Code :
MS332253

PRATIQUE PROFESSIONNELLE : PLOMBERIE

Acquisition des compétences et techniques pour l'installation et la maintenance sanitaire.



Classe : 2ème année

Domaine : Enseignement Technique et Professionnel

Option : Plomberie



TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

Objectifs Pédagogiques Opérationnels 1

- 1. Analyser et Préparer une Intervention 1
- 2. Mettre en Œuvre les Réseaux Fluides 1
- 3. Installer et Raccorder les Équipements Sanitaires 1
- 4. Assurer la Maintenance et le Dépannage 1

Consignes de Sécurité et Hygiène (EPI) 2

- 1.1. Fondements Pédagogiques de la Sécurité 2
- 1.2. Méthodologie d'Enseignement des EPI 2

Outillage et Matériel Requis 3

- 1.1. Classification fonctionnelle de l'outillage 3
- 1.2. Sécurité et Équipements de Protection Individuelle (EPI) 3
- 1.3. Maintenance et Entretien du matériel 3

Organisation de l'Atelier et du Chantier 3

- 1.1. L'Atelier comme espace pédagogique contrôlé 3
- 1.2. La gestion rationnelle des ressources en atelier 4
- 2.1. Le Chantier comme lieu d'application et d'adaptation 4
- 2.2. Didactique de la chronologie et de l'imprévu 4

PARTIE 1 : TECHNIQUES AVANCÉES DE TUYAUTERIE ET SOUDAGE **5**

a. De l'assemblage à la fusion 5

b. La rigueur du métal 5

c. Le choix stratégique des matériaux 5

d. La sécurité comme premier outil 5

CHAPITRE 1 : LE CINTRAGE DES TUBES MÉTALLIQUES ET SYNTHÉTIQUES **6**

1.1. Cintrage à Froid du Cuivre et de l'Acier 6

- a. La sagesse du métal 6
- A. Anatomie d'une Courbe : Extrados, Intrados et Fibre Neutre 6

FIGURE 1 : RÉF. IMG (3851-2120-1812) **8**

Schéma d'un tube cintré avec ses trois zones distinctes 8

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- B. Les Outils du Cintrage à Froid....8

FIGURE 2 : RÉF. IMG (0809-9946-9952)....10

Plombier utilisant une cintreuse manuelle de type arbalète sur un tube....10

- b. Scénarios de chantier et exercices pratiques....10

1.2. Cintrage à Chaud et Remplissage au Sable....12

- a. La sagesse du sable et du feu....12
- A. Principe Physique et Matériaux concernés....12

FIGURE 3 : RÉF. IMG (8194-8405-4411)....14

Séquence du cintrage à chaud avec remplissage au sable et chalumeau....14

- B. Défauts Courants et Solutions....14

FIGURE 4 : RÉF. IMG (7757-4544-4863)....16

Comparaison visuelle entre un cintrage réussi et deux cintrages ratés....16

- #### L'anecdote du chantier de l'Équateur....16
- ##### Scénarios et Exercices....17

1.3. Façonnage des Tubes Synthétiques et Contrôle Qualité....18

- a. L'importance de la forme....18
- A. Techniques de préparation des tubes synthétiques....18

FIGURE 5 : RÉF. IMG (5743-9189-9979)....21

Inspection visuelle d'un tube synthétique après façonnage....21

- B. Le contrôle qualité avant et après connexion....21

CHAPITRE 2 : TECHNIQUES DE SOUDAGE ET SOUDO-BRASAGE....24

2.1. Pratique de la Soudure Autogène sur Poste Oxyacétylénique....24

- a. De la forge à la flamme contrôlée....24
- A. Principe de la Fusion et du Bain de Fusion....24

FIGURE 6 : RÉF. IMG (3257-5279-4594)....26

Anatomie de la flamme oxyacétylénique et ses zones de chauffe....26

- B. Le Réglage Essentiel : Les Trois Types de Flammes....26

FIGURE 7 : RÉF. IMG (6274-0449-0269)....29

Comparaison visuelle des trois réglages de flamme : neutre, oxydante, carburante....29

- C. Scénarios et Exercices....29

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

2.2. Soudo-Brasage sur Acier Galvanisé.....31
- a. Le danger invisible de l'acier brillant.....31
- A. Le Défi du Zinc : Pourquoi cet Acier est Différent.....31

FIGURE 8 : RÉF. IMG (6882-9517-5510).....33

Défaut typique de soudo-brasage sur acier galvanisé non préparé.....33
- B. La Préparation Obligatoire : La Garantie d'un Travail Propre.....33

FIGURE 9 : RÉF. IMG (8140-1346-2317).....36

Préparation et résultat d'un soudo-brasage réussi sur acier galvanisé.....36
- L'anecdote du château d'eau de Likasi.....36

2.3. Brasage Capillaire du Cuivre.....38
- a. La magie discrète de la plomberie.....38
- A. Principe Fondamental de la Capillarité en Plomberie.....38
- B. Matériel et Procédure.....38

FIGURE 10 : RÉF. IMG (4669-7582-4679).....41

Détail d'un assemblage cuivre avant et après un brasage capillaire réussi.....41

FIGURE 11 : RÉF. IMG (7104-8676-8816).....43

Application correcte de la chaleur et du métal d'apport au chalumeau.....43
- C. Contrôle et Finition.....43

CHAPITRE 3 : RACCORDEMENTS MÉCANIQUES ET ÉTANCHÉITÉ.....46

3.1. Filetage des Tubes Acier et Assurer l'Étanchéité.....46
- a. La goutte qui trahit le professionnel.....46
- A. Le Filetage : Créer la Connexion.....46

FIGURE 12 : RÉF. IMG (1512-9643-4759).....48

Filière manuelle pour filetage de tube en acier galvanisé.....48
- B. L'Étanchéité : Sceller l'Union.....48

FIGURE 13 : RÉF. IMG (8216-7667-5506).....50

Matériaux d'étanchéité : filasse, pâte à joint et ruban téflon.....50
- Scénarios et Exercices.....50

3.2. Collets Battus sur Tube Cuivre.....52
- a. La technique ancestrale de la forme.....52

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- A. Principe et utilité du collet battu.....52

FIGURE 14 : RÉF. IMG (3633-8769-7756).....54

Schéma d'un raccordement réussi par collet battu et écrou.....54

- B. Les étapes de réalisation.....54

FIGURE 15 : RÉF. IMG (7528-0332-5870).....55

Les outils indispensables pour la réalisation d'un collet battu parfait.....55

- Une anecdote de chantier à Matadi.....55

3.3. Raccords à Compression et à Sertir.....57

- a. Le secret du raccordement sans flamme.....57
- A. Le raccord à compression : la force du serrage.....57

FIGURE 16 : RÉF. IMG (4616-5905-4198).....60

Coupe schématique d'un raccord à compression montrant ses composants.....60

- B. Le raccord à sertir : la presse fait la loi.....60

FIGURE 17 : RÉF. IMG (0277-0213-9018).....62

Une pince à sertir en action sur un raccord de tuyau multicouche.....62

- C. Scénarios et exercices.....62

PARTIE 2 : INSTALLATION DES APPAREILS SANITAIRES USUELS.....65

a. La phase visible du métier.....65

b. La préparation du matériel et des outils.....65

c. Les trois piliers de l'installation.....65

d. L'impact sur l'hygiène et le confort.....65

CHAPITRE 4 : MÉTHODOLOGIE D'IMPLANTATION ET DE FIXATION.....66

4.1. Lecture de Plan et Tracé sur Parois.....66

- a. Du papyrus au plan numérique.....66
- A. Décoder les Symboles du Plan de Plomberie.....66

FIGURE 18 : RÉF. IMG (9668-0891-4870).....68

Symboles graphiques normalisés pour les plans de plomberie sanitaire.....68

- B. La Mise à l'Échelle : Du Papier au Mur.....68
- C. Le Tracé : L'Étape de la Précision Absolue.....69

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 19 : RÉF. IMG (0587-2968-0246)....71

Plombier utilisant un niveau et un cordeau pour tracer sur un mur....71

- SCÉNARIOS ET EXERCICES....71

4.2. Choix et Pose des Fixations (Chevillage)....73

- a. Le paradoxe de la fixation....73
- A. Identifier le Support : La Première Règle du Plombier....73
- B. Typologie des Chevilles : À Chaque Mur sa Solution....74

FIGURE 20 : RÉF. IMG (3952-0834-1811)....76

Chevilles pour matériaux pleins : le principe de l'expansion contrôlée....76

FIGURE 21 : RÉF. IMG (9564-9976-3921)....78

Chevilles pour matériaux creux : le principe du verrouillage de forme....78

- C. Méthodologie de Pose : Les Quatre Temps du Chevillage....78

4.3. Pose des Supports et Gestion des Traversées de Parois....80

- a. Le poids invisible de la sécurité....80
- A. La fixation des supports : le squelette de l'installation....81

FIGURE 22 : RÉF. IMG (7551-5971-1825)....83

Schéma de fixation d'un bâti-support pour WC suspendu dans un mur....83

- B. La traversée des parois : le passage en douceur....83
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....84

CHAPITRE 5 : POSE DES APPAREILS DE LAVAGE ET D'HYGIÈNE....86

5.1. Montage et Pose de Lavabo sur Colonne....86

- a. La sagesse du niveau à bulle....86
- A. Le Traçage : La Géométrie du Confort....86
- B. La Fixation au Mur et le Rôle de la Colonne....87

FIGURE 23 : RÉF. IMG (0398-2921-2627)....88

Pré-montage du mitigeur et de la bonde sur le lavabo retourné....88

- C. Le Raccordement Final....88

5.2. Installation d'Évier de Cuisine....90

- a. L'évier, cœur battant de la cuisine....90
- A. Préparation et Traçage....91
- B. Découpe et Fixation....91

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 24 : RÉF. IMG (3555-6089-9630)....93

Vue éclatée d'une installation d'évier et ses composants essentiels....93

- C. Raccordement de la Robinetterie et de l'Évacuation....93
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....94

5.3. Pose de Receveur de Douche....95

- a. De la rivière à la salle de bain....95
- A. Préparation du Support et Choix du Receveur....96

FIGURE 25 : RÉF. IMG (2486-6423-3136)....98

Comparaison des principaux types de receveurs de douche sur le marché....98

- B. Séquence d'Installation et Points de Vigilance....98

FIGURE 26 : RÉF. IMG (9198-6072-0214)....100

Schéma d'une installation standard de receveur sur pieds réglables....100

- C. Scénarios et Exercices....100

5.4. Installation de Baignoire Simple....102

- a. Un luxe devenu accessible....102
- A. Préparation du Support et Nivellement....102

FIGURE 27 : RÉF. IMG (2315-7990-8532)....104

Vue éclatée d'une baignoire simple et de son système de vidage....104

- B. Raccordement du Vidage et de l'Évacuation....104

FIGURE 28 : RÉF. IMG (8248-6367-6762)....106

Schéma des étapes clés du raccordement d'une baignoire au mur....106

- C. Fixation et Étanchéité Finale....106
- Scénarios et Exercices....107

CHAPITRE 6 : INSTALLATION DES APPAREILS D'ÉLIMINATION (WC)....109

6.1. Installation Complète d'un WC à Poser au Sol....109

- a. Le trône de l'hygiène moderne....109
- A. Préparation et Traçage au Sol....109
- B. Raccordement de l'Évacuation....109
- C. Fixation et Raccordement de l'Alimentation en Eau....110
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....110

6.2. Installation d'Urinoir Mural....112

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- a. Le respect des hauteurs, une question de confort....112
- A. Préparation et Traçage des Repères....112

FIGURE 29 : RÉF. IMG (7283-7911-3698)....114

Schéma des hauteurs standards pour l'installation d'un urinoir mural....114

- B. Fixation de l'Urinoir et Raccordements....114

FIGURE 30 : RÉF. IMG (5679-6508-8695)....116

Raccordement du siphon et de l'alimentation en eau de l'urinoir....116

- C. Vérification et Étanchéité....116

6.3. Jointoyage Sanitaire et Finitions....119

- a. L'art de la touche finale....119
- A. Le joint en silicone : Le sceau de l'étanchéité....119

FIGURE 31 : RÉF. IMG (1264-8431-7408)....121

Application correcte d'un joint en silicone autour d'une cuvette de WC....121

- B. La fixation au sol et les cache-vis....121

FIGURE 32 : RÉF. IMG (8465-9257-9624)....124

Fixation finale d'une cuvette de WC avec ses cache-vis....124

- C. Scénarios et Exercices....124

PARTIE 3 : ÉVACUATIONS, ZINGUERIE ET MAINTENANCE....127

De l'eau propre à l'eau usée : le circuit retour....127

Le plombier, gardien du bâtiment contre la pluie....127

La maintenance : l'art de la réparation et de la prévention....127

La polyvalence, clé du succès professionnel....127

CHAPITRE 7 : RÉSEAUX D'ÉVACUATION DES EAUX USÉES....128

7.1. Coupe, Chanfreinage et Collage du PVC....128

- a. L'art invisible du plombier....128
- A. La Coupe du Tube PVC....128

FIGURE 33 : RÉF. IMG (6149-0375-0819)....130

Préparation du tube PVC avant l'assemblage : coupe et chanfrein....130

- B. Le Chanfreinage....130

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- C. Le Collage (Soudure à Froid).....130

FIGURE 34 : RÉF. IMG (4587-5388-0983).....133

Application de la colle PVC et assemblage des pièces.....133
- L'anecdote de Junior et du raccord récalcitrant.....133

7.2. Respect des Pentes et Supportage.....135
- a. Le principe de l'écoulement gravitaire.....135
- A. La Pente Réglementaire : Le Secret d'un Écoulement Idéal.....135

FIGURE 35 : RÉF. IMG (9624-2846-4226).....137

Schéma d'une pente correcte pour une canalisation d'évacuation PVC.....137
- B. Le Supportage : Garantir la Stabilité de la Pente.....137

FIGURE 36 : RÉF. IMG (9016-6174-8022).....140

Exemples de colliers de fixation pour tuyaux PVC sur un mur.....140
- Scénarios et Exercices.....140

7.3. Pose de Siphons de Sol et Regards.....142
- a. L'importance capitale de la barrière anti-odeur.....142
- A. Le Siphon de Sol : Le Garde-Frontière des Odeurs.....142

FIGURE 37 : RÉF. IMG (0414-0174-8114).....144

Coupe schématique d'un siphon de sol et de sa garde d'eau.....144
- B. Le Regard de Visite : Le Point de Contrôle du Réseau.....144

7.4. Ventilation de Chute (Primaire).....146
- a. Le mystère des mauvaises odeurs.....146
- A. Fonctionnement et utilité.....147

FIGURE 38 : RÉF. IMG (1879-9006-5509).....149

Schéma de principe d'une ventilation primaire et de son rôle protecteur.....149
- B. Caractéristiques techniques.....149

8.1. Façonnage et Pose de Gouttières.....151
- a. L'art de guider la pluie.....151
- A. Le Façonnage du Zinc : De la Feuille à la Gouttière.....152
- B. Les Principes Fondamentaux de la Pose.....152

FIGURE 39 : RÉF. IMG (6038-5927-6727).....154

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Schéma de pose d'une gouttière avec pente et crochets de fixation.....154
- C. La Soudure à l'Étain : L'Étape de l'Étanchéité.....154

8.2. Raccordement des Descentes d'Eau Pluviale.....156
- a. Le diagnostic de l'eau perdue.....156
- A. Raccordement au réseau d'assainissement.....156

FIGURE 40 : RÉF. IMG (5334-6089-5307).....158

Raccordement d'une descente pluviale à un regard de pied de chute.....158
- B. Raccordement à un système de récupération.....158

FIGURE 41 : RÉF. IMG (3814-1512-7062).....160

Installation d'un collecteur d'eau de pluie sur une descente PVC.....160
- Anecdote : La fondation humide de Papa Kabasele.....160

8.3. Étanchéité des Traversées de Toiture.....162
- a. La leçon de la flaque d'eau.....162
- A. Le principe de la platine d'étanchéité.....162

FIGURE 42 : RÉF. IMG (0711-3498-6134).....164

Schéma d'une platine d'étanchéité sur une toiture en tuiles.....164
- B. Adaptation selon le type de couverture.....164

FIGURE 43 : RÉF. IMG (2023-8396-5883).....167

Comparaison de l'étanchéité sur toiture en tôle et en tuiles.....167
- L'antenne de Tonton Kabasele à Mbuji-Mayi.....167

8.4. Récupération des Eaux de Pluie.....169
- Une ressource gratuite.....169
- A. Les composants essentiels d'un système de récupération.....169

FIGURE 44 : RÉF. IMG (4258-6754-0025).....171

Schéma d'un système de récupération d'eau de pluie domestique.....171
- B. Usages autorisés et précautions sanitaires.....171
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....172

CHAPITRE 9 : DIAGNOSTIC ET MAINTENANCE PRÉVENTIVE.....174

9.1. Dépannage Courant : Fuites et Obstructions.....174
- a. Le rôle de l'eau, ami et adversaire.....174

- A. Identifier et Localiser une Fuite.....174
- B. Diagnostiquer et Traiter une Obstruction.....175

FIGURE 45 : RÉF. IMG (1639-1520-2086).....177

Outils de débouchage pour les obstructions courantes et complexes.....177
- b. Scénarios et Exercices.....177

9.2. Maintenance de la Robinetterie.....179
- a. Le murmure de l'eau.....179
- A. Diagnostic des Pannes Courantes.....180
- B. Les Composants Clés de la Maintenance.....180

FIGURE 46 : RÉF. IMG (2360-8918-4460).....181

Vue éclatée d'un robinet mélangeur et ses pièces d'usure.....181
- Anecdote : La fuite mystérieuse de l'hôtel de Matadi.....181

9.3. Entretien de l'Outillage et du Poste de Travail.....183
- a. L'outil, un prolongement de la main du plombier.....183
- A. La Routine d'Entretien des Outils.....183

FIGURE 47 : RÉF. IMG (7965-2323-8894).....186

Poste de travail d'un plombier organisé et propre.....186
- B. L'Organisation du Poste de Travail sur Chantier.....186

Annexe A : Fiches de Procédure de Soudage.....188
- A. Définition et Objectifs du DMOS.....188
- B. Contenu Essentiel d'un DMOS.....189

Annexe B : Tableau des Fixations par Support.....191
- A. Classification des Supports de Fixation.....191
- B. Guide de Sélection par Type de Support.....192
- C. Analyse des Contraintes et Règles de Pose.....194

Annexe C : Liste de Contrôle de Fin de Chantier.....195
- A. Vérifications Préliminaires et Conformité Normative.....195
- B. Contrôle d'Étanchéité et de Pression des Réseaux.....196
- C. Vérification Fonctionnelle des Appareils Sanitaires.....197
- D. Contrôle du Réseau d'Évacuation.....197
- E. Points de Finition et de Propreté.....198
- F. Documentation et Passation Client.....198

Annexe D : Schémas de Montage des Siphons.....199

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- A. Principes Fondamentaux et Rôles.....199
- B. Typologie des Siphons et Applications.....199
- C. Règles de Montage et Points de Vigilance.....201

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

PRÉLIMINAIRES

Objectifs Pédagogiques Opérationnels

1. Analyser et Préparer une Intervention

Au terme de sa formation, l'élève-plombier sera capable de décoder les plans d'exécution architecturaux et les schémas techniques d'installation sanitaire. Il pourra déterminer le tracé des canalisations, dimensionner les sections de tuyauterie pour l'alimentation en eau froide et chaude (EFC/ECS) et pour l'évacuation des eaux usées (EU/EV), conformément aux Documents Techniques Unifiés (DTU). La préparation inclut également l'établissement d'une liste exhaustive des matériaux et outillages nécessaires, ainsi que l'organisation sécurisée du chantier.

2. Mettre en Œuvre les Réseaux Fluides

La compétence pratique de l'élève s'exprimera par sa capacité à façonner et assembler les différents types de canalisations. Il maîtrisera la pose et le raccordement des tuyauteries en cuivre (par brasage tendre/fort), en multicouche (par sertissage) et en PVC (par collage). Cette maîtrise s'étend à l'installation complète des réseaux d'alimentation, incluant les organes de protection et de sectionnement, ainsi qu'à la mise en place des réseaux d'évacuation respectant les pentes réglementaires et les systèmes de ventilation.

3. Installer et Raccorder les Équipements Sanitaires

L'apprenant devra installer, fixer et raccorder l'ensemble des appareils sanitaires courants. Ceci concerne les lavabos, les éviers, les douches, les baignoires et les W.-C., en assurant une parfaite étanchéité des alimentations et des évacuations. Il sera également en mesure d'installer et de mettre en service un chauffe-eau électrique ou à gaz, en respectant scrupuleusement les normes de sécurité en vigueur, notamment pour les raccordements électriques et les conduits de fumée.

4. Assurer la Maintenance et le Dépannage

Une finalité essentielle est l'acquisition d'une méthodologie de diagnostic. L'élève apprendra à identifier l'origine d'une panne, d'une fuite ou d'un dysfonctionnement sur une installation existante. Il saura localiser et réparer les fuites sur les canalisations, déboucher les conduits obstrués et remplacer

les composants défectueux d'un appareil sanitaire ou d'un mécanisme de chasse d'eau. Il appliquera les procédures de remise en eau et de contrôle du bon fonctionnement de l'installation après intervention.

Consignes de Sécurité et Hygiène (EPI)

1.1. Fondements Pédagogiques de la Sécurité

La sécurité en atelier de plomberie constitue une compétence fondamentale, non une simple contrainte réglementaire. Elle dépasse la mémorisation de règles pour devenir un réflexe professionnel. L'objectif pédagogique est d'ancrer une culture de la prévention où chaque geste est évalué à l'aune de ses risques potentiels. L'enseignant a la responsabilité de modéliser cette exigence par une rigueur personnelle sans faille. L'appropriation de ces principes par l'élève conditionne sa future fiabilité sur un chantier et garantit son intégrité physique. Cette dimension éthique du métier doit être explicitement articulée tout au long de la formation. La sanction d'un manquement ne vise pas la punition, mais la correction d'un comportement à risque.

1.2. Méthodologie d'Enseignement des EPI

L'enseignement des Équipements de Protection Individuelle (EPI) s'articule autour d'une approche systématique. Il ne s'agit pas de distribuer passivement le matériel, mais de construire une séquence logique. La démarche commence par l'identification analytique des risques inhérents à une tâche précise : projection de particules, brûlure, contact chimique, chute d'objet. Ensuite, vient la sélection raisonnée de l'EPI adéquat, en justifiant techniquement chaque choix (gants anti-coupure, lunettes de protection, chaussures de sécurité, casque). La phase de démonstration pratique par l'enseignant est cruciale. Elle doit couvrir le port correct, l'ajustement, l'entretien et les limites de protection de l'équipement. Finalement, un contrôle systématique et constant du port des EPI par les élèves instaure une habitude et renforce la norme de sécurité de l'atelier.

Outillage et Matériel Requis

1.1. Classification fonctionnelle de l'outillage

Une classification fonctionnelle de l'outillage structure la compréhension de l'apprenant. L'inventaire se divise en catégories distinctes : outils de coupe et de façonnage (coupe-tube, filière), outils de serrage et d'assemblage (clés à griffe, pinces multiprises), instruments de mesure et de traçage (niveau à bulle, mètre ruban), et équipements de soudure ou de brasage. Cette organisation taxonomique facilite la mémorisation et l'association entre l'outil et sa fonction opératoire spécifique sur un chantier. La progression pédagogique suit cette logique, du plus simple au plus complexe.

1.2. Sécurité et Équipements de Protection Individuelle (EPI)

L'utilisation de tout outillage impose une connaissance impérative des normes de sécurité. L'enseignant insistera sur le port systématique des Équipements de Protection Individuelle (EPI) : gants anti-coupure, lunettes de protection, chaussures de sécurité. La manipulation des équipements thermiques (chalumeau) ou électriques (filière électrique) requiert des procédures spécifiques pour prévenir les risques de brûlure ou d'électrocution. La sécurité constitue une compétence professionnelle fondamentale et non une option.

1.3. Maintenance et Entretien du matériel

La durabilité et la performance de l'outillage dépendent directement d'un entretien régulier. La formation intègre des modules sur le nettoyage après usage, l'affûtage des lames de coupe, la lubrification des mécanismes et le rangement méthodique. Un professionnel se distingue par le soin qu'il apporte à son matériel, garant de sa fiabilité et de sa précision. La négligence de l'entretien conduit à des pannes, des imprécisions et des risques accrus d'accidents.

Organisation de l'Atelier et du Chantier

1.1. L'Atelier comme espace pédagogique contrôlé

L'atelier est l'environnement maîtrisé pour l'acquisition et la répétition des gestes techniques fondamentaux. Sa configuration doit répondre à une double exigence : la sécurité maximale des apprenants et l'ergonomie des postes de travail. L'enseignant y établit des zones dédiées permettant la pratique isolée des opérations de base : filetage, cintrage, assemblages et soudures. Chaque

poste devient un laboratoire du geste juste, loin des contraintes et des imprévus du chantier. La rationalisation de cet espace est la condition première d'un apprentissage séquentiel et sécurisé des compétences.

1.2. La gestion rationnelle des ressources en atelier

La gestion des matériaux et de l'outillage en atelier est un objectif pédagogique central. L'organisation du magasin doit être exemplaire, car elle préfigure la gestion des fournitures sur un chantier. L'enseignant mettra en place une procédure simple de suivi des stocks (fiches de sortie, inventaire) pour responsabiliser l'apprenant à la valeur économique des consommables et à l'entretien de l'équipement. Cette discipline inculque la notion de coût et de perte, essentielle à la rentabilité d'une future activité professionnelle.

2.1. Le Chantier comme lieu d'application et d'adaptation

Le chantier transpose les compétences techniques dans un contexte dynamique et complexe. La pédagogie évolue de la répétition du geste vers l'adaptation situationnelle. L'enseignant y démontre la lecture de plans *in situ*, l'importance du traçage et la coordination impérative avec les autres corps d'état (maçon, électricien). La gestion de l'espace est ici une affaire de cohabitation et d'anticipation, où l'ordre des interventions prime sur l'organisation statique des lieux.

2.2. Didactique de la chronologie et de l'imprévu

L'organisation du chantier s'articule autour du phasage logique des interventions. L'enseignant doit structurer son enseignement autour de cette chronologie : du passage des incorporations dans le gros œuvre jusqu'aux essais finaux de mise en pression. Les aléas (retard de livraison, modification de plan, contrainte imprévue) ne sont pas des obstacles. Ils deviennent des supports pédagogiques pour l'apprentissage de la flexibilité, de la communication et de la résolution de problèmes en temps réel.

Partie 1 : Techniques Avancées de Tuyauterie et Soudage

a. De l'assemblage à la fusion

La première année a posé les fondations. Le collage du PVC et le vissage des raccords sont des gestes maîtrisés. Cette année, une nouvelle compétence s'ajoute : la maîtrise du feu et du métal. Le plombier ne se contente plus d'assembler des pièces. Il apprend à les fusionner par la chaleur, créant des liaisons permanentes et d'une solidité supérieure.

b. La rigueur du métal

Travailler le cuivre à Mbandaka ou l'acier galvanisé à Lubumbashi demande une précision absolue. Une erreur de quelques millimètres sur un tuyau en plastique se corrige facilement. Sur un tube métallique, elle condamne la pièce et génère des coûts. La soudure, elle, ne pardonne aucune approximation. Une soudure faible est une future fuite assurée dans un grand bâtiment de Kananga.

c. Le choix stratégique des matériaux

Un chantier à Goma, au pied des volcans, n'a pas les mêmes contraintes qu'une installation à Matadi, face à l'air salin. Le plombier de deuxième année apprend à justifier ses choix. Le cuivre pour sa conductivité thermique et ses propriétés antibactériennes. L'acier pour sa résistance mécanique dans les colonnes montantes. Chaque matériau possède une fiche d'identité technique à respecter scrupuleusement.

d. La sécurité comme premier outil

Avant même de saisir un chalumeau ou une cintreuse, le premier réflexe est la sécurité. La manipulation des bouteilles de gaz, la protection contre les arcs de soudure et la ventilation des locaux sont des savoirs non négociables. Un bon plombier est un plombier vivant et en bonne santé. Cet apprentissage transforme l'élève en un professionnel responsable, conscient des risques pour lui-même et pour son environnement.

Chapitre 1 : Le Cintrage des Tubes Métalliques et Synthétiques

1.1. Cintrage à Froid du Cuivre et de l'Acier

a. La sagesse du métal

Pendant que le roseau plie sous le vent du fleuve Congo sans jamais rompre, le métal, lui, a ses propres lois. Tenter de le courber sans technique, c'est comme vouloir discuter avec un rocher. Le résultat est souvent une cassure nette ou une déformation inutile, le fameux "pincement".

La plomberie moderne exige des courbes parfaites, pas des angles brisés. L'art du cintrage à froid est cette science qui permet de donner une forme au cuivre et à l'acier sans les chauffer. C'est la maîtrise de la force appliquée pour guider la matière, et non la brutaliser.

A. Anatomie d'une Courbe : Extrados, Intrados et Fibre Neutre

Le cintrage d'un tube n'est pas un acte de magie. C'est une déformation contrôlée de la matière. Quand un tube est courbé, trois zones distinctes apparaissent.

- **L'extrados :** C'est la partie extérieure de la courbe. Les fibres du métal y sont étirées, allongées. Une force excessive provoque une fissure ou une rupture.
- **L'intrados :** C'est la partie intérieure de la courbe. Les fibres du métal y sont comprimées, tassées. Une mauvaise technique crée des plis, un "accordéon" qui freine le passage du fluide.
- **La fibre neutre :** C'est une ligne imaginaire au centre du tube qui conserve sa longueur initiale. Elle ne subit ni étirement, ni compression. C'est l'axe de référence pour tous les calculs de cintrage.

Figure 1 : Réf. IMG (3851-2120-1812)

Schéma d'un tube cintré avec ses trois zones distinctes

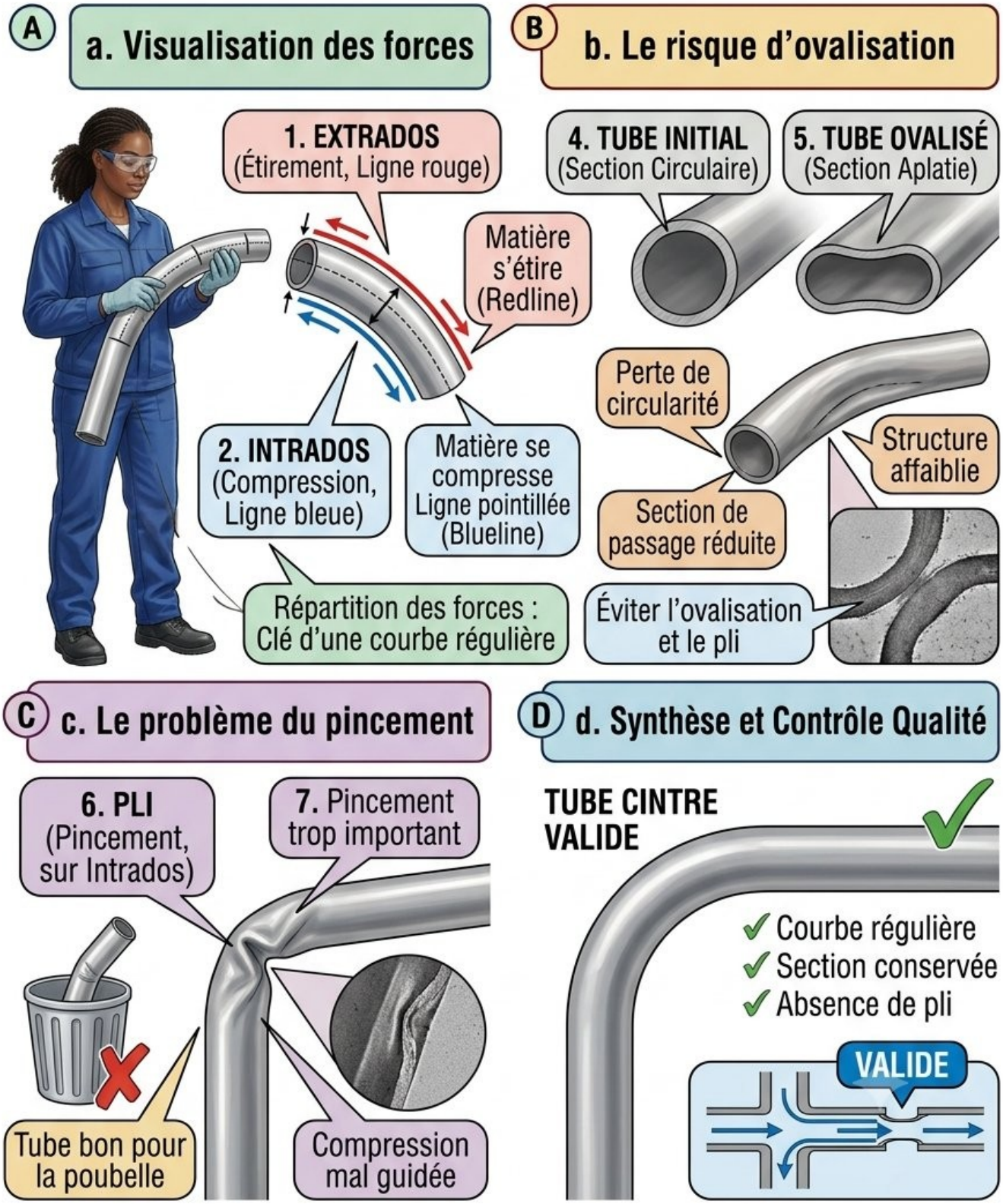


Figure 1 : Réf. IMG (3851-2120-1812)

Schéma d'un tube cintré avec ses trois zones distinctes

a. Visualisation des forces

Ce schéma représente la section d'un tube en cours de cintrage. La ligne rouge extérieure illustre l'extrados, où la matière s'étire. La ligne bleue intérieure montre l'intrados, où la matière se compresse. La ligne pointillée centrale est la fibre neutre. Comprendre cette répartition des forces est la clé pour éviter que le tube ne s'ovalise ou ne se plisse. Le but est d'obtenir une courbe régulière, sans point faible.

b. Le risque d'ovalisation

Quand l'étirement et la compression sont mal maîtrisés, le tube perd sa forme circulaire. Il s'aplatit. Cette ovalisation réduit la section de passage et affaiblit la structure mécanique du tube.

c. Le problème du pincement

Le pincement, ou pli, est le principal ennemi du plombier. Il se forme sur l'intrados quand la compression est trop rapide ou mal guidée. Un tube "pincé" est un tube bon pour la poubelle.

B. Les Outils du Cintrage à Froid

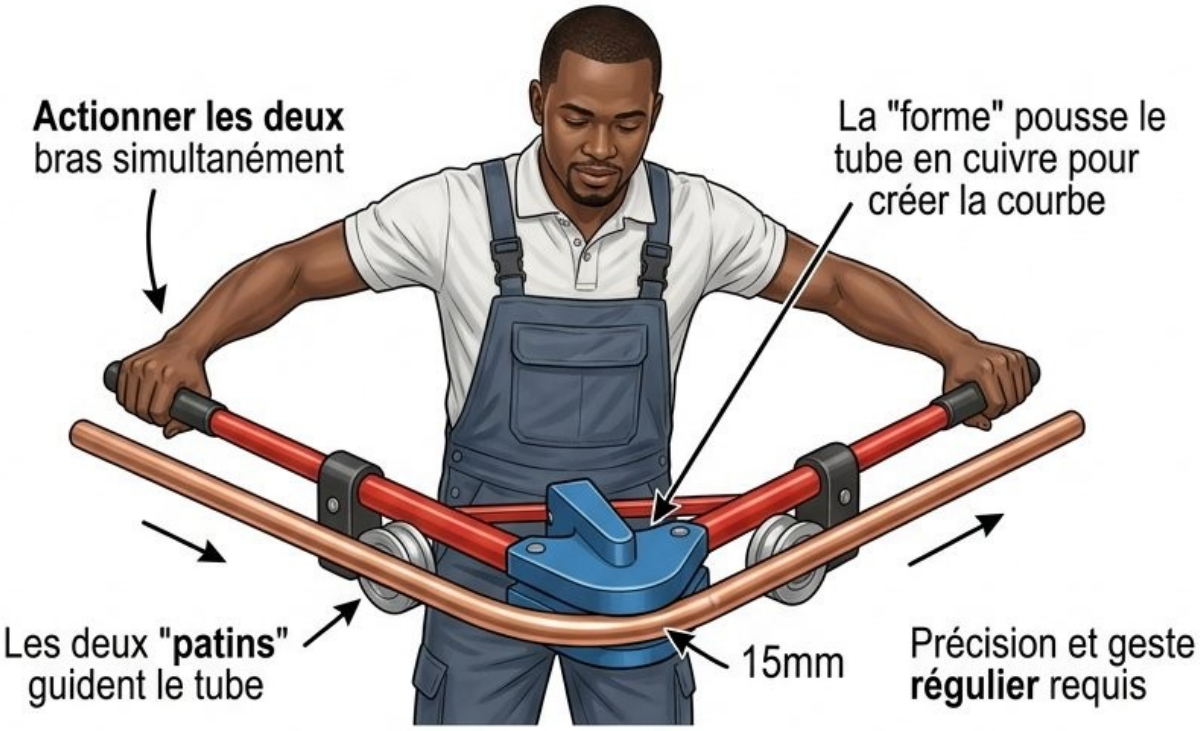
Le choix de l'outil dépend du métal et de son diamètre. On ne cintre pas le cuivre tendre comme on cintre l'acier galvanisé.

Pour le cuivre recuit, sa malléabilité permet d'utiliser des outils manuels simples. La cintreuse arbalète est la plus courante. Elle utilise un système de levier pour pousser le tube contre une forme. Pour l'acier, plus rigide, la force nécessaire est bien plus grande. Une cintreuse hydraulique ou une cintreuse d'établi devient indispensable pour appliquer une pression forte et progressive.

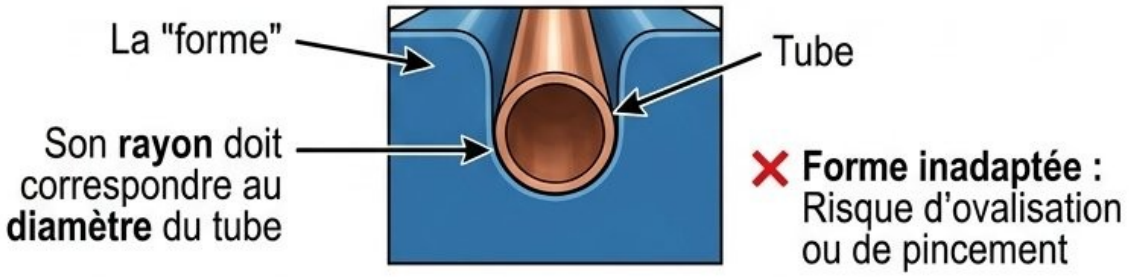
Figure 2 : Réf. IMG (0809-9946-9952)

Plombier utilisant une cintreuse manuelle de type arbalète sur un tube

a. L'action de la cintreuse arbalète



b. La forme de cintrage



c. Le cas de l'acier

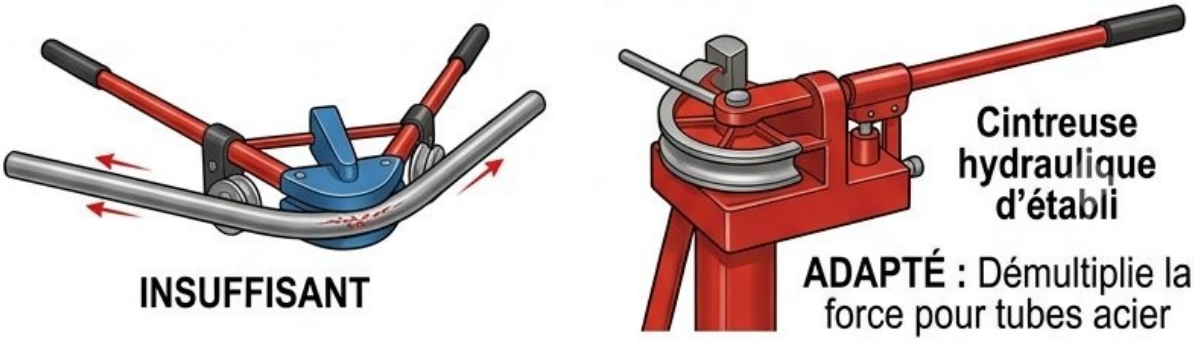


Figure 2 : Réf. IMG (0809-9946-9952)

Plombier utilisant une cintreuse manuelle de type arbalète sur un tube

a. L'action de la cintreuse arbalète

L'image montre l'outil en pleine action. Le plombier actionne les deux bras de l'outil. La partie centrale, appelée "forme", pousse le tube en cuivre pour créer la courbe. Les deux "patins" sur les côtés guident le tube et empêchent son écrasement. L'angle de la courbe est contrôlé par la course du levier. C'est un travail de précision qui demande un geste régulier et sans à-coups.

b. La forme de cintrage

La "forme" est la pièce maîtresse. Son rayon doit correspondre exactement au diamètre du tube à cintrer. Utiliser une forme inadaptée garantit l'ovalisation ou le pincement du tube.

c. Le cas de l'acier

Pour un tube en acier, même de faible diamètre, cet outil manuel serait insuffisant. Il faudrait une cintreuse d'établi, fixée solidement, ou une version hydraulique qui démultiplie la force de l'opérateur.

■ ■ ■

---

b. Scénarios de chantier et exercices pratiques

Papa Yenga, un vieil artisan de Goma, raconte toujours la même histoire à ses apprentis. Un jour, pressé par un client, il a voulu cintrer un petit tube d'acier à la main, en le coinçant dans l'angle d'un mur. Le tube a plié brusquement, formant un angle vif et un pincement net. L'eau ne passait plus. Il a dû tout recommencer, perdant du temps et de l'argent. "Le métal a une mémoire", dit-il souvent. "Si tu lui fais du mal une fois, il ne l'oubliera jamais. Utilise le bon outil, ou ne le touche pas." Cette leçon simple rappelle que la précipitation et l'improvisation sont les pires ennemies de la plomberie de qualité, que l'on soit au Kivu ou dans le Kongo Central.

Exercice 1 : Le chantier de Maman Sylvie à Kananga

Énoncé : Maman Sylvie doit installer une douche. Elle doit réaliser une courbe à 90° sur un tube de cuivre de diamètre 14 mm. Le rayon de cintrage de sa

forme est de 56 mm. Quelle sera la longueur de la portion de tube utilisée pour réaliser la courbe (longueur développée) ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier les données** Nous avons un angle de cintrage $A = 90°$. Le rayon de cintrage R sur la fibre neutre est de 56 mm.
2. **Étape 2 : Appliquer la formule de la longueur développée** La longueur d'un arc de cercle (L) se calcule avec une formule simple, basée sur le périmètre d'un cercle complet ($2 \times \pi \times R$).

$$L = \frac{2 \times \pi \times R \times A}{360}$$

3. **Étape 3 : Calculer la longueur** En remplaçant les valeurs :

$$L = \frac{2 \times 3.14 \times 56\,\text{mm} \times 90}{360}$$

$$L = \frac{31651.2}{360} \approx 87.92\,\text{mm}$$

Maman Sylvie devra donc prévoir une longueur de tube d'environ 8.8 cm pour réaliser sa courbe.

Exercice 2 : Le défi de l'acier à Bumba

Énoncé : Jean, jeune plombier à Bumba dans la province de la Mongala, doit faire passer une conduite de gaz le long d'un mur avec un tube en acier de petit diamètre. Il craint de créer un pincement à l'intrados. Quelle méthode et quel outil doit-il privilégier ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Analyser la contrainte matérielle** Le tube est en acier. L'acier est un métal beaucoup plus rigide et moins ductile que le cuivre. Le risque de pliage (pincement) est très élevé si la force n'est pas appliquée correctement. Le cintrage manuel est impossible.
2. **Étape 2 : Sélectionner l'outil adéquat** Pour l'acier, même de petit diamètre, une force importante et bien répartie est nécessaire. Jean doit utiliser une cintreuse mécanique d'établi ou, idéalement, une cintreuse hydraulique manuelle. Ces outils garantissent une pression progressive.

3. **Étape 3 : Décrire la procédure de sécurité** Jean doit s'assurer que la forme de cintrage et les galets correspondent parfaitement au diamètre du tube en acier. Il doit appliquer la pression lentement et de manière continue, sans à-coups. Il doit vérifier visuellement l'intrados pendant l'opération pour détecter le moindre début de pli.

1.2. Cintrage à Chaud et Remplissage au Sable

a. La sagesse du sable et du feu

Même si les cintreuses hydrauliques modernes se trouvent partout, de Kisangani à Matadi, la technique du cintrage à chaud reste fondamentale. Elle est la méthode ancestrale du plombier-artisan, une preuve que la maîtrise du feu et des matériaux simples surpasse parfois la machine. Cette compétence distingue le technicien qui s'adapte de celui qui dépend uniquement de son équipement. Elle est synonyme de débrouillardise sur un chantier isolé dans le fin fond du Kwilu.

Remplir un tube de sable avant de le chauffer peut sembler étrange. Pourtant, ce geste empêche le métal de s'aplatir ou de se plisser sous la contrainte. Le sable, dense et incompressible, agit comme un squelette interne temporaire. Il garantit une courbe parfaite et solide, une astuce que les anciens maîtres-forgerons utilisaient déjà bien avant l'électricité.

A. Principe Physique et Matériaux concernés

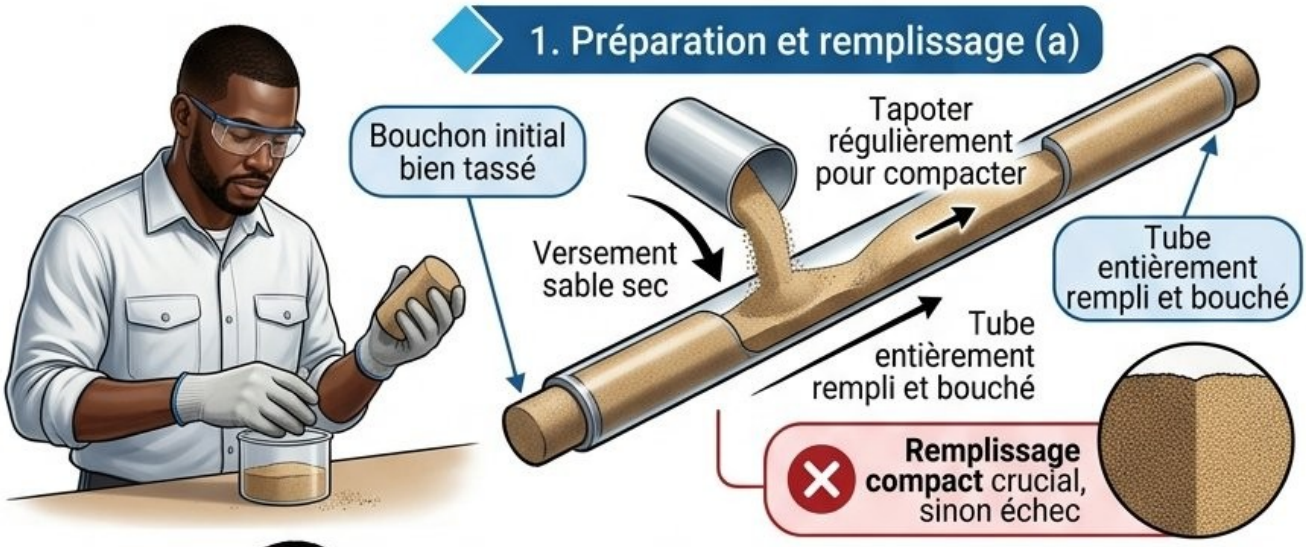
Le cintrage à chaud rend le métal temporairement malléable, dans un état dit "pâteux". La chaleur, appliquée avec un chalumeau oxyacétylénique, diminue la résistance mécanique de l'acier ou du cuivre. Le métal atteint une température où il se déforme facilement sans se rompre. C'est le stade "rouge cerise".

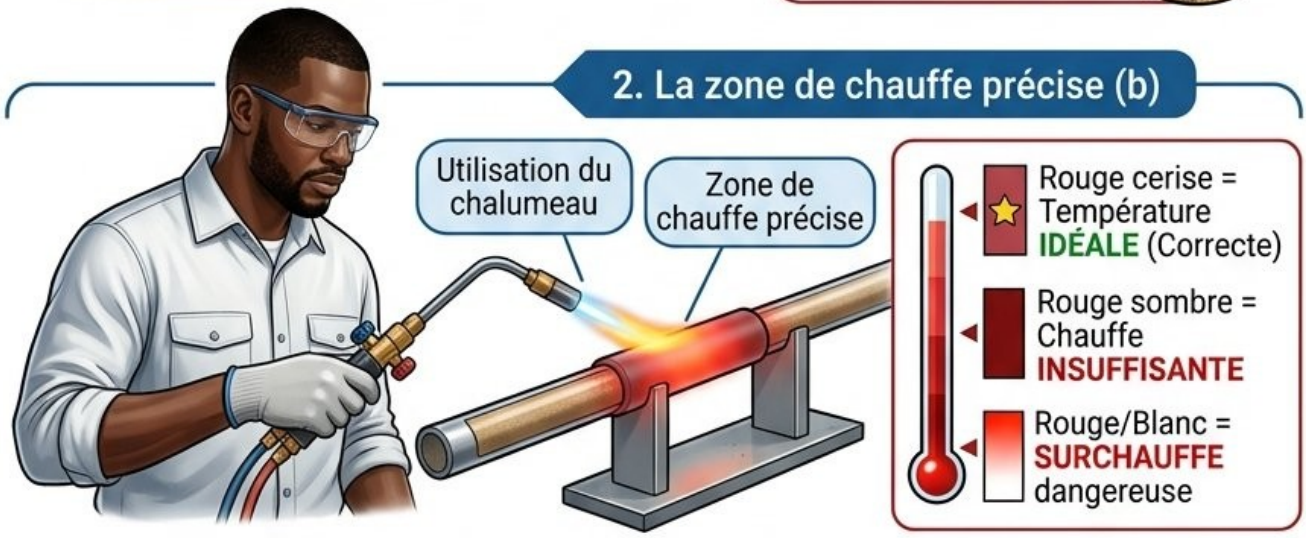
Le sable joue un rôle purement mécanique. Pour être efficace, il doit posséder trois qualités : - Il doit être parfaitement sec pour éviter la formation de vapeur sous pression. - Il doit être fin et de granulométrie uniforme pour bien se tasser. - Il doit être propre, sans argile ni débris organiques.

Cette méthode est principalement utilisée pour les tubes en acier noir et, plus rarement, pour les tubes en cuivre recuit de grand diamètre.

Figure 3 : Réf. IMG (8194-8405-4411)

Séquence du cintrage à chaud avec remplissage au sable et chalumeau





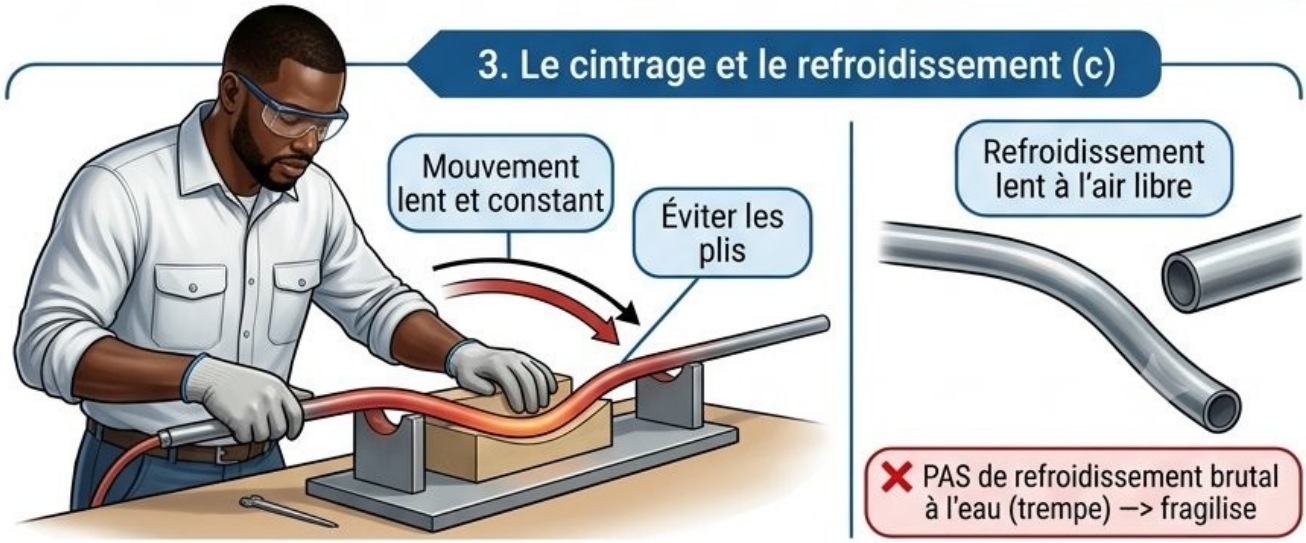


Figure 3 : Réf. IMG (8194-8405-4411)

Séquence du cintrage à chaud avec remplissage au sable et chalumeau

a. Préparation et remplissage

L'opérateur bouche une extrémité du tube avec un bouchon ou un chiffon très tassé. Ensuite, il verse le sable sec à l'intérieur, en tapotant régulièrement le tube pour assurer un remplissage compact et sans vides. Un mauvais tassement est la cause principale de l'échec. Une fois plein, l'autre extrémité est également bouchée. Le tube est alors prêt pour la chauffe.

b. La zone de chauffe précise

Le plombier utilise un chalumeau pour chauffer la zone exacte où le cintrage doit s'opérer. La couleur du métal est le seul guide. Il faut atteindre une teinte "rouge cerise", uniforme sur toute la circonférence de la zone à plier. Un rouge trop sombre indique une chauffe insuffisante. Un rouge tendant vers le blanc signale une surchauffe dangereuse qui fragilise le métal.

c. Le cintrage et le refroidissement

Une fois la bonne température atteinte, le tube est placé sur un gabarit ou plié manuellement avec précaution. Le mouvement doit être lent et constant pour éviter les plis. Après obtention de l'angle désiré, le tube doit refroidir lentement à l'air libre. Un refroidissement brutal à l'eau (trempe) modifierait la structure de l'acier et le rendrait cassant.

B. Défauts Courants et Solutions

Le non-respect de la procédure engendre des défauts qui rendent la pièce inutilisable. L'aplatissement du tube au niveau de la courbure est le plus fréquent. Il est presque toujours causé par un manque de sable ou un sable mal tassé à l'intérieur. Le vide interne ne permet pas au tube de conserver sa forme circulaire.

Le plissement, ou formation de vagues sur la partie intérieure du cintre, est un autre défaut. Il résulte souvent d'une surchauffe localisée ou d'une tentative de cintrage trop rapide. Le métal, trop ramolli, se replie sur lui-même au lieu de s'étirer et se comprimer harmonieusement.

Figure 4 : Réf. IMG (7757-4544-4863)

Comparaison visuelle entre un cintrage réussi et deux cintrages ratés

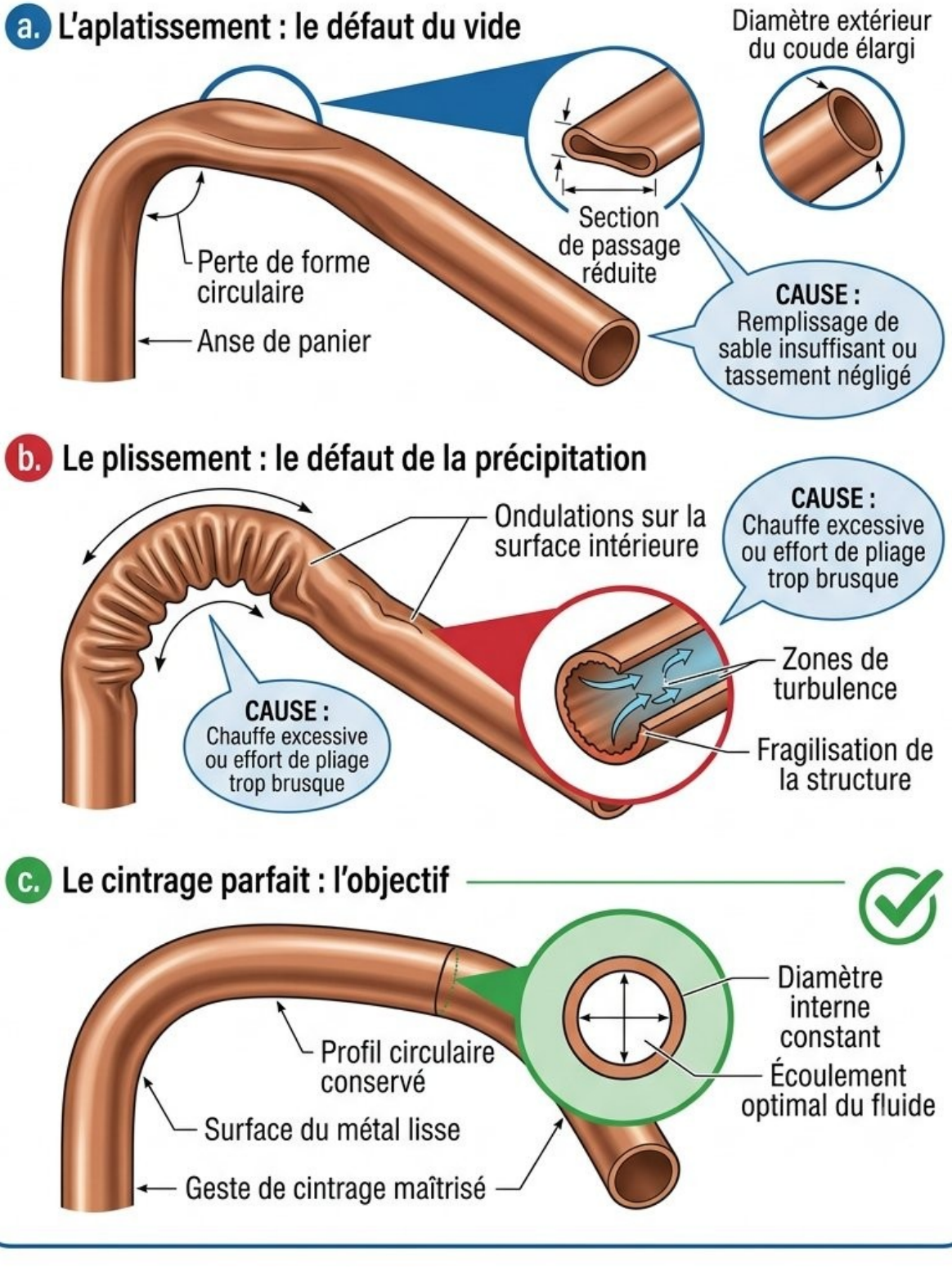


Figure 4 : Réf. IMG (7757-4544-4863)

Comparaison visuelle entre un cintrage réussi et deux cintrages ratés

a. L'aplatissement : le défaut du vide

Ce défaut montre un tube qui a perdu sa forme circulaire dans la courbe, ressemblant à une anse de panier aplatie. Visuellement, le diamètre extérieur du coude est plus large que le diamètre du tube droit. Cela réduit la section de passage du fluide et crée des pertes de charge importantes. La cause est un remplissage de sable insuffisant ou un tassement négligé.

b. Le plissement : le défaut de la précipitation

Ici, la surface intérieure du cintre présente des ondulations, comme un accordéon. Ce défaut est typique d'une chauffe excessive ou d'un effort de pliage trop brusque. Le métal, devenu trop "mou", ne peut pas supporter la compression et se froisse. Cela crée des zones de turbulence et fragilise la structure du tube.

c. Le cintrage parfait : l'objectif

Un cintrage réussi conserve un profil parfaitement circulaire sur toute la longueur de la courbe. La surface du métal est lisse, sans plis ni aplatissement. Le diamètre interne est constant, garantissant un écoulement optimal du fluide. Cela témoigne d'un contrôle parfait de la température, d'un remplissage au sable impeccable et d'un geste de cintrage maîtrisé.

■ ■ ■

L'anecdote du chantier de l'Équateur

Sur un projet d'adduction d'eau près de Mbandaka, la cintreuse hydraulique tombe en panne. La pièce de rechange ne peut arriver de Kinshasa avant des semaines. Le chantier est bloqué. Il faut réaliser plusieurs coudes à 90 degrés sur des tubes en acier noir de 2 pouces pour contourner les fondations d'un bâtiment. Les jeunes techniciens, habitués aux machines, sont désemparés. C'est Papa Kanku, un vieux plombier expérimenté de la Province Orientale venu en renfort, qui propose la solution. Avec un simple chalumeau, du sable tamisé et séché au soleil sur une tôle, et un gabarit tracé au sol, il se met au travail. Sous les yeux ébahis de l'équipe, il cintre chaque tube à la perfection en utilisant la méthode du remplissage à chaud. Le chantier a pu reprendre,

prouvant que la connaissance des techniques fondamentales est une richesse inestimable.

Scénarios et Exercices

Exercice 1 : Le coude de radiateur à Lubumbashi

Énoncé : Papa Wetchi installe un système de chauffage central dans une vieille maison à Lubumbashi. Il doit réaliser un coude à 90° sur un tube en acier à paroi fine pour connecter un radiateur. Il craint que le tube ne s'écrase avec sa cintreuse manuelle à froid. Il décide d'utiliser la méthode à chaud avec du sable.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Diagnostic du risque** Un tube à paroi fine a une très faible résistance structurelle à la compression lors du cintrage. Le risque principal est l'aplatissement (ovalisation) sévère du tube, ce qui réduirait le débit d'eau chaude et compromettrait l'efficacité du radiateur.
2. **Étape 2 : Préparation sécurisée du tube** Il doit boucher une extrémité du tube, le remplir de sable très sec en le tassant énergiquement, puis boucher l'autre extrémité. Le sable agira comme une âme pleine, empêchant les parois de s'effondrer vers l'intérieur.
3. **Étape 3 : Application contrôlée de la méthode** Il chauffe la zone à cintrer jusqu'à la couleur "rouge cerise". Il plie ensuite le tube lentement et de manière continue. Le sable transmet la pression uniformément et garantit le maintien du profil circulaire du tube. Le résultat est un coude parfait sans réduction de section.

Exercice 2 : La panne matérielle au Kasaï

Énoncé : Une équipe de plombiers intervient sur une conduite d'eau à Mbuji-Mayi. Ils doivent créer un angle de 45° sur un tube en acier. Leur machine est en panne. Ils disposent d'un chalumeau et d'un tas de sable récupéré près d'une rivière. Un jeune apprenti propose de remplir immédiatement le tube avec ce sable pour gagner du temps.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identification du danger critique** Le sable provenant d'une rivière est saturé d'eau. Chauffer un tube hermétiquement bouché contenant de l'eau (même sous forme d'humidité dans le