TECHNOLOGIE PROFESSIONNELLE

Fabrication des éléments

2ème Année

Option

MAÇONNERIE

CONFORME AU PROGRAMME NATIONAL

EDITION 2025

TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

0.1. Note aux enseignants 1
- 0.1.1. Articulation Théorie-Pratique 1
- 0.1.2. Adaptation Pédagogique et Contextualisation 1
- 0.1.3. Préparation aux Évaluations Nationales 1

0.2. Objectifs généraux du cours 1
- 0.2.1. Maîtrise des savoirs technologiques fondamentaux 1
- 0.2.2. Développement des compétences procédurales complexes 2
- 0.2.3. Intégration des attitudes professionnelles 2

0.3. Profil de sortie de l'élève 2
- 0.3.1. Maîtrise des savoirs théoriques et technologiques 2
- 0.3.2. Acquisition des savoir-faire fondamentaux 2
- 0.3.3. Développement des compétences comportementales et professionnelles 3

0.4. Consignes de sécurité et hygiène 3
- 0.4.1. Finalité Pédagogique 3
- 0.4.2. Approche Méthodologique 3
- 0.4.3. Domaines de Vigilance Prioritaires 4

PARTIE 1. MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION ET OUTILLAGE **5**

a. La matière avant le geste 5

b. Le génie du lieu : adapter le matériau 5

c. L'outil, prolongement de l'intelligence 5

d. De la connaissance à la maîtrise 5

CHAPITRE 1. LES LIANTS ET LES AGRÉGATS **6**

1.1. Classification et propriétés des liants hydrauliques 6
- a. La magie de la poudre qui durcit avec l'eau 6
- A. Le principe d'hydraulicité 6

FIGURE 1 : RÉF. IMG (2832-4630-6933) **8**

Vue microscopique de l'hydratation du ciment Portland avec l'eau 8
- B. Les deux grandes familles 8

FIGURE 2 : RÉF. IMG (4890-9279-2255) **11**

Comparaison visuelle entre un mur en béton et un mur maçonné à la chaux 11

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- Le secret du barrage d'Inga....11

1.2. Les granulats et l'eau de gâchage : sélection et qualité....13

- a. Les apparences sont trompeuses....13
- A. Les granulats : squelette du mortier et du béton....13

FIGURE 3 : RÉF. IMG (9149-3587-1635)....15

Analyse de la propreté d'un sable par le test du bocal....15

- B. L'eau de gâchage : l'activateur chimique....15

1.3. Stockage et conservation des matériaux sur chantier....18

- a. L'art de ne rien perdre....18
- A. Le Ciment : Protéger le cœur du béton....18
- B. Les Agrégats : Garantir la propreté....19
- C. Les Aciers : Combattre la corrosion....20

CHAPITRE 2. L'OUTILLAGE DU MAÇON ET ÉQUIPEMENTS....23

2.1. Outillage manuel, de mesure et de traçage....23

- a. L'indispensable prolongement de la main....23
- A. L'outillage à main (pour frapper et maçonner)....23

FIGURE 4 : RÉF. IMG (0215-2575-9403)....25

Les outils manuels essentiels du maçon pour monter un mur....25

- B. L'outillage de mesure et de contrôle....25

FIGURE 5 : RÉF. IMG (9940-9906-6134)....28

Les instruments de précision garantissant la verticalité et l'horizontalité d....28

- C. L'outillage de traçage....28
- Scénarios et Exercices....29

2.2. Le matériel de fabrication et de moulage....30

- a. L'art de la multiplication....30
- A. Le matériel de gâchage : la naissance du mortier et du béton....30
- B. Le matériel de moulage et de compactage....31

FIGURE 6 : RÉF. IMG (2474-8667-7742)....33

Les différents types de moules pour la fabrication des agglomérés....33

- Anecdote pratique : Le secret des pavés de Papa Lufundu....33

2.3. Maintenance et entretien du matériel....35

- a. L'outil, un partenaire de travail....35
- A. Les trois piliers de la maintenance....35

FIGURE 7 : RÉF. IMG (7264-6013-0633)....37

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Outils de maçonnerie propres et bien rangés après utilisation.....37
- B. L'organisation du rangement.....37

CHAPITRE 3. ORGANISATION DU POSTE DE TRAVAIL.....41

3.1. Ergonomie et gestes professionnels.....41
- a. L'outil le plus précieux : votre corps.....41
- A. L'Ergonomie : Définition et Objectifs.....41
- B. Les Gestes Fondamentaux et la Posture.....41

FIGURE 8 : RÉF. IMG (1610-1225-1633).....43

Postures de levage de charges : la bonne et la mauvaise méthode.....43
- C. Les Troubles Musculo-Squelettiques (TMS).....43

FIGURE 9 : RÉF. IMG (4146-8706-5822).....45

Organisation d'un poste de travail ergonomique pour le montage de mur.....45
- Anecdote du chantier : Papa Mbuyi et le jeune Fiston.....45

3.2. Approvisionnement et flux des matériaux.....47
- a. La logique du chantier efficace.....47
- A. La logique du stockage et de l'approvisionnement.....47

FIGURE 10 : RÉF. IMG (3951-0818-1468).....50

Schéma des trois zones de stockage sur un chantier de maçonnerie.....50
- B. L'optimisation des flux sur le chantier.....50

FIGURE 11 : RÉF. IMG (2912-9977-1771).....53

Comparaison entre un flux de matériaux optimisé et un flux chaotique.....53
- C. Scénarios et Exercices.....53

3.3. Sécurité, gestion des déchets et propreté du chantier.....55
- a. L'ordre et la sécurité, deux piliers du chantier.....55
- A. La Sécurité : Les Équipements de Protection Individuelle (EPI).....55

FIGURE 12 : RÉF. IMG (0631-9790-0914).....58

Le maçon professionnel et ses équipements de protection individuelle.....58
- B. La Gestion des Déchets : Un Chantier Propre.....58

FIGURE 13 : RÉF. IMG (9360-7646-3515).....61

Zone de tri des déchets sur un chantier de construction moderne.....61
- Scénarios et Exercices.....61
- Une anecdote de chantier à Kisangani.....61

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

PARTIE 2. TECHNOLOGIE DE FABRICATION ET DE DOSAGE.....64

a. La science de la recette.....64

b. Les ingrédients du pouvoir.....64

c. L'action du mélange.....64

d. La sanction du dosage.....64

CHAPITRE 4. TECHNOLOGIE DES MORTIERS.....65

4.1. Rôles et types de mortiers.....65

- a. Le secret du liant.....65
- A. Les rôles fondamentaux du mortier.....65

FIGURE 14 : RÉF. IMG (3385-6415-4575).....67

Les quatre fonctions principales du mortier sur un chantier de construction.....67

- B. Les grandes familles de mortiers.....67

FIGURE 15 : RÉF. IMG (4281-8684-4536).....70

Comparaison visuelle des trois grandes familles de mortiers de construction.....70

- C. Scénarios et exercices.....70

4.2. Étude des dosages et mélanges.....72

- a. L'œil du maçon expérimenté.....72
- A. La règle du dosage volumétrique.....72

FIGURE 16 : RÉF. IMG (8949-7744-2184).....74

Maçon préparant un dosage volumétrique sur un chantier.....74

- B. Le rapport Eau/Ciment (E/C).....74

FIGURE 17 : RÉF. IMG (7601-1757-2314).....77

Consistance idéale d'un mortier après gâchage.....77

- De la théorie à la pratique : La sagesse du chantier.....77

4.3. Malaxage manuel et mécanique.....79

- a. L'art de l'homogénéité.....79
- A. Le Malaxage Manuel : La méthode de la sueur.....79

FIGURE 18 : RÉF. IMG (7486-2083-9288).....82

Les étapes clés du malaxage manuel pour un mortier homogène.....82

- B. Le Malaxage Mécanique : La méthode de la machine.....82

4.4. Adjuvants et hydrofuges.....84

- a. La cuisine du maçon moderne.....84
- A. Les adjuvants : la chimie au service du chantier.....84

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 19 : RÉF. IMG (2323-3058-6984) **87**

Sacs et bidons de différents adjuvants sur une palette de chantier 87

- B. Les hydrofuges : le bouclier contre l'eau 87

FIGURE 20 : RÉF. IMG (2208-4670-0437) **90**

Mur en parpaings à moitié traité avec un hydrofuge de surface 90

- C. Scénarios et exercices 90

CHAPITRE 5. FABRICATION DES AGGLOMÉRÉS DE CIMENT **93**

5.1. Caractéristiques des blocs creux et pleins 93

- a. L'évolution de la brique 93
- A. Les Blocs Creux (ou Parpaings) 93

FIGURE 21 : RÉF. IMG (8850-7957-6804) **95**

Schéma technique d'un bloc creux standard avec ses dimensions 95

- B. Les Blocs Pleins 95

FIGURE 22 : RÉF. IMG (5260-4642-4173) **97**

Comparaison visuelle entre un bloc plein et un bloc creux 97

- C. Critères de Qualité et de Choix 97
- SCÉNARIOS ET EXERCICES 98

5.2. Du moulage à la cure : étapes de fabrication des blocs 99

- a. L'importance des gestes techniques 99
- A. Le Moulage : Donner la forme 99

FIGURE 23 : RÉF. IMG (8979-0037-2378) **102**

Processus de remplissage et de vibration d'un moule à parpaings 102

- B. Le Démoulage : La naissance du bloc 102
- C. La Cure : L'étape de durcissement 103

FIGURE 24 : RÉF. IMG (8771-5600-7219) **105**

Blocs de ciment en phase de cure par arrosage régulier 105

- Scénarios et Exercices 105
- Une leçon apprise à la dure à Mbuji-Mayi 105

5.3. Contrôle de qualité et stockage 107

- a. La sagesse du bâtisseur 107
- A. Le contrôle de la qualité sur le chantier 107

FIGURE 25 : RÉF. IMG (4081-5593-3641) **109**

Inspection visuelle et sonore d'un parpaing sur un chantier congolais 109

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- B. Les règles d'un bon stockage.....109

CHAPITRE 6. FABRICATION DES BRIQUES DE TERRE.....112

6.1. Identification et préparation des terres.....112
- a. Une terre, mais pas n'importe laquelle.....112
- A. Les trois tests simples pour identifier la bonne terre.....112

FIGURE 26 : RÉF. IMG (1560-2443-2042).....113

Trois tests de terrain pour évaluer la qualité d'une terre.....113
- B. Les étapes de la préparation de la terre.....113

FIGURE 27 : RÉF. IMG (3933-8663-3877).....116

Le cycle de préparation de la terre avant le moulage des briques.....116
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....116

6.2. Techniques de briques de terre : cuites (BTC) et crues (adobes).....118
- a. Le matériau le plus ancien du monde.....118
- A. La Brique de Terre Crue (Adobe) : La Sagesse des Ancêtres.....118

FIGURE 28 : RÉF. IMG (4107-7950-5914).....120

Fabrication artisanale de briques d'adobe dans un village du Kongo Central.....120
- B. La Brique de Terre Cuite (BTC) : La Force du Feu.....120

FIGURE 29 : RÉF. IMG (5709-7074-6501).....123

Four traditionnel pour la cuisson des briques dans la Province Orientale.....123
- Une anecdote de chantier.....123

6.3. Briques de terre compressée et stabilisée (BTS).....125
- a. La force cachée de la terre.....125
- A. Définition et principe.....125

FIGURE 30 : RÉF. IMG (4745-5779-7123).....127

La presse manuelle pour fabriquer des briques de terre compressée.....127
- B. Les stabilisants et leurs rôles.....127
- C. Le dosage : la règle d'or.....128

FIGURE 31 : RÉF. IMG (1879-6102-6132).....130

Comparaison visuelle entre une bonne et une mauvaise brique BTS.....130
- Une histoire de chantier à Mbandaka.....130

PARTIE 3. MISE EN ŒUVRE ET TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE.....133

Du plan au terrain.....133

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Le mortier, l'âme de l'assemblage.....133
La pose, un jeu de précision.....133
Les joints, la signature du maçon.....133

CHAPITRE 7. IMPLANTATION ET FONDATIONS SUPERFICIELLES.....134

7.1. Lecture de plan et implantation.....134
- a. L'œil du géomètre et la main du maçon.....134
- A. Du plan papier au terrain réel.....134

FIGURE 32 : RÉF. IMG (1894-0720-4484).....136

Lecture des cotes et des axes sur un plan de fondation.....136
- B. La méthode du 3-4-5 pour un angle parfait.....136

FIGURE 33 : RÉF. IMG (5888-7866-6221).....139

Mise en pratique de l'équerre de maçon avec la méthode 3-4-5.....139
- C. Scénarios et Exercices.....139

7.2. Fouilles et préparation du fond de fouille.....141
- a. Le secret sous nos pieds.....141
- A. Les types de fouilles et leur fonction.....142
- B. La préparation du fond de fouille.....142

7.3. Semelles filantes et béton cyclopéen.....144
- a. Le secret des fondations continues.....144
- A. La semelle filante : le rail du bâtiment.....144

FIGURE 34 : RÉF. IMG (4717-6930-7698).....146

Coupe schématique d'une semelle filante en béton armé sous un mur.....146
- B. Le béton cyclopéen : la force des gros moellons.....146

7.4. Maçonnerie de soubassement.....149
- a. La partie immergée de l'iceberg.....149
- A. Rôle et fonctions techniques.....149
- B. Matériaux et mise en œuvre.....149

CHAPITRE 8. ÉLÉVATION DES MURS.....153

8.1. Principes de l'appareillage.....153
- a. La grammaire du maçon.....153
- A. Définition et Rôles.....153

FIGURE 35 : RÉF. IMG (5819-6533-7988).....155

Comparaison d'un appareillage correct et d'un mur avec joints superposés.....155

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- B. Les Deux Commandements de l'Appareillage.....155

FIGURE 36 : RÉF. IMG (9503-7483-0735).....157

Orientation des briques en panneresse et en boutisse dans un mur.....157

- C. SCÉNARIOS ET EXERCICES.....157

8.2. Technique de pose et alignement.....159

- a. Le secret d'un mur qui ne tombe pas.....159
- A. Le montage des agglos d'angle.....159
- B. Le rôle crucial du cordeau.....159

FIGURE 37 : RÉF. IMG (4367-7777-8035).....161

Outils fondamentaux pour l'alignement du maçon.....161

- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....161

8.3. Réservation des baies et ouvertures.....163

- a. La place du vide.....163
- A. Les composants d'une réservation.....163

FIGURE 38 : RÉF. IMG (3954-9386-9058).....165

Anatomie d'une baie : jambages, linteau et appui de fenêtre.....165

- B. Dimensions et tolérances.....165

FIGURE 39 : RÉF. IMG (0933-8216-7214).....168

Technique de pose d'un linteau préfabriqué sur des jambages.....168

- Scénarios et Exercices.....168

8.4. Chaînages et raidisseurs.....170

- a. Le squelette du bâtiment.....170
- A. Définition et Fonctions.....170

FIGURE 40 : RÉF. IMG (5739-9031-2860).....172

Vue en coupe d'un mur montrant les différents chaînages horizontaux.....172

- B. Mise en œuvre et Points de Vigilance.....172

CHAPITRE 9. FINITIONS ET OUVRAGES PARTICULIERS.....176

9.1. Finitions de surface : jointoiement et enduits.....176

- a. L'art de la finition.....176
- A. Le Jointoiement : Soigner les liaisons.....176
- B. L'Enduit : Créer une nouvelle peau.....177

FIGURE 41 : RÉF. IMG (7976-5773-5978).....178

Les trois couches successives d'un enduit traditionnel sur un mur.....178

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- L'astuce de Papa Kabasele à Mbuji-Mayi.....178

9.2. Seuils, appuis et chaperons.....180
- a. Les finitions qui protègent.....180
- A. Le seuil de porte : la base de l'accueil.....180
- B. L'appui de fenêtre : le bouclier de la façade.....180

FIGURE 42 : RÉF. IMG (1614-7234-7045).....182

Coupe technique d'un appui de fenêtre en béton et ses composants.....182
- C. Le chaperon : le chapeau du mur.....182

9.3. Calcul des matériaux (Métré élémentaire).....184
- a. L'art de la prévision.....184
- A. Le calcul des surfaces et des volumes.....185

FIGURE 43 : RÉF. IMG (7600-2094-3284).....186

Schéma d'un mur simple avec ses dimensions et une ouverture.....186
- B. Le dosage du mortier.....186

FIGURE 44 : RÉF. IMG (1445-6458-0878).....189

Composition visuelle d'un mètre cube de mortier de ciment.....189
- C. Le calcul des briques ou des blocs.....189

Annexe 1 : Tableaux de dosage usuels.....191
- A. Définitions des Composants de Base.....191
- B. Principes du Dosage.....192
- C. Dosages usuels pour Mortiers.....193
- D. Dosages usuels pour Bétons.....194

Annexe 2 : Lexique technique Maçonnerie.....195
- A. Liants, Agrégats et Eau de Gâchage.....195
- B. Mortiers et Bétons.....196
- C. Éléments de Maçonnerie et Appareillage.....197

Annexe 3 : Fiche de contrôle qualité des blocs.....198
- A. Objectifs et Fréquence du Contrôle.....198
- B. Critères de Contrôle Détaillés.....199
- C. Classification et Décisions.....200

Annexe 4 : Schémas des appareillages complexes.....201
- A. Appareils Décoratifs et de Parement.....201
- B. Appareils pour Structures Cintrées (Arcs et Voûtes).....203
- C. Appareils pour Piliers et Murs Complexes.....204

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

PRÉLIMINAIRES

0.1. Note aux enseignants

0.1.1. Articulation Théorie-Pratique

La technologie de la maçonnerie est une science appliquée. Chaque concept théorique présenté ici trouve son application directe sur le chantier. L'enseignement doit donc systématiser le passage du savoir (la norme, le calcul) au savoir-faire (le geste technique). Ce manuel est un outil de support pour cette articulation fondamentale, transformant la connaissance abstraite en compétence observable et mesurable.

0.1.2. Adaptation Pédagogique et Contextualisation

Votre expérience du terrain est un complément indispensable. Les exemples nationaux, des chantiers de Mbandaka aux constructions de Lubumbashi, enrichissent la portée de chaque leçon. Il vous appartient d'adapter les études de cas aux matériaux et aux spécificités locales (sols, climats). La finalité demeure la formation de professionnels compétents, capables de répondre aux défis de la construction sur toute l'étendue de la République Démocratique du Congo.

0.1.3. Préparation aux Évaluations Nationales

Finalement, la structure des chapitres et la typologie des exercices sont alignées sur les exigences du TENASOSP et de l'Examen d'État. L'accent est mis sur le raisonnement technique et la résolution de problèmes concrets. Une maîtrise des notions présentées garantit une préparation solide et ciblée aux épreuves certificatives, validant ainsi les compétences acquises au terme du cycle.

0.2. Objectifs généraux du cours

0.2.1. Maîtrise des savoirs technologiques fondamentaux

La finalité est de dépasser la simple exécution gestuelle acquise en première année. L'apprenant doit être capable d'analyser les propriétés physiques et chimiques des matériaux de construction (ciments, granulats, adjuvants). Une maîtrise approfondie de la lecture de plans complexes, incluant les détails de

ferraillage et les coupes techniques, est visée. L'initiation aux principes de la résistance des matériaux permet de justifier les choix constructifs et de comprendre les contraintes structurelles.

0.2.2. Développement des compétences procédurales complexes

Au-delà des techniques de base, ce programme vise l'acquisition de gestes professionnels spécifiques. Il s'agit de la mise en œuvre d'ouvrages spécialisés tels que les voûtes, les arcs, les coffrages complexes ou les murs de soutènement. La précision d'exécution, la gestion des tolérances et l'utilisation rationnelle des équipements de chantier sont des compétences évaluées. L'autonomie dans la réalisation d'une séquence de travail complète, du traçage à la finition, est un indicateur clé de réussite.

0.2.3. Intégration des attitudes professionnelles

La formation professionnelle intègre une dimension comportementale essentielle. L'apprenant doit systématiquement appliquer les normes de sécurité individuelles et collectives sur un chantier. Le développement de l'esprit d'analyse face à un imprévu technique et la capacité à proposer des solutions pertinentes sont cultivés. Enfin, la notion de contrôle qualité, d'auto-évaluation et de respect des délais contractuels prépare l'élève à ses futures responsabilités.

0.3. Profil de sortie de l'élève

0.3.1. Maîtrise des savoirs théoriques et technologiques

Au terme de cette année de formation, l'élève possède une connaissance consolidée des matériaux de construction. Il différencie les types de liants, d'agrégats et leurs domaines d'emploi respectifs. La lecture et l'interprétation de plans simples, de coupes et de devis quantitatifs sont acquises. L'élève maîtrise également les principes fondamentaux de la technologie des ouvrages (fondations, murs, enduits) et les normes de sécurité individuelles et collectives sur un chantier.

0.3.2. Acquisition des savoir-faire fondamentaux

Sur le plan pratique, l'élève exécute de manière autonome les gestes techniques de base de la maçonnerie. Il réalise des mortiers et des bétons simples aux dosages corrects. L'apprenant est capable de monter un mur simple en briques ou en parpaings, en respectant l'aplomb, le niveau et

l'alignement. Il met en œuvre des enduits de dressage et de finition sur des surfaces préparées. La manipulation correcte et l'entretien de l'outillage courant font partie de ses compétences validées.

0.3.3. Développement des compétences comportementales et professionnelles

Le profil de sortie intègre un ensemble de savoir-être indispensables à l'insertion professionnelle. L'élève fait preuve de rigueur et de soin dans l'exécution de ses tâches. Il développe une autonomie supervisée pour des opérations non complexes. Son aptitude à travailler en équipe, à recevoir des consignes et à communiquer efficacement est affirmée. Une conscience permanente des risques et l'application systématique des mesures de prévention caractérisent son comportement sur le chantier.

0.4. Consignes de sécurité et hygiène

0.4.1. Finalité Pédagogique

L'enseignement des consignes de sécurité dépasse la simple énumération de règles. Son objectif est l'ancrage d'une culture de la prévention chez l'apprenant. Il s'agit de transformer la contrainte réglementaire en un réflexe professionnel systématique. La sécurité devient ainsi une composante intégrale de la compétence technique, non un ajout facultatif. La finalité est de former des artisans conscients, capables d'analyser les risques inhérents à leur environnement de travail et d'appliquer les mesures correctives de manière autonome.

0.4.2. Approche Méthodologique

L'approche préconisée est l'intégration systématique et contextuelle. Chaque apprentissage d'un geste technique ou d'une phase de construction (ex: montage d'un mur, préparation du béton) doit impérativement s'accompagner du volet sécuritaire correspondant. Cette méthode assure une association cognitive durable entre la tâche et les précautions requises, rendant l'application des consignes plus naturelle sur le chantier. La démonstration par l'exemple, suivie d'une pratique supervisée, constitue le vecteur pédagogique le plus efficace.

0.4.3. Domaines de Vigilance Prioritaires

La transmission des savoirs sécuritaires s'articule autour de trois axes principaux, à aborder de manière distincte puis transversale. - **La prévention des risques physiques :** chutes de hauteur, chutes d'objets, coupures, troubles musculo-squelettiques liés au port de charges. - **La gestion des risques chimiques et biologiques :** exposition aux poussières de ciment (silice), dermatoses, brûlures chimiques. - **L'utilisation conforme des Équipements de Protection Individuelle (EPI) et Collective (EPC) :** casques, gants, chaussures de sécurité, harnais, échafaudages conformes, garde-corps.

Partie 1. MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION ET OUTILLAGE

a. La matière avant le geste

Fondamentalement, toute construction commence par le choix d'un matériau. La brique, la pierre ou le moellon ne sont pas de simples objets. Ils sont la substance même du mur, la promesse de sa solidité. Un bon maçon est d'abord un connaisseur de la matière. La qualité de son travail dépend directement de la qualité de ce qu'il assemble, bien avant le premier coup de truelle.

b. Le génie du lieu : adapter le matériau

D'une province à l'autre, les ressources changent. Le sol argileux de l'Équateur offre des briques cuites robustes, idéales contre l'humidité. Dans le Kwilu, les carrières fournissent des moellons résistants. Un maçon intelligent observe son environnement. Il utilise les matériaux locaux pour des raisons économiques, mais aussi pour garantir une construction adaptée au climat et au terrain spécifique de la région.

c. L'outil, prolongement de l'intelligence

Sans l'outil adéquat, la meilleure des briques reste inerte. La truelle, le niveau à bulle ou le fil à plomb sont les prolongements de la main et de l'œil du maçon. Chaque outil possède une fonction précise, un rôle irremplaçable dans la quête de la ligne droite et de l'angle parfait. La maîtrise de l'outillage transforme une simple intention en un ouvrage concret et durable.

d. De la connaissance à la maîtrise

La connaissance des matériaux et des outils n'est pas une simple mémorisation de noms. Elle consiste à comprendre leur comportement, à anticiper leurs réactions. Savoir doser un mortier, reconnaître une pierre friable, entretenir son fil à plomb sont des savoir-faire essentiels. Cette expertise technique distingue le professionnel de l'amateur et garantit la sécurité et la longévité de chaque mur édifié.

Chapitre 1. Les Liants et les Agrégats

1.1. Classification et propriétés des liants hydrauliques

a. La magie de la poudre qui durcit avec l'eau

Pendant des siècles, les Romains ont bâti des ouvrages d'art d'une solidité légendaire, comme le Pont du Gard ou le Colisée. Leur secret reposait sur un mélange de chaux et de cendres volcaniques, la pouzzolane. Cette poudre, une fois en contact avec l'eau, formait une véritable roche artificielle capable de résister au temps.

Ce phénomène est le fondement des liants hydrauliques. Il s'agit de poudres minérales finement broyées. Lorsqu'elles sont mélangées à de l'eau, elles forment une pâte qui durcit. Ce durcissement se produit aussi bien à l'air libre que sous l'eau.

A. Le principe d'hydraulicité

Un liant hydraulique est une matière qui déclenche une réaction chimique au contact de l'eau. Cette réaction, l'hydratation, transforme la pâte molle en un solide rigide et stable. Le processus de durcissement initial se nomme "la prise". Le durcissement complet, qui peut prendre des semaines, se nomme "le durcissement".

La principale caractéristique de ces liants est leur capacité à durcir sans contact avec l'air. Un bloc de mortier de ciment immergé dans une bassine d'eau à Matadi continuera de durcir. C'est cette propriété qui les rend indispensables pour les fondations, les barrages ou les piliers de ponts.

Figure 1 : Réf. IMG (2832-4630-6933)

Vue microscopique de l'hydratation du ciment Portland avec l'eau

a Les grains de ciment



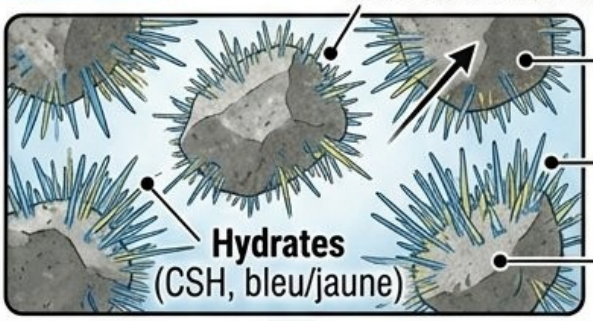
A. Grains de Ciment dispersés dans l'eau



b La formation des hydrates



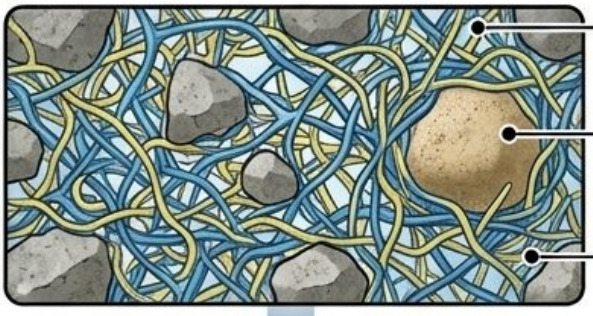
B. Apparition des Hydrates (CSH)



c Le réseau cristallin

C. Réseau Cristallin dense & enchevêtré





d La solidité finale



D. Pierre artificielle : Cohésion & Résistance

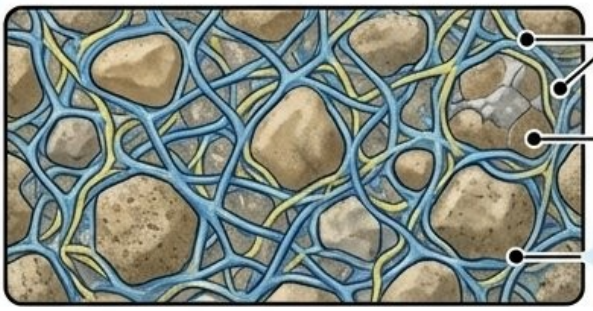


Figure 1 : Réf. IMG (2832-4630-6933)

Vue microscopique de l'hydratation du ciment Portland avec l'eau.

a. Les grains de ciment

L'image montre des grains de ciment (en gris) dispersés dans l'eau. Au contact du liquide, leur surface commence immédiatement à réagir. C'est le début du processus chimique. Chaque grain est une micro-usine prête à produire de la "colle" solide.

b. La formation des hydrates

De fines aiguilles cristallines, les hydrates (CSH), se développent à la surface des grains. Ces cristaux grandissent, s'allongent et commencent à s'entremêler dans l'espace disponible entre les grains. Ils agissent comme des millions de petits crochets qui vont lier la structure de l'intérieur.

c. Le réseau cristallin

Progressivement, les hydrates forment un maillage dense et enchevêtré. Ce réseau emprisonne les grains de sable et de gravier (les agrégats) qui se trouvent dans le mortier ou le béton. La pâte perd sa fluidité et devient un bloc rigide. C'est la "prise".

d. La solidité finale

Le processus se poursuit, comblant les vides restants. La structure devient de plus en plus compacte et résistante. Le matériau final est une pierre artificielle dont la cohésion est assurée par ce squelette d'hydrates.

B. Les deux grandes familles

Les liants hydrauliques utilisés en maçonnerie se divisent principalement en deux catégories.

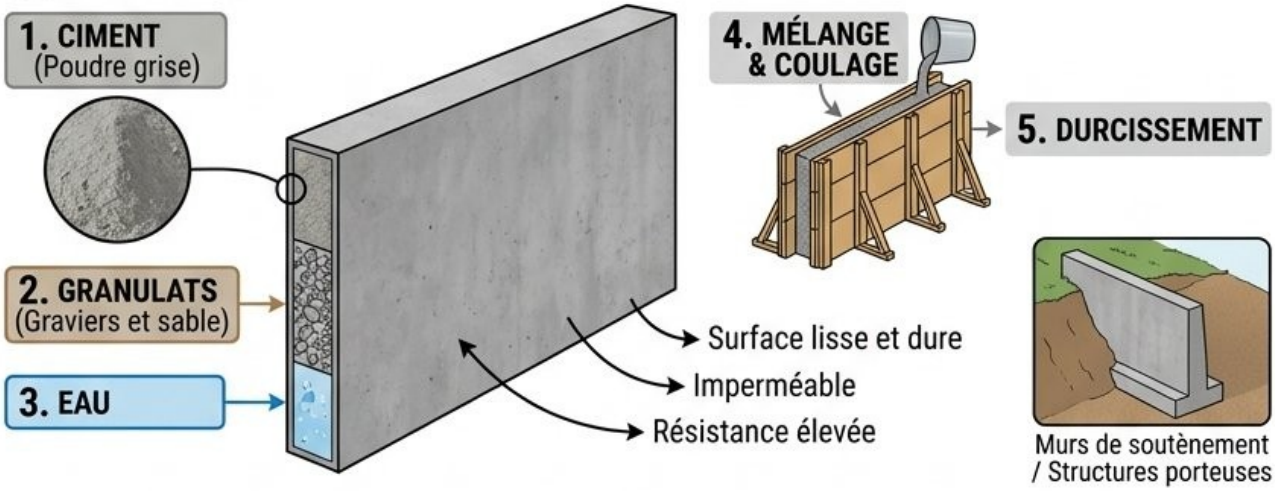
- **Les ciments :** Le plus connu est le Ciment Portland Artificiel (CPA). Obtenu par la cuisson à très haute température (clinkérisation) d'un mélange de calcaire et d'argile, il offre une très grande résistance mécanique. Il est le liant de base du béton armé.
- **Les chaux hydrauliques :** La Chaux Hydraulique Naturelle (NHL) est obtenue par la cuisson de calcaires contenant naturellement de

l'argile. Moins résistante que le ciment, elle est plus souple et perméable à la vapeur d'eau. Elle est appréciée pour les enduits et la maçonnerie de bâtiments anciens.

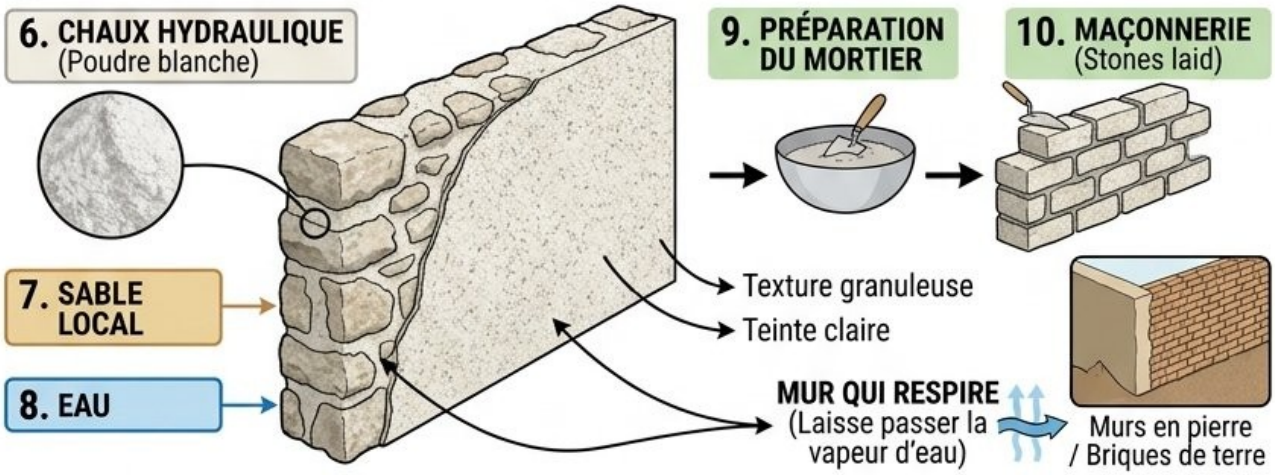
MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Figure 2 : Réf. IMG (4890-9279-2255)
Comparaison visuelle entre un mur en béton et un mur maçonné à la chaux

(a) LE MUR EN BÉTON DE CIMENT



(b) LE MUR MAÇONNÉ À LA CHAUX



(c) UN CHOIX STRATÉGIQUE



A. FONDATIONS IMMEUBLE (Lubumbashi)

B. RESTAURATION BÂTI ANCIEN (Mbanza-Ngungu)

(d) LA COMPATIBILITÉ DES MATÉRIAUX

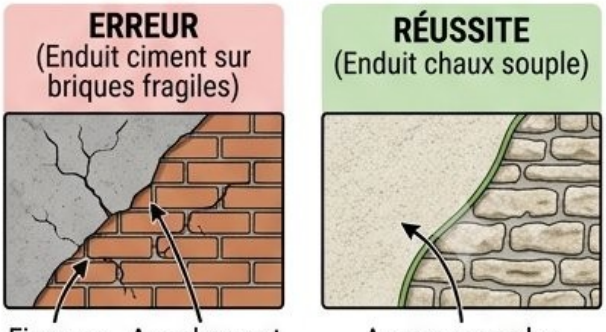


Figure 2 : Réf. IMG (4890-9279-2255)

Comparaison visuelle entre un mur en béton et un mur maçonné à la chaux.

a. Le mur en béton de ciment

Ici, on observe un mur lisse, gris et uniforme. Sa surface est dure, imperméable et froide au toucher. Le ciment donne une résistance élevée, idéale pour les murs de soutènement ou les structures porteuses qui subissent de fortes charges.

b. Le mur maçonné à la chaux

Ce mur présente une texture plus granuleuse et une teinte plus claire, presque blanche. La chaux hydraulique crée un mortier qui "respire", c'est-à-dire qui laisse passer la vapeur d'eau. Cela évite les problèmes d'humidité dans les murs en pierre ou en brique de terre.

c. Un choix stratégique

Le maçon ne choisit pas son liant au hasard. Pour les fondations d'un immeuble à Lubumbashi, le ciment est non négociable. Pour restaurer un vieux mur en pierre à Mbanza-Ngungu, la chaux hydraulique sera privilégiée pour respecter le comportement du bâti ancien.

d. La compatibilité des matériaux

Utiliser un enduit ciment très rigide sur un mur en briques de terre fragiles est une erreur. Le ciment, trop fort, fissurera et arrachera le support. La chaux, plus souple, accompagnera les mouvements du mur sans l'abîmer.

Le secret du barrage d'Inga

Le gigantesque barrage d'Inga, sur le fleuve Congo, retient une force colossale grâce à des millions de mètres cubes de béton. Au cœur de cette prouesse se trouve un principe simple : l'hydratation du ciment. Lors de la construction, des milliers de tonnes de ciment ont été gâchées avec de l'eau et des agrégats du fleuve. La réaction chimique qui a suivi a dégagé une chaleur intense, au point que les ingénieurs devaient refroidir le béton pour éviter les fissures. Cette transformation de poudre en roche artificielle, se déroulant au fond de

coffrages immenses, a créé une barrière monolithique capable de résister à la pression de l'un des plus puissants fleuves du monde. Le barrage est la preuve à grande échelle de la "magie" d'un liant hydraulique.

Exercice 1 : Le dilemme de Maman Hélène à Mbandaka

Énoncé : Maman Hélène veut construire un petit mur de 50 cm de haut pour protéger son potager des inondations régulières à Mbandaka, dans la province de l'Équateur. Son maçon hésite entre un mortier à base de ciment et un mortier à base de chaux hydraulique. Quel liant est le plus adapté et pourquoi ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Analyser le besoin principal** Le mur doit résister à l'eau de manière répétée et à la pression qu'elle exerce. Le critère principal est donc la résistance à l'eau et la solidité mécanique.
2. **Étape 2 : Comparer les propriétés des liants** Le ciment offre une excellente résistance à l'eau et une forte solidité. Un mortier de ciment devient très dur et quasi imperméable. La chaux hydraulique résiste aussi à l'eau, mais elle est moins résistante mécaniquement et reste plus perméable.
3. **Étape 3 : Proposer la solution technique** Le ciment est le liant le plus adapté. Sa haute résistance et son comportement face à l'eau en font le choix idéal pour un ouvrage de protection contre les inondations, même de petite taille. La chaux serait trop fragile.

Exercice 2 : La livraison de Papa Bondo à Kananga

Énoncé : Papa Bondo, transporteur au Kasaï-Central, doit livrer 50 sacs de ciment sur un chantier à Kananga. Une forte pluie s'annonce, et la bâche de son camion est légèrement trouée. Quel est le risque majeur pour sa cargaison si les sacs de ciment sont mouillés ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier le composant activateur** Le ciment est un liant hydraulique. L'élément qui déclenche sa transformation est l'eau. La pluie représente donc le danger direct.
2. **Étape 2 : Décrire la réaction chimique inattendue** Si l'eau de pluie s'infiltre dans les sacs en papier, elle va se mélanger à la poudre de ciment. Le processus d'hydratation va commencer immédiatement, à l'intérieur même des sacs.

3. **Étape 3 : Expliquer la conséquence finale** Le ciment va faire sa "prise". Il va durcir et former des blocs compacts et solides à l'intérieur des sacs. La cargaison deviendra totalement inutilisable pour le maçon. Papa Bondo livrera des "pierres" de ciment au lieu de poudre, et sa marchandise sera perdue.

1.2. Les granulats et l'eau de gâchage : sélection et qualité

a. Les apparences sont trompeuses

Même si le sable des rivières et l'eau de pluie semblent abondants et gratuits, leur utilisation en maçonnerie demande une sélection rigoureuse. Un maçon de Bukavu ne peut pas traiter le sable du lac Kivu de la même manière que celui extrait d'une carrière sèche dans le Haut-Katanga. Chaque matériau possède des caractéristiques cachées.

La solidité d'un mur ou d'une dalle dépend directement de la qualité de ces deux composants souvent sous-estimés. Un mauvais choix de sable ou une eau polluée peuvent ruiner le meilleur des ciments et compromettre toute une construction. La vigilance est donc la première compétence du maçon.

A. Les granulats : squelette du mortier et du béton

Les granulats sont des fragments de roche, inertes, de petite taille. Ils forment l'ossature, le "squelette" du béton ou du mortier. Le ciment sert de colle pour lier ces éléments entre eux. On distingue principalement le sable (grains fins) et le gravier (grains plus gros).

Leur premier rôle est économique. Ils occupent un grand volume et coûtent bien moins cher que le ciment. Leur deuxième rôle est technique. Un bon assortiment de granulats de différentes tailles (granularité) limite les vides. Moins il y a de vides, moins on utilise de pâte de ciment, et plus le béton final est dense et résistant.

La propreté est le critère non négociable. Un granulat doit être exempt d'argile, de terre, de feuilles ou d'autres impuretés. Ces éléments empêchent le ciment de bien adhérer aux grains et affaiblissent la structure. Un lavage à grande eau est souvent nécessaire, surtout pour les sables de rivière.

Figure 3 : Réf. IMG (9149-3587-1635)

Analyse de la propreté du sable et qualité de l'eau pour le béton

A. Test de propreté du sable par le test du bocal



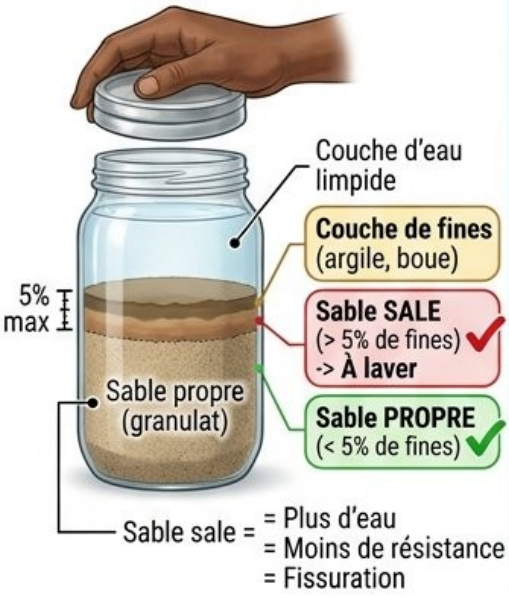
1 Préparation du bocal



2 Agitation vigoureuse
(un 1 minute)



3 Interprétation des résultats
Avtèr sleviens heures



B. L'eau de gâchage : l'activateur chimique

1 Analyse visuelle



LIMPIDE
(EAU DE FORAGE)
Apte pour le béton

TROUBLE, VERDÂTRE
(MARIGOT)
Matières organiques, Impuretés

2 Les risques invisibles

SULFATES
Gonflement

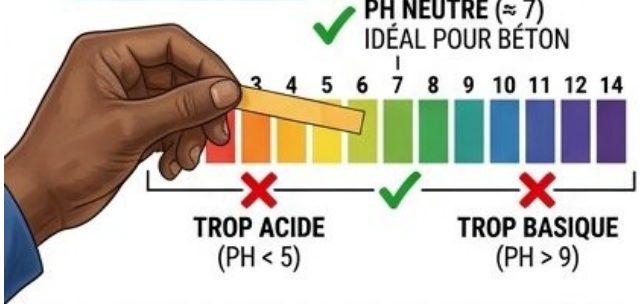


CHLORURES
Eau de mer



MATIÈRES ORGANIQUES
Retard de prise
Acides

3 Le test du pH



4 La Règle d'Or



Figure 3 : Réf. IMG (9149-3587-1635)

Analyse de la propreté d'un sable par le test du bocal

a. Principe du test

Ce test simple permet d'évaluer la quantité de particules fines (argile, limon) dans un échantillon de sable. Il consiste à secouer vigoureusement un mélange de sable et d'eau dans un bocal transparent, puis à laisser les matériaux se déposer par couches.

b. Préparation du bocal

On remplit un bocal en verre aux deux tiers avec l'échantillon de sable à tester. Ensuite, on ajoute de l'eau claire jusqu'à remplir presque totalement le bocal, en laissant un petit espace d'air pour permettre l'agitation. Une pincée de sel peut accélérer la décantation.

c. Interprétation des résultats

Après plusieurs heures, les couches se forment. Au fond, le sable propre. Juste au-dessus, une couche de fines (argile, boue). Si cette couche dépasse 5% de la hauteur totale du sable, le granulat est considéré comme sale et doit être lavé avant utilisation.

d. Conséquences d'un sable sale

Un sable contenant trop d'argile demandera plus d'eau de gâchage. Cet excès d'eau s'évaporera en créant des pores, ce qui réduira la résistance finale du béton et augmentera le risque de fissuration. L'adhérence entre le ciment et le granulat sera également mauvaise.

B. L'eau de gâchage : l'activateur chimique

L'eau de gâchage déclenche la réaction chimique qui transforme la poudre de ciment en une pierre artificielle : c'est l'hydratation. Sans eau, le ciment reste une poudre inerte. La quantité d'eau est aussi importante que sa qualité.

Une eau de gâchage doit être propre, limpide et neutre. L'eau potable est la référence idéale. Les eaux contenant des impuretés sont dangereuses pour le béton.

- **Les sulfates :** Présents dans certaines eaux de plâtre ou industrielles, ils provoquent un gonflement du béton et sa destruction.

- **Les chlorures :** L'eau de mer est l'ennemi numéro un du béton armé. Les chlorures (sel) attaquent et corrodent très rapidement les fers à béton, faisant éclater la structure.
- **Les matières organiques :** Les eaux stagnantes (marais, étangs) ou boueuses contiennent des acides qui perturbent et ralentissent la prise du ciment. Le béton n'atteindra jamais sa résistance normale.

[IMAGE: Comparaison visuelle entre une eau de gâchage acceptable et une eau contaminée]

a. Analyse visuelle et olfactive

À gauche, une eau limpide, sans couleur ni odeur particulière. Elle est apte au gâchage. À droite, une eau trouble, verdâtre, provenant d'un marigot près de l'Équateur. Son odeur et sa couleur indiquent la présence de matières organiques en décomposition.

b. Les risques invisibles

Même une eau d'apparence claire peut être dangereuse. Une eau provenant d'un puits près d'une fosse septique ou d'une zone agricole peut contenir des nitrates ou des sulfates dissous, invisibles à l'œil nu mais très nuisibles pour la durabilité du béton.

c. Le test simple du pH

Un maçon peut utiliser du papier pH. Une eau de gâchage idéale a un pH neutre, autour de 7. Une eau trop acide (pH < 5) ou trop basique (pH > 9) est suspecte et doit être évitée. Ce test simple protège contre de nombreux problèmes.

d. La règle d'or

En cas de doute, la règle est simple : l'eau que l'on ne peut pas boire ne doit pas servir à faire du béton. Cette sagesse de chantier évite bien des catastrophes. Toujours privilégier l'eau d'un forage, d'un puits contrôlé ou du réseau de distribution.

Anecdote du chantier de Papa Kanku

Papa Kanku, fier de construire sa première maison à Kananga, au Kasaï-Central, voulait faire des économies. Il avait remarqué une petite rivière non loin de son chantier, dont le sable semblait fin et parfait. Pour ne pas payer le transport depuis la carrière officielle, il envoya ses neveux remplir des sacs. Le

sable était un peu terreux, mais Papa Kanku se dit : "Le ciment va tout lier, ce n'est qu'un peu de terre du pays !".

Il gâcha son mortier avec ce sable non lavé. Les murs montèrent vite. Mais quelques semaines plus tard, après les premières pluies, des fissures apparurent. Le mortier s'effritait au simple toucher d'un doigt. L'argile contenue dans le sable avait "bu" l'eau de gâchage, empêchant le ciment de s'hydrater correctement et de coller aux briques. Papa Kanku a dû tout démolir et recommencer, ayant appris à ses dépens que l'économie sur la qualité des matériaux coûte toujours plus cher à la fin.

Exercice 1 : Le dilemme de la côte à Moanda

Énoncé : Fiston est un jeune maçon qui a un petit chantier à Moanda, dans le Kongo Central. Pour gâcher son béton, il a deux options : aller chercher de l'eau douce à 2 km dans les terres ou simplement utiliser l'eau de l'océan Atlantique disponible juste à côté. Pour gagner du temps, il est tenté par l'eau de mer. Est-ce une bonne décision pour un béton armé ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identification du problème** L'eau de mer contient une forte concentration de sels, principalement des chlorures. Le béton à fabriquer est destiné à une structure armée, c'est-à-dire contenant des fers à béton.
2. **Étape 2 : Analyse des conséquences** Les ions chlorure sont extrêmement agressifs pour l'acier. Ils pénètrent la porosité du béton et attaquent la couche de protection passive des armatures. Une corrosion rapide s'installe.
3. **Étape 3 : Conclusion technique** Utiliser l'eau de mer est une faute professionnelle grave pour du béton armé. La corrosion fera gonfler les aciers, ce qui provoquera l'éclatement du béton et la destruction de la structure en quelques années. Fiston doit obligatoirement utiliser l'eau douce, même si cela demande plus d'effort.

Exercice 2 : Le test de la bouteille à Isiro

Énoncé : Maman Angélique, entrepreneure à Isiro en Province Orientale, achète du sable pour sa fabrique de blocs. Le vendeur jure que son sable est "propre de chez propre". Comment peut-elle vérifier rapidement cette affirmation avec une simple bouteille d'eau vide ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Préparation du test** Maman Angélique prend une bouteille en plastique transparente. Elle la remplit de sable jusqu'à la moitié. Ensuite, elle ajoute de l'eau claire jusqu'à atteindre les trois quarts de la bouteille.
2. **Étape 2 : Réalisation du test** Elle ferme bien la bouteille et la secoue très fort pendant une minute. Le but est de bien mélanger le sable et l'eau pour décoller toutes les particules fines (boue, argile) des grains de sable. Elle pose ensuite la bouteille à la verticale et ne la touche plus.
3. **Étape 3 : Interprétation des résultats** Après une heure ou deux, elle observe les couches. Le sable plus lourd se dépose au fond. Au-dessus, elle voit une couche distincte de boue de couleur brunâtre. Elle mesure la hauteur de cette couche de boue et la compare à la hauteur totale du sable. Si la boue représente plus de 5% du total, le sable est trop sale pour un béton de qualité et doit être lavé. Le vendeur n'était pas honnête.

1.3. Stockage et conservation des matériaux sur chantier

a. L'art de ne rien perdre

Lorsque le cultivateur du Kwilu met sa récolte de manioc à l'abri, il ne le fait pas par hasard. Il protège le fruit de son travail contre les insectes, la pourriture et les voleurs. Sa sagesse est simple : un bien mal conservé est un bien déjà perdu. Cette logique s'applique avec la même force sur un chantier de construction.

Un sac de ciment éventré, du sable mélangé à la terre ou des fers à béton rongés par la rouille sont des pertes directes. Ces pertes coûtent de l'argent, affaiblissent la construction et retardent le travail. Un bon maçon est aussi un bon gestionnaire. Il connaît la valeur de chaque matériau et sait comment le protéger des ennemis du chantier : l'eau, le soleil, la boue et le désordre.

A. Le Ciment : Protéger le cœur du béton

Le ciment est une poudre très fine qui réagit au contact de l'eau pour durcir. Cette réaction, appelée hydratation, est formidable pour faire du béton. Elle est

catastrophique si elle se produit dans le sac. Un ciment qui a pris l'humidité forme des blocs durs. Il est inutilisable.

Sa bonne conservation suit trois règles simples : - **Le surélever :** Le ciment ne touche jamais le sol directement. Il est posé sur des palettes en bois ou des bastaings pour l'isoler de l'humidité du sol. - **L'isoler :** Les sacs sont stockés dans un local sec, ventilé et à l'abri de la pluie. Un espace de 50 cm est laissé entre les piles de sacs et les murs. - **Le faire tourner :** La méthode "premier entré, premier sorti" est appliquée. On utilise toujours les sacs les plus anciens en premier pour éviter qu'ils ne vieillissent trop. Une pile ne dépasse pas 10 sacs de hauteur.

B. Les Agrégats : Garantir la propreté

Les agrégats (sable, gravier, moellons) semblent robustes. Leur principal ennemi est la contamination. De la terre, des feuilles ou des déchets plastiques mélangés au sable ou au gravier polluent le béton. Cela réduit sa résistance. La séparation est aussi un enjeu crucial.

Pour un stockage correct : - **Utiliser une surface propre :** Les agrégats sont déchargés sur une aire bétonnée, propre et dure. Si le sol est en terre, une grande bâche en plastique (un "nylon") est étendue au préalable. - **Créer des tas séparés :** Chaque type d'agrégat (sable de rivière, gravier 5/15, gravier 15/25) a son propre tas. De petites murettes en briques ou en parpaings peuvent être montées pour bien délimiter les zones et éviter les mélanges.

[IMAGE: Zone de stockage idéale pour les sacs de ciment]

a. La surélévation

Les sacs de ciment reposent sur des palettes en bois. Cette technique simple empêche l'humidité venant du sol de remonter par capillarité et de transformer la poudre en blocs de pierre inutilisables. C'est la première défense contre la perte de matière.

b. La circulation de l'air

Un espace est visible entre les piles de sacs et le mur du fond. Cet espacement est vital. Il permet à l'air de circuler, d'évacuer toute humidité ambiante et de prévenir la condensation, surtout dans des régions comme l'Équateur où l'air est souvent saturé d'eau.

c. La protection contre les intempéries

La zone de stockage est couverte par un toit en tôle. Cette couverture protège directement les sacs de la pluie. Un stockage réussi anticipe les averses, qui peuvent survenir sans prévenir et ruiner un stock entier de ciment en quelques minutes.

d. L'organisation du stock

Les sacs sont empilés de manière ordonnée et accessible. Cela facilite la rotation des stocks. Le maçon peut facilement prendre les sacs les plus anciens en premier ("premier entré, premier sorti"), garantissant ainsi que tout le ciment est utilisé avant sa date de péremption.

C. Les Aciers : Combattre la corrosion

Les barres d'acier, ou fers à béton, donnent sa force au béton armé. Leur ennemi est la rouille agressive (corrosion). Une fine couche de rouille superficielle (dite "fleur de rouille") n'est pas grave ; elle peut même améliorer l'adhérence avec le béton. Par contre, une rouille épaisse qui se détache en écailles réduit le diamètre de la barre et la fragilise.

Le stockage des aciers obéit donc à une logique : - **Éviter le contact avec le sol :** Les barres sont posées sur des supports (des cales en bois, des parpaings) à au moins 15 cm du sol. - **Protéger de la pluie :** Pour un stockage de longue durée, il est préférable de couvrir le tas d'aciers avec une bâche, tout en assurant une ventilation pour éviter la condensation.

Anecdotes et cas pratiques du chantier congolais

À Bukavu, dans le Sud-Kivu, le vieux maçon Papa Charly avait une phrase fétiche qu'il répétait à ses apprentis : "Le chantier commence par le dépôt, pas par la truelle." Pour lui, un chantier mal organisé était une bataille perdue d'avance. Il racontait souvent l'histoire d'un concurrent qui, pressé de commencer une fondation, avait fait livrer son sable et son gravier en vrac au même endroit. Une pluie torrentielle s'est abattue pendant la nuit. Le lendemain, tout était un mélange de boue, de sable et de gravier. Le concurrent a dû payer des ouvriers juste pour trier les matériaux. Papa Charly, lui, faisait toujours construire de petites cloisons en parpaings pour séparer ses tas. Une petite dépense au début, disait-il, pour une grande économie à la fin.