

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

3.5. Applications Spécialisées : Démolition, curage et travaux maritimes....70
- a. De la force brute à la précision chirurgicale....70
- A. La démolition contrôlée....71

FIGURE 13 : RÉF. IMG (8884-4179-7859)....73

Pelle hydraulique équipée pour la démolition : un véritable couteau suisse....73
- B. Le curage des canaux et des rivières....73
- C. Les travaux maritimes et fluviaux....73

CHAPITRE 4 : LES ENGINS DE POUSSAGE ET DE NIVELLEMENT....77

4.1. Le Bouteur (Bulldozer) : Poussage et Régalage....77
- a. Du travail de force à la force mécanique....77
- A. Anatomie et Principe de Fonctionnement....77

FIGURE 14 : RÉF. IMG (3624-1274-0759)....78

Anatomie fonctionnelle du bouteur et de ses équipements principaux....78
- B. Les Actions Fondamentales : Poussage et Régalage....78

FIGURE 15 : RÉF. IMG (6177-1822-9460)....79

Phases de travail du bouteur : poussage de matériaux et régalage final....79
- Anecdote du chantier : La piste de l'oubli....79

4.2. La Niveleuse (Grader) : Le Réglage Fin des Plates-formes....81
- a. Une précision millénaire....81
- A. Anatomie et Fonctions Clés....81

FIGURE 16 : RÉF. IMG (1763-2957-6039)....83

Vue éclatée des composants principaux d'une niveleuse de chantier moderne....83
- B. Les Mouvements de la Lame : La Clé du Nivellement....83

FIGURE 17 : RÉF. IMG (9893-0206-0338)....85

Illustration des différents angles de travail de la lame d'une niveleuse....85
- L'anecdote du chef de chantier....85

4.3. Les Engins de Scarification (Rippers)....87
- a. L'analogie de la terre dure....87
- A. Principe de la Scarification....87
- B. Le Ripper : Anatomie et Types....87

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 18 : RÉF. IMG (5894-9983-6792)....89

Anatomie d'un ripper multi-dents monté sur un bulldozer....89

- SCÉNARIOS ET EXERCICES....89

4.4. La Sécurité et la Conduite de ces Engins....91

- a. L'obsession de la visibilité....91
- A. Les Contrôles Préliminaires (Le Tour de la Machine)....91
- B. Les Règles d'Or de la Conduite sur Chantier....92
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....92

4.5. L'Atelier Bouteur-Niveleuse : Coordination et Efficacité....94

- a. L'union fait la force, même pour les machines....94
- A. La Répartition des Tâches : Le Gros Œuvre et la Finition....94
- B. La Séquence Opérationnelle : Une Danse Mécanique....95

CHAPITRE 5 : LES ENGINS DE DÉCAPAGE ET DE COMPACTAGE....98

5.1. Le Scraper (ou Décapeuse) : Principe et Utilisation....98

- a. Le géant trois-en-un du terrassement....98
- A. Principe de fonctionnement cyclique....98
- B. Les deux familles de Scrapers....98

FIGURE 19 : RÉF. IMG (3217-9629-5007)....101

Anatomie d'un scraper motorisé et ses composants principaux en action....101

- Anecdote : Le pari de la route de Gbadolite....101

5.2. Le Compactage des Sols : Principe et Objectifs....103

- a. L'instinct du maçon....103
- A. Le Principe : Chasser l'Air, Rapprocher les Grains....103

FIGURE 20 : RÉF. IMG (7839-4113-4535)....106

Schéma du compactage du sol avant et après l'action....106

- B. Les Objectifs et les Bénéfices....106

5.3. Les Différents Types de Compacteurs (Pieds dameurs, vibrants, pneus)....109

- a. Le pacte avec le sol....109
- A. Le Compacteur à Pieds Dameurs (ou "Pied-de-mouton")....109
- B. Le Compacteur Vibrant....110

FIGURE 21 : RÉF. IMG (4154-4738-1271)....112

Schéma du fonctionnement d'un cylindre de compacteur vibrant sur sol granulaire....112

- C. Le Compacteur à Pneus.....112

5.4. Le Contrôle de la Qualité du Compactage.....114

- Le secret d'une route qui dure.....114
- A. Le Principe : La Densité de Référence.....114
- B. Les Méthodes de Contrôle sur Chantier.....115

FIGURE 22 : RÉF. IMG (2289-0064-2497).....116

Comparaison entre le densitomètre à membrane et le nucléodensitomètre sur cha.....116

- Scénarios et Exercices.....116

5.5. Typologie des Scrapers : automoteurs et tractés.....118

- a. L'erreur du débutant.....118
- A. Le Scraper Automoteur : Le Sprinteur des Grands Espaces.....118

FIGURE 23 : RÉF. IMG (7453-9253-0873).....120

Comparaison visuelle entre un scraper automoteur et un modèle tracté en action.....120

- B. Le Scraper Tracté : La Force Brute du Chantier.....120

PARTIE III : LES ÉQUIPEMENTS DE CONSTRUCTION ET D'ENTRETIEN ROUTIER.....123

a. La route, artère vitale du pays.....123

b. Les géants d'acier en action.....123

c. La maîtrise humaine derrière la machine.....123

d. L'entretien, une mission continue.....123

CHAPITRE 6 : LES ÉQUIPEMENTS POUR LA MISE EN ŒUVRE DES CHAUSSÉES.....124

6.1. La Tonne à Eau et l'Arroseuse.....124

- a. La pluie contrôlée du chantier.....124
- A. Rôle et Fonctions Essentielles.....124
- B. Description Technique et Différences.....125
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....125

6.2. Le Répandeur-Niveleur (Finisseur) pour les Enrobés.....127

- a. L'art de la route parfaite.....127
- A. FONCTION ET PRINCIPE.....127
- B. LES COMPOSANTS CLÉS.....127

FIGURE 24 : RÉF. IMG (9499-1259-5242).....129

Vue schématique des composants principaux d'un finisseur sur un chantier.....129

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- C. LA MISE EN ŒUVRE SUR CHANTIER.....129

6.3. La Gravillonneuse pour les Enduits Superficiels.....131

- a. L'art de "coller" la route.....131
- A. Principe et Fonctionnement.....132

FIGURE 25 : RÉF. IMG (5704-9531-1452).....133

Vue d'ensemble d'une gravillonneuse automotrice sur un chantier routier.....133

- B. Types de Gravillonneuses et Réglages Essentiels.....133

FIGURE 26 : RÉF. IMG (0378-9034-5416).....134

Schéma du mécanisme de distribution des gravillons et du dosage contrôlé.....134

- C. Scénarios et Exercices.....134

6.4. Le Compactage des Enrobés Bitumineux.....136

- a. La métamorphose de la chaussée.....136
- A. Les Principes Clés du Compactage.....136
- B. Les Ateliers de Compactage.....137

FIGURE 27 : RÉF. IMG (8712-4146-2499).....139

Le train de compactage, une chorégraphie mécanique pour une route durable.....139

- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....139
- Un chantier à Kananga et la sagesse du thermomètre.....139

6.5. Les Centrales d'Enrobage : Production à chaud et à froid.....141

- a. L'usine cachée derrière nos routes.....141
- A. La Centrale d'Enrobage : Anatomie d'un Géant.....141

FIGURE 28 : RÉF. IMG (8154-4524-2074).....144

Schéma de fonctionnement d'une centrale d'enrobage à chaud.....144

- B. Production à Chaud vs. Production à Froid.....144

FIGURE 29 : RÉF. IMG (2147-8766-5317).....147

Comparaison visuelle des procédés de production d'enrobé chaud et froid.....147

- Anecdote de chantier : La centrale de Masi-Manimba.....147

CHAPITRE 7 : LES ÉQUIPEMENTS D'ENTRETIEN DES ROUTES.....150

7.1. L'Unité Mobile pour la Réparation des Nids-de-poule.....150

- a. Le problème du nid-de-poule.....150

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- A. Définition et Composition de l'Unité Mobile.....150
- B. Le Principe de Fonctionnement : La Réparation en 4 Étapes.....151
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....151

7.2. La Raboteuse pour la Préparation des Surfaces.....153
- a. L'usure et la mémoire de la route.....153
- A. Principe de fonctionnement du rabotage.....153

FIGURE 30 : RÉF. IMG (4156-8745-0902).....156

Anatomie d'une raboteuse de chaussée en action.....156
- B. Applications et avantages.....156

7.3. Les Brûleurs et les Lances Thermiques pour Fissures.....159
- a. La guerre contre le nid-de-poule.....159
- A. Le Brûleur à Propane : Préparation et Nettoyage.....159
- B. La Lance Thermique : Soudure et Adhérence.....159

FIGURE 31 : RÉF. IMG (2184-0980-4837).....161

Brûleur et lance thermique en action sur une fissure.....161
- C. Critères de Choix : Brûleur ou Lance ?.....161

7.4. La Signalisation Temporaire des Chantiers d'Entretien.....163
- a. L'avertissement comme principe vital.....163
- A. Les Trois Types de Panneaux Temporaires.....163

FIGURE 32 : RÉF. IMG (0372-8108-0634).....165

Les trois familles de panneaux de signalisation temporaire de chantier.....165
- B. L'Organisation Zonale d'un Chantier.....165

FIGURE 33 : RÉF. IMG (3945-4403-2515).....167

Schéma d'implantation de la signalisation sur une route bidirectionnelle.....167
- L'anecdote de Papa Kabasele.....167

7.5. Le Matériel de Balayage et de Nettoyage de Chaussée.....169
- a. Une propreté millénaire.....169
- A. La Balayeuse Mécanique (ou Balayeuse de Voirie).....169

FIGURE 34 : RÉF. IMG (9353-1415-3268).....171

Schéma de fonctionnement d'une balayeuse mécanique de voirie moderne.....171
- B. La Balayeuse Aspiratrice.....171

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 35 : RÉF. IMG (7006-5046-7337)....173

Comparaison entre une balayeuse mécanique et une balayeuse aspiratrice....173

- Scénarios et Exercices....173
- Une question de réputation à Goma....173

CHAPITRE 8 : LE CHOIX ET LA GESTION ÉCONOMIQUE DU MATÉRIEL....176

8.1. L'Analyse des Critères de Choix d'un Engin....176

- a. L'art du choix : plus qu'une question de taille....176
- A. Les Critères Techniques : L'Adéquation au Travail....176
- B. Les Critères Économiques : Le Coût Global de Possession....176
- C. Les Critères de Service : La Disponibilité et la Fiabilité....177

8.2. Le Dilemme Achat vs. Location....179

- a. Le choix de l'entrepreneur....179
- A. L'Achat : Investir pour le Long Terme....179
- B. La Location : La Flexibilité Stratégique....180

8.3. Le Calcul du Coût d'Exploitation d'un Engin....182

- a. L'importance de la maîtrise des coûts....182
- A. Les Coûts Fixes (ou Coûts de Possession)....182

FIGURE 36 : RÉF. IMG (3237-2620-1268)....183

Décomposition visuelle des coûts fixes d'une niveleuse sur un chantier....183

- B. Les Coûts Variables (ou Coûts de Fonctionnement)....183

FIGURE 37 : RÉF. IMG (9412-4574-1396)....186

Éléments concrets des coûts variables d'une chargeuse au quotidien....186

- C. La Synthèse du Coût Horaire d'Exploitation....186
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....187

8.4. L'Introduction aux Nouvelles Technologies (GPS, Télématique)....188

- a. L'ère du satellite sur le chantier....188
- A. Le GPS : La Précision Géospatiale....188

FIGURE 38 : RÉF. IMG (9462-3080-4956)....191

Niveleuse guidée par GPS sur un chantier de terrassement routier....191

- B. La Télématique : Le Cerveau Connecté de la Machine....191

FIGURE 39 : RÉF. IMG (0730-0059-7172)....194

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Tableau de bord télématique affichant les données d'une flotte d'engins.....194
- Anecdote du chantier : Papa Kanku et le fantôme du réservoir.....194

8.5. La Gestion de Flotte (Fleet Management) et l'Optimisation du Parc.....196
- a. L'art de maîtriser son parc d'engins.....196
- A. Les Piliers de la Gestion de Flotte.....197
- B. Les Indicateurs Clés de Performance (KPI).....197

FIGURE 40 : RÉF. IMG (8539-0021-5890).....200

Tableau de bord numérique de gestion de flotte sur tablette.....200
- C. Le Coût Total de Possession (TCO).....200

ANNEXES.....203

Catalogue des Engins de Terrassement et Routiers.....203
- A. Engins d'Excavation et de Chargement.....203
- B. Engins de Poussée et de Nivellement.....204
- C. Engins de Compactage.....205
- D. Engins de Transport.....206

Guide de Maintenance Journalière.....206
- A. Principes Fondamentaux de la Maintenance Journalière.....206
- B. Check-lists par Catégorie d'Outillage.....207
- C. Procédure de Signalement et de Mise hors Service.....209

Abaques de Rendement des Engins.....209
- A. Définition et Principes Fondamentaux.....209
- B. Composants du Calcul de Rendement.....210
- C. Variables Clés et Facteurs de Correction.....211
- D. Lecture d'Abaques Spécifiques.....212

Lexique Illustré des Équipements de Chantier.....213
- A. Terrassement, Excavation et Chargement.....213
- B. Production et Mise en Œuvre du Béton.....214
- C. Équipements de Compactage.....215

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

PRÉLIMINAIRES

1. Objectifs du cours

1.1. Maîtrise des savoirs techniques

L'acquisition d'une connaissance exhaustive des outillages constitue le socle fondamental. L'élève doit pouvoir identifier chaque machine, décrire ses composants mécaniques, électriques ou hydrauliques, et comprendre son principe de fonctionnement. Cette maîtrise théorique précède et conditionne toute manipulation pratique. La capacité à lire et interpréter une fiche technique d'équipement est une compétence centrale développée ici.

1.2. Développement des compétences opérationnelles

La finalité de ce cours est éminemment pratique. L'élève acquiert la capacité d'opérer les équipements courants en respectant les procédures. Il développe les compétences nécessaires à la maintenance de premier niveau : contrôles des niveaux, graissage, vérifications périodiques. La compétence visée se mesure par la précision du geste, l'autonomie et l'efficacité dans l'exécution de tâches standards sur un chantier.

1.3. Intégration des normes de sécurité et de la culture de chantier

La compétence technique est indissociable d'une culture rigoureuse de la sécurité. Ce cours ancre systématiquement les réflexes de protection individuelle et collective. L'apprenant apprend à évaluer les risques liés à chaque machine et à son environnement. Il applique les procédures préventives et intègre le port des Équipements de Protection Individuelle (EPI) comme un automatisme professionnel non négociable.

Approche Pédagogique

1.1. De l'Objet à la Compétence

La méthodologie adoptée privilégie une démarche inductive. Partant de l'outil comme objet physique et tangible, l'enseignement progresse vers sa fonction, son mode opératoire, puis vers les principes mécaniques et physiques qui le régissent. Cette progression, du concret vers l'abstrait, assure une assimilation durable des savoirs. L'élève identifie d'abord l'outil, le nomme, le décrit, avant

de comprendre sa finalité et les conditions de son emploi optimal. L'objectif est de construire une compétence technique solide, fondée sur la compréhension et non sur la mémorisation pure.

1.2. L'Intégration Systémique de la Sécurité

L'impératif de sécurité est intégré de manière transversale à chaque leçon. Chaque outil fait l'objet d'une analyse de risques spécifique. Les dangers potentiels (coupure, projection, électrisation, etc.) et les mesures préventives associées, notamment le port des Équipements de Protection Individuelle (EPI), sont systématiquement détaillés. L'objectif est d'installer un réflexe permanent de prudence. La sécurité est présentée comme une composante indissociable de la performance et de la compétence professionnelle, et non comme une contrainte additionnelle.

1.3. L'Ancrage dans la Pratique Professionnelle

Finalement, chaque notion théorique débouche sur une mise en situation pratique. Les exercices et scénarios proposés simulent des défis réels rencontrés sur des chantiers en RDC, du sol argileux du Kwilu aux contraintes climatiques de l'Équateur. L'élève est formé pour analyser une situation, sélectionner l'outillage adéquat et justifier son choix. La finalité est de développer son autonomie et sa capacité à résoudre des problèmes concrets, compétences essentielles pour sa future insertion professionnelle et la réussite à l'examen d'État.

Compétences Visées

1. Maîtrise Technologique et Analytique

La finalité pédagogique première est l'acquisition d'une compréhension fine des principes régissant l'outillage. L'élève analyse les mécanismes de fonctionnement (mécaniques, électriques, pneumatiques) et leur adéquation aux contraintes physiques des matériaux. Cette compétence se manifeste par la capacité à justifier techniquement le choix d'un outil pour une tâche donnée, en évaluant des critères objectifs de performance, de rendement et de compatibilité. La pratique est ainsi ancrée dans un raisonnement scientifique rigoureux, transformant l'utilisateur en technicien averti.

2. Compétence Opérationnelle et Sécuritaire

Le développement d'une dextérité professionnelle constitue le second axe. La manipulation correcte et efficace de chaque outil est systématiquement associée aux protocoles de sécurité individuels et collectifs. L'objectif est d'intégrer le respect des normes non comme une contrainte, mais comme une composante intrinsèque du geste technique. Cette compétence inclut également la maîtrise des routines de maintenance préventive et de premier niveau, garantissant la longévité et la fiabilité du matériel.

3. Autonomie et Diagnostic de Chantier

La compétence terminale visée est la capacité d'adaptation et de résolution de problèmes en situation réelle. Face à une problématique de chantier non standard, l'élève mobilise ses savoirs et son savoir-faire pour diagnostiquer la situation. Il évalue les options, sélectionne l'outillage pertinent et met en œuvre une solution technique fiable et sécurisée. Cette autonomie prépare le futur professionnel à devenir une force de proposition technique sur le terrain, capable de garantir la continuité et la qualité du travail.

Modalités d'Évaluation

1. Finalités Pédagogiques de l'Évaluation

L'évaluation dans ce cours mesure la maîtrise théorique et l'aptitude pratique de l'élève. Son objectif principal est de valider la capacité de l'apprenant à sélectionner, utiliser et entretenir l'outillage de chantier en respectant scrupuleusement les normes de sécurité. Secondairement, elle sanctionne la compétence d'analyse. L'élève doit pouvoir justifier le choix d'un outil spécifique face à une situation de chantier donnée, en articulant les contraintes techniques et économiques.

2. Composante Théorique

Formellement, la composante théorique prend la forme d'interrogations écrites et d'examens finaux. Ces épreuves valident la connaissance des nomenclatures, des principes de fonctionnement, des procédures de maintenance préventive et des règles de sécurité associées à chaque outil. La pondération accordée à cette partie reflète l'importance des fondements scientifiques et techniques qui sous-tendent l'usage correct du matériel.

3. Composante Pratique

Sur le plan opérationnel, la composante pratique se déploie à travers des mises en situation professionnelles, réelles ou simulées. Elle permet de juger la dextérité de l'élève, son application rigoureuse des gestes sécuritaires, sa rapidité d'exécution et sa capacité à diagnostiquer une panne simple sur un équipement. Cette évaluation formative et sommative est cruciale pour préparer l'élève aux réalités du terrain.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Partie I : La Production des Matériaux de Base

a. Le point de départ : la nature

Toute construction commence par une ressource naturelle. Les matériaux de base proviennent directement du sol, des rivières et des forêts. Du sable fin dragué dans le fleuve Congo à la pierre de taille extraite des carrières du Kasaï. Cette matière brute est la fondation de tout projet. Sa disponibilité et sa nature dictent les premières décisions techniques sur un chantier.

b. La main de l'homme : la transformation

Rarement, un matériau brut est utilisé tel quel. L'intervention humaine est nécessaire pour lui donner ses propriétés finales. L'argile extraite près de Lisala dans la Mongala devient une brique solide après le moulage et la cuisson. La roche massive est concassée pour obtenir du gravier de granulométrie contrôlée. Ce processus de fabrication est au cœur du métier de constructeur.

c. L'outil fait le matériau

La production de matériaux de qualité dépend directement des outils employés. Un simple tamis permet de séparer le sable de ses impuretés. Une bétonnière assure un mélange homogène du ciment, du sable et du gravier. Des concasseurs mécaniques transforment les blocs de pierre en agrégats de taille précise. L'outil est la garantie d'un matériau conforme aux exigences techniques.

d. La qualité avant la quantité

Produire en grande quantité est inutile si la qualité fait défaut. Un sable argileux affaiblit la résistance du béton. Un gravier trop friable compromet la solidité d'une fondation dans le sol marécageux de l'Équateur. La connaissance des matériaux implique un contrôle rigoureux : granulométrie, propreté, résistance. La sécurité de l'ouvrage final dépend de cette vigilance dès la phase de production.

Chapitre 1 : Les Centrales de Concassage et de Criblage

1.1. Les Concasseurs Primaires et Secondaires

a. L'art de réduire la matière

Pendant des siècles, pour construire, l'homme a cassé la pierre avec des outils manuels. Un travail long et pénible. Des pyramides d'Égypte aux routes de l'Empire romain, la force humaine ou animale était la seule énergie disponible pour transformer un gros rocher en petites pierres utilisables.

Aujourd'hui, sur les grands chantiers de la RDC, de la route de Goma-Bukavu à la construction du port en eaux profondes de Banana, des machines puissantes font ce travail. Ces machines sont des concasseurs. Elles imitent le geste ancestral du carrier, mais avec une force et une vitesse incomparables.

A. Le Concasseur Primaire : Le Géant Mâcheur

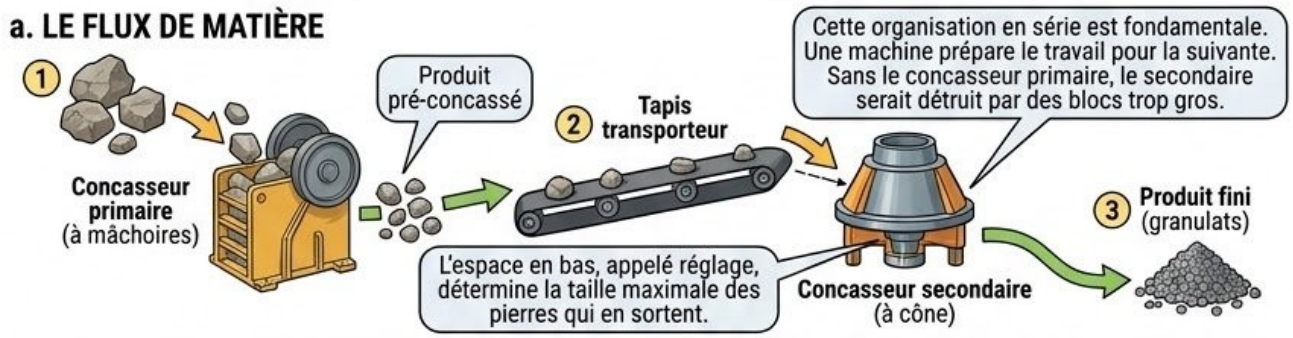
Sa mission est simple : recevoir les blocs bruts, parfois aussi gros qu'une petite voiture, qui sortent directement de la carrière après l'abattage à l'explosif. Le concasseur primaire est la première étape de la réduction. Il n'est pas conçu pour être précis. Son seul rôle est de "casser" le plus gros en morceaux plus petits et gérables. Le type le plus courant est le concasseur à mâchoires. Il fonctionne littéralement comme une énorme mâchoire d'acier qui broie la roche. Le matériau qui en sort est appelé "tout-venant 0/200" par exemple, indiquant des tailles de 0 à 200 mm.

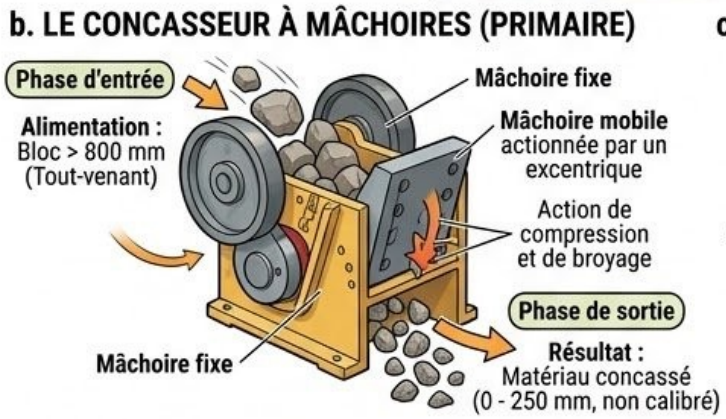
B. Le Concasseur Secondaire : L'Affineur

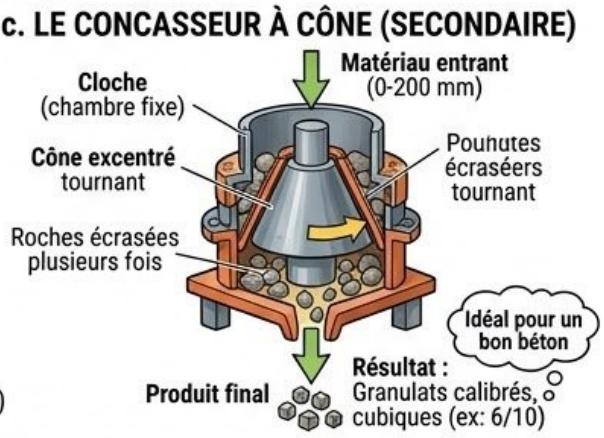
Cet appareil intervient après le concasseur primaire. Il reçoit les matériaux déjà dégrossis et les réduit encore à des dimensions plus fines et plus spécifiques. Si le primaire est une force brute, le secondaire est un outil de précision. Il permet d'obtenir les granulats aux dimensions exactes requises par les ingénieurs pour un béton ou un enrobé spécifique. Un exemple typique est le concasseur à cône. Il écrase la pierre par compression entre un cône tournant et une chambre fixe. Le résultat est un gravier de meilleure forme et de calibre plus régulier.

Figure 1 : Réf. IMG (6791-7370-3139)

Schéma simplifié d'une chaîne de concassage primaire et secondaire













1.2. LES BROYEURS ET LES GRAVILLONNEURS

- **BROYEUR À MÂCHOIRES** : Comme une énorme mâchoire métallique (compression)
- **BROYEUR GIRATOIRE** : Cône rotatif excentré à l'intérieur d'une chambre fixe

Leur rôle est de réduire la taille des roches extraites d'une carrière. Ils produisent des granulats aux dimensions précises, indispensables au béton, aux couches de chaussées ou aux fondations.

Figure 1 : Réf. IMG (6791-7370-3139)

Schéma simplifié d'une chaîne de concassage primaire et secondaire

a. Le flux de matière

L'illustration montre le parcours de la roche. Les gros blocs entrent à gauche dans le concasseur primaire (à mâchoires). Le matériau pré-concassé est ensuite transporté par un tapis vers le concasseur secondaire (à cône). Cette organisation en série est fondamentale. Une machine prépare le travail pour la suivante. Sans le concasseur primaire, le secondaire serait instantanément détruit par des blocs trop gros. Chaque machine a sa place et sa fonction dans la chaîne de production.

b. Le concasseur à mâchoires (Primaire)

Observons le premier appareil. Il possède une mâchoire fixe et une mâchoire mobile. Le mouvement de la mâchoire mobile crée une action de compression et de broyage sur les roches. L'espace en bas, appelé réglage, détermine la taille maximale des pierres qui en sortent.

c. Le concasseur à cône (Secondaire)

Le deuxième appareil a une forme de cloche. À l'intérieur, un "cône" excentré tourne et se rapproche puis s'éloigne de la paroi extérieure. Les pierres, prises dans cet espace, sont écrasées plusieurs fois avant de sortir par le bas. Ce processus produit des granulats plus cubiques, une forme idéale pour un bon béton.

C. Scénarios et Exercices

a. Anecdote de chantier

Papa Kabasele, chef de chantier expérimenté, inspectait la nouvelle route en construction entre Kananga et Tshikapa. Il a remarqué un problème : le béton des dalots se fissurait trop facilement. En prélevant un échantillon, il a vu que les graviers étaient mal calibrés, avec trop de grosses pierres plates. Il s'est rendu à la carrière du projet. Le diagnostic fut rapide. Pour gagner du temps et économiser du carburant, l'opérateur de la centrale de concassage avait "shunté" le concasseur secondaire. Le matériau du concasseur primaire allait directement au criblage. Le résultat : des granulats de mauvaise qualité, un

béton faible, et un tronçon de route à refaire. Cette "économie" a coûté des millions et des semaines de retard.

Exercice 1 : Le Dilemme de Maman Hélène

Énoncé : Maman Hélène exploite une petite carrière de grès près de Mbanza-Ngungu. Elle possède un unique concasseur à mâchoires (primaire). Un client important veut lui acheter 500 tonnes de gravier "6/10" pour fabriquer des pavés de luxe. Maman Hélène peut-elle accepter ce contrat ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier l'équipement disponible** Maman Hélène dispose uniquement d'un concasseur primaire (à mâchoires).
2. **Étape 2 : Analyser la fonction de cet équipement** Un concasseur primaire est conçu pour la réduction brute. Il produit du tout-venant avec une large gamme de tailles (par exemple, 0/150 mm), mais pas un produit calibré et fin.
3. **Étape 3 : Comparer avec le besoin du client** Le client demande un granulat très spécifique : "6/10", ce qui signifie que toutes les pierres doivent avoir une taille comprise entre 6 et 10 millimètres.
4. **Étape 4 : Conclure sur la faisabilité** Maman Hélène ne peut pas honorer le contrat avec son seul équipement. Pour produire du 6/10, elle a besoin d'une chaîne complète : son concasseur primaire, un concasseur secondaire (type cône ou à percussion) pour affiner la granulométrie, et enfin un crible pour séparer et isoler précisément la fraction 6/10 mm.

Exercice 2 : Panne sur le chantier de la centrale hydroélectrique de Zongo II

Énoncé : Sur le chantier d'extension, le concasseur à cône (secondaire) tombe en panne toutes les heures. L'opérateur constate que des morceaux de 250 mm bloquent la machine. Pourtant, le concasseur primaire est réglé pour produire du 0/200. Que se passe-t-il ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier la source du dysfonctionnement** Le concasseur secondaire reçoit des pierres trop grosses pour lui (250 mm), alors qu'il est censé recevoir du matériau de 200 mm maximum.

2. **Étape 2 : Analyser le fonctionnement du concasseur primaire** Le réglage du concasseur primaire (200 mm) ne garantit pas que 100% des matériaux seront inférieurs à cette taille. Une usure des mâchoires ou la forme de certaines roches (plates et longues, appelées "plats et allongés") peuvent laisser passer des éléments hors gabarit.
3. **Étape 3 : Proposer une solution de contrôle** La cause la plus probable est l'absence d'un crible de contrôle (ou scalpeur) entre le concasseur primaire et le secondaire.
4. **Étape 4 : Décrire l'action corrective** Il faut installer un crible avec des mailles de 200 mm après le concasseur primaire. Tout ce qui passera à travers ira au concasseur secondaire. Les éléments trop gros (> 200 mm) qui seront retenus par le crible seront renvoyés dans le circuit du concasseur primaire pour être à nouveau concassés. Cela protège le concasseur secondaire et garantit la qualité du flux.

1.2. Les Broyeurs et les Gravillonneurs

a. L'art de briser la roche

Même si la nature met des millénaires à transformer une montagne en sable fin, un chantier moderne exige cette transformation en quelques heures. Cette accélération prodigieuse est au cœur de la production des matériaux de construction. Les agrégats, ces fragments de roche qui forment le squelette du béton, ne se trouvent pas toujours prêts à l'emploi.

Les broyeurs et les gravillonneurs sont les outils mécaniques qui réalisent cette prouesse. Leur rôle est de réduire la taille des roches extraites d'une carrière. Ils produisent des granulats aux dimensions précises, indispensables au béton, aux couches de chaussées ou aux fondations. La distinction entre ces deux types de machines est fondamentale.

A. Le Broyeur : La Force Brute Primaire

Un broyeur effectue le concassage primaire. Sa fonction est de recevoir des blocs de roche très volumineux, directement issus de l'abattage en carrière, et de les fragmenter en éléments plus petits. La force mise en œuvre est immense. Ces machines sont robustes et conçues pour encaisser des chocs violents.

Deux types principaux dominent cette catégorie : - **Le broyeur à mâchoires :** Il fonctionne comme une énorme mâchoire métallique. Une paroi fixe et une paroi mobile se rapprochent pour écraser la roche par compression. - **Le broyeur giratoire :** Il utilise un cône rotatif excentré à l'intérieur d'une chambre fixe. La roche est broyée dans l'espace qui se rétrécit entre le cône et la paroi.

Le produit sortant d'un broyeur primaire n'est pas encore un granulat fini. C'est une roche pré-concassée, prête pour l'étape suivante.

[IMAGE: Schéma de fonctionnement d'un broyeur à mâchoires pour le concassage primaire]

a. Analyse du mécanisme

L'illustration montre une mâchoire fixe (stationnaire) et une mâchoire mobile actionnée par un excentrique. Les roches, introduites par le haut, sont piégées dans l'espace en forme de V. La mâchoire mobile se déplace d'avant en arrière, exerçant une pression intense qui fracture les blocs. La gravité fait descendre les morceaux plus petits jusqu'à ce qu'ils puissent passer par l'ouverture de sortie, dont la largeur est réglable.

b. La phase d'entrée

Cette machine est alimentée avec des matériaux "tout-venant" de carrière. Les blocs peuvent atteindre des tailles considérables, souvent supérieures à 800 mm de diamètre. Le broyeur à mâchoires est la première étape de la chaîne de réduction granulométrique.

c. Le résultat obtenu

Le produit obtenu est un matériau concassé dont la taille varie typiquement de 0 à 250 mm. Ce matériau n'est pas calibré. Il est destiné à être traité par une autre machine pour affiner sa taille et sa forme.

B. Le Gravillonneur : La Finition et le Calibrage

Après le broyage primaire, le gravillonneur prend le relais. On parle alors de concassage secondaire ou tertiaire. Sa mission est de transformer les roches pré-concassées en gravillons de tailles spécifiques (par exemple : 4/8, 8/16, 16/32). La précision est son maître-mot.

Les types courants sont : - **Le gravillonneur à cône :** Similaire au broyeur giratoire, mais avec une vitesse de rotation plus élevée et une chambre de concassage différente. Il est idéal pour produire des granulats de forme cubique. - **Le gravillonneur à percussion (ou impacteur) :** Il projette les matériaux à grande vitesse contre des parois métalliques (les battoirs). Le choc brise la roche. Il est excellent pour obtenir des sables et des gravillons de qualité.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Figure 2 : Réf. IMG (7429-2898-6469)

Vue en coupe d'un gravillonneur à cône pour la production de granulats

a. Le principe du cône

Ce schéma représente un gravillonneur à cône. Le matériau pré-concassé est versé sur le sommet d'un cône mobile (la tête) qui tourne à l'intérieur d'une chambre fixe (le bol). La roche est écrasée à plusieurs reprises dans l'espace annulaire entre la tête et le bol. Le réglage de l'écartement en bas (le "réglage de serrage") détermine la taille maximale du produit final.

b. L'alimentation régulée

Contrairement au broyeur primaire, un gravillonneur ne tolère pas les blocs surdimensionnés. Il doit être alimenté avec un matériau dont la taille est déjà contrôlée, typiquement inférieur à 250 mm. Une alimentation régulière et homogène garantit un produit de qualité constante.

c. Le calibrage de précision

Le grand avantage de cette machine est sa capacité à produire des coupures granulométriques très précises. En ajustant la vitesse et le serrage, le technicien peut cibler la production d'un type de gravier spécifique, répondant aux normes exigées pour un béton armé à Lubumbashi ou une route nationale au Kwilu.

C. Synthèse de la chaîne de production

Sur un site de production, ces machines ne travaillent jamais seules. Elles forment une chaîne logique.

1. **Extraction :** La roche est abattue dans la carrière.
2. **Concassage primaire :** Le broyeur (à mâchoires ou giratoire) réduit les gros blocs.
3. **Concassage secondaire/tertiaire :** Le gravillonneur (à cône ou à percussion) affine la granulométrie et calibre les produits finis.
4. **Criblage :** Des cribles séparent les différentes tailles de gravillons et de sables pour le stockage et la vente.

SCÉNARIOS ET EXERCICES

L'anecdote du Contremaître Banza

Sur le chantier de la route reliant Kananga à Tshikapa, le contremaître Banza fait face à un problème. Le nouveau gravillonneur à percussion, fraîchement livré d'Europe, produit une quantité anormale de "fines", cette poussière de roche qui compromet la qualité du mélange pour la couche de fondation. Les ingénieurs du projet sont perplexes. Certains suggèrent de changer de fournisseur de roche. Mais Banza, un vétéran des chantiers du Kasaï, a une autre idée. Il a observé que la roche locale était plus friable que celle pour laquelle la machine était réglée en usine. Avec l'accord du chef de chantier, il réduit la vitesse de rotation des rotors de l'impacteur. Le résultat est immédiat : la production de fines diminue de 40% et la quantité de gravier 0/31.5, si précieux, augmente. Une simple connaissance pratique de la machine a sauvé le planning et le budget.

Exercice 1 : Calcul de productivité sur le chantier du port de Boma

Énoncé : Un broyeur à mâchoires a une capacité nominale de 120 tonnes par heure. Pour construire une nouvelle digue au port de Boma (Kongo Central), un volume total de 4 200 tonnes de roches pré-concassées est nécessaire. Le chantier travaille 8 heures par jour. Combien de jours de travail complets seront nécessaires pour produire ce volume ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Calculer la production journalière** La machine produit 120 tonnes par heure. Sur une journée de 8 heures, la production est :

$$120\,\text{t/h} \times 8\,\text{h/jour} = 960\,\text{tonnes/jour}$$

2. **Étape 2 : Calculer le nombre de jours requis** Le besoin total est de 4 200 tonnes. Le nombre de jours se calcule en divisant le besoin total par la production journalière :

$$\frac{4200\,\text{tonnes}}{960\,\text{tonnes/jour}} \approx 4.375\,\text{jours}$$

3. **Étape 3 : Conclure en jours complets** Puisqu'on ne peut pas travailler une fraction de journée pour la planification, il faudra 4 jours complets de travail et une partie du 5ème jour. La réponse est donc 5 jours pour achever la production.

Exercice 2 : Le choix de l'ingénieur Mutinga à Kisangani

Énoncé : L'ingénieur Mutinga supervise l'ouverture d'une carrière près de Kisangani (ancienne Province Orientale). Sa carrière fournit des blocs de basalte d'environ 1 mètre de diamètre. Son client principal, une entreprise de BTP, a un besoin urgent de 10 000 tonnes de gravier calibré 8/15 pour fabriquer des parpaings. Mutinga dispose de deux machines : un grand broyeur giratoire et un gravillonneur à percussion mobile. Quelle machine doit-il utiliser en premier, et pourquoi ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Analyser les matériaux de départ et le produit final** Matériau de départ : Blocs de basalte de 1 mètre (1000 mm). Produit final souhaité : Gravier calibré de 8 mm à 15 mm.
2. **Étape 2 : Définir le rôle de chaque machine**
   - Le broyeur giratoire est une machine de concassage primaire, conçue pour accepter de très gros blocs (comme ceux de 1000 mm) et les réduire à une taille intermédiaire (par exemple, 0-200 mm).
   - Le gravillonneur à percussion est une machine de concassage secondaire/tertiaire. Il ne peut pas accepter des blocs de 1 mètre. Sa fonction est de prendre un matériau déjà concassé pour le réduire en granulats fins et calibrés (comme le 8/15).
3. **Étape 3 : Établir la séquence logique** L'ingénieur Mutinga doit impérativement utiliser le broyeur giratoire en premier. Il servira à transformer les énormes blocs de basalte en un produit gérable. Ensuite, ce matériau pré-concassé sera introduit dans le gravillonneur à percussion pour produire le gravier 8/15 exigé par le client. Utiliser le gravillonneur en premier détruirait la machine.

1.3. Le Cribleur : La Clé de la Classification

a. Le secret du tamis de la mama

Lorsque l'on prépare un bon fufu de maïs à Mbuji-Mayi, la mama utilise un tamis pour séparer la farine la plus fine des particules grossières. Ce geste ancestral garantit une pâte lisse et sans grumeaux. La qualité du plat final dépend directement de cette étape de tri.

Sur un chantier de construction, le cribleur applique ce même principe à une échelle gigantesque. Il est le tamis industriel qui assure la classification des granulats. Sans lui, impossible de garantir la composition et la résistance futures du béton.

A. Principe de fonctionnement

Un cribleur est une machine destinée à trier des matériaux granulaires selon leur taille. Son fonctionnement repose sur la vibration et l'inclinaison. Les matériaux issus du concasseur sont déversés sur une ou plusieurs surfaces de tamisage superposées. Ces surfaces sont des grilles perforées (les tamis) avec des mailles de dimensions spécifiques.

Sous l'effet de vibrations intenses, les matériaux se déplacent sur le tamis.

- Les particules plus petites que les mailles passent à travers.
- Les particules plus grosses que les mailles continuent leur chemin sur la surface.

Généralement, un cribleur possède plusieurs étages. Le tamis supérieur a les plus grandes mailles et le tamis inférieur, les plus fines. Cette configuration permet de séparer les matériaux en plusieurs catégories granulométriques (par exemple, 0/4 mm, 4/16 mm, 16/32 mm) en une seule opération.

Figure 3 : Réf. IMG (2971-0500-0577)

Schéma d'un cribleur vibrant à plusieurs étages de tamisage

a. Le parcours du matériau brut

Les roches concassées, de tailles variées, sont introduites en haut de la machine. La pente du cribleur et la vibration les forcent à avancer et à se répartir sur toute la surface du premier tamis. Ce mouvement initial est crucial pour éviter les bourrages et assurer un tri efficace. Le matériau commence déjà à se séparer.

b. Les étages de tamisage

L'illustration montre trois étages. Le premier tamis (en haut) retient les plus gros éléments. Ce qui passe est ensuite trié par le deuxième tamis, aux mailles plus fines. Finalement, le dernier étage ne laisse passer que les particules les plus fines, comme le sable. Chaque étage isole une classe de granulats précise.

c. La collecte des granulats classifiés

Sous chaque étage de tamisage, un système de goulottes ou de convoyeurs récupère les matériaux triés. Chaque convoyeur transporte une taille de granulat spécifique vers un tas de stockage distinct. Le chantier dispose ainsi de stocks de matériaux parfaitement calibrés, prêts à être utilisés pour la fabrication du béton ou d'autres applications.

B. Paramètres essentiels et leur influence

La performance d'un cribleur dépend de réglages précis qui doivent être adaptés au matériau traité.

- **L'inclinaison (la pente) :** Une pente plus forte augmente la vitesse de passage des matériaux, donc le rendement. Cependant, une vitesse trop élevée peut empêcher les fines particules d'avoir le temps de passer à travers les mailles, réduisant la qualité du tri.
- **La fréquence des vibrations :** Une haute fréquence est efficace pour secouer et séparer les matériaux fins (sables).