Code :
MS901911

Domaine : TECHNIQUES PROFESSIONNELLES | Option : Plomberie

CALCULS PROFESSIONNELS

Fondamentaux du calcul technique pour les installations et interventions en plomberie.

1ère année



Fondamentaux du **calcul technique** pour les installations et interventions en **plomberie.**

Domaine : **TECHNIQUES PROFESSIONNELLES** | Option : **Plomberie**



TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

Objectifs Pédagogiques Généraux 1

- 1. Maîtrise des Outils Mathématiques Appliqués 1
- 2. Développement de l'Autonomie Analytique 1
- 3. Ancrage aux Exigences Normatives et Économiques 1

Consignes de Sécurité et Précision 2

- 1. La Finalité Opérationnelle du Calcul 2
- 2. Le Calcul comme Acte de Prévention 2
- 3. L'Exigence de Précision Absolue 2

Matériel Didactique Requis 2

- 1.1. Instruments de Mesure et de Tracé 2
- 1.2. Outils de Calcul et de Support Documentaire 3
- 1.3. Matériel de Démonstration Pratique 3

Méthodologie et Évaluation 3

- 1. Approche Pédagogique 3
- 2. Cadre d'Évaluation 4

PARTIE I : GÉOMÉTRIE FONDAMENTALE APPLIQUÉE À LA TUYAUTERIE **5**

a. Des formes et des fluides 5

b. L'arsenal du plombier-géomètre 5

c. Du trait au volume : la capacité des tuyaux 5

d. Calculer pour économiser : la géométrie de la précision 5

CHAPITRE 1 : LE THÉORÈME DE PYTHAGORE EN PLOMBERIE **6**

1.1. Définition et Principe du Triangle Rectangle 6

- a. L'astuce des bâtisseurs égyptiens 6
- A. Anatomie du triangle rectangle 6
- B. Identification des côtés : une règle sans exception 6

FIGURE 1 : RÉF. IMG (8077-7258-1782) **8**

Le triangle rectangle et ses trois côtés caractéristiques en plomberie 8

- Anecdote : Le chantier de Kananga 8

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

1.2. Calcul de l'Hypoténuse pour les Dévoiements.....10
- a. Le chemin direct n'est pas toujours possible.....10
- A. La géométrie du dévoiement.....10

FIGURE 2 : RÉF. IMG (3691-9967-2062).....11

Schéma d'un dévoiement de tuyauterie simple en plomberie.....11
- B. L'application du Théorème de Pythagore.....11

FIGURE 3 : RÉF. IMG (6114-4327-4815).....13

Application de la formule de Pythagore au calcul du dévoiement.....13
- C. Scénarios et Exercices.....13

1.3. Détermination des Cathètes et Vérification d'Équerrage.....15
- a. L'oeil du maçon.....15
- A. Calculer un côté de l'angle droit (une cathète).....15

FIGURE 4 : RÉF. IMG (1451-1179-8475).....17

Schéma d'un tuyau en diagonale contre un mur de salle de bain.....17
- B. La vérification d'équerrage : la règle du 3-4-5.....17

1.4. Application aux Diagonales de Pièces Carrées et Rectangulaires.....20
- a. L'oeil du plombier face à l'espace.....20
- A. Le cas du rectangle : La diagonale comme hypoténuse.....20
- B. Le cas du carré : Une formule encore plus rapide.....20

FIGURE 5 : RÉF. IMG (2012-2535-8863).....23

La diagonale d'une pièce rectangulaire vue comme l'hypoténuse d'un triangle.....23
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....23

CHAPITRE 2 : LES THÉORÈMES DE THALÈS ET D'EUCLIDE.....26

2.1. Principes de Proportionnalité de Thalès.....26
- a. L'accroche du plombier malin.....26
- A. Le théorème de Thalès : la règle de trois géométrique.....26

FIGURE 6 : RÉF. IMG (5915-9053-8687).....28

Configuration classique du théorème de Thalès avec droites parallèles et séca.....28
- B. La configuration "papillon".....28

FIGURE 7 : RÉF. IMG (4925-7575-1351).....31

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Configuration papillon du théorème de Thalès avec des droites sécantes....31
- L'astuce du Vieux Ba Lendo à Mbandaka....31

2.2. Calcul des Hauteurs et Distances dans les Réseaux Ramifiés....33
- a. L'intelligence du terrain....33
- A. Le principe de Thalès dans les tuyauteries....33
- B. Visualisation sur un réseau....34

FIGURE 8 : RÉF. IMG (7573-2870-3346)....36

Schéma simplifié d'un réseau de plomberie avec points et mesures....36
- Anecdote : Le secret du "Vieux" Kabasele....36

2.3. Relations Métriques dans le Triangle Rectangle (Euclide)....39
- a. L'avertissement du géomètre....39
- A. Anatomie du Triangle Rectangle....39

FIGURE 9 : RÉF. IMG (2785-6580-5021)....40

Schéma détaillé d'un triangle rectangle et ses composantes euclidiennes....40
- B. Les Deux Théorèmes Fondamentaux d'Euclide....40

FIGURE 10 : RÉF. IMG (3286-7146-5962)....43

Application pratique du théorème de la hauteur en plomberie....43
- b. Le théorème du cathète....43
- C. Scénarios et Exercices....44

2.4. Division de Segments et Interpolation de Niveaux....45
- a. La sagesse du terrain....45
- A. Division géométrique d'un segment....46

FIGURE 11 : RÉF. IMG (9545-5332-9435)....48

Division géométrique d'un segment en cinq parties égales par Thalès....48
- B. Interpolation linéaire pour le calcul de pentes....48

CHAPITRE 3 : GÉOMÉTRIE CIRCULAIRE, ANGLES ET ARCS....51

3.1. Mesure et Conversion des Angles....51
- a. L'œil du géomètre et la main du plombier....51
- A. Les Unités de Mesure d'Angle....51
- B. La Conversion entre Degrés et Radians....51
- C. Scénarios et Exercices....52

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

3.2. Calcul de la Longueur d'Arc pour le Cintrage.....54
- a. Le geste ancestral du plombier moderne.....54
- A. La Formule Fondamentale du Cintrage.....54
- B. Le Rayon sur Fibre Neutre : La Précision du Plombier.....55

3.3. Périmètres et Surfaces des Sections Circulaires.....57
- a. L'héritage du cercle.....57
- A. Le périmètre de la section : la longueur du contour.....57
- B. La surface de la section : le passage de l'eau.....58

3.4. Volumes Cylindriques et Capacité des Réservoirs.....59
- a. Le paradoxe du vide utile.....59
- A. La Formule du Volume d'un Cylindre.....60

FIGURE 12 : RÉF. IMG (7275-5282-7265).....61

Schéma d'un cylindre avec ses dimensions pour le calcul de volume.....61
- B. De la Mesure au Litre : La Conversion Pratique.....61

FIGURE 13 : RÉF. IMG (3532-6896-0683).....64

Infographie montrant la conversion du mètre cube en litres d'eau.....64
- C. Scénarios et Exercices.....64

3.5. Calcul des Volumes Tronconiques (Réductions).....66
- a. L'objet insoupçonné.....66
- A. Paramètres Clés du Tronc de Cône.....66
- B. La Formule du Volume.....66

FIGURE 14 : RÉF. IMG (0726-8859-0022).....68

Schéma coté d'une réduction concentrique avec ses grandeurs fondamentales.....68
- C. Utilité Professionnelle du Calcul.....68

PARTIE II : ÉTUDE DES PENTES ET INCLINAISONS SANITAIRES.....71

a. La loi de la gravité en plomberie.....71

b. Le juste milieu : ni trop, ni trop peu.....71

c. La pente en pourcentage (%) et en centimètres par mètre (cm/m).....71

d. L'application aux différents types d'évacuation.....71

CHAPITRE 4 : NOTIONS FONDAMENTALES DE PENTE ET RAMPE.....72

4.1. Définitions et Distinction Pente/Rampe.....72

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- a. L'eau, une alliée paresseuse....72
- A. La Pente : Le chemin de l'eau....72

FIGURE 15 : RÉF. IMG (5431-0005-1236)....73

Schéma illustrant la différence entre une pente sanitaire et une rampe....73

- B. La Rampe : Le chemin des hommes et du matériel....73

4.2. Expression des Pentes : Pourcentage, Degrés, mm/m....76

- a. L'eau ne ment jamais....76
- A. La pente en pourcentage (%)....76
- B. La pente en millimètres par mètre (mm/m)....76

FIGURE 16 : RÉF. IMG (3549-6388-0939)....78

Représentation schématique d'une pente de canalisation d'eaux usées....78

- C. La pente en degrés (°)....78

4.3. Pentes Minimales et Maximales selon les Matériaux....80

- a. De la rigole médiévale au calcul de précision....80
- A. La Pente Minimale : L'Alliée de la Gravité....81
- B. La Pente Maximale : Le Faux Ami de l'Évacuation....81

FIGURE 17 : RÉF. IMG (3422-5392-0808)....83

Comparaison des pentes pour tuyaux en PVC et en béton....83

- C. Tableau Récapitulatif des Pentes Usuelles....83

4.4. Relation entre Pente, Vitesse et Autocurage....85

- a. La gravité, premier plombier de l'histoire....85
- A. La Vitesse d'écoulement : une question d'équilibre....86
- B. L'Autocurage : le nettoyage naturel du tuyau....86

CHAPITRE 5 : NOMENCLATURE ET CALCULS DE DÉNIVELÉ....89

5.1. Terminologie du Nivellement : Radier, Génératrice, Fil d'eau....89

- a. Le paradoxe de l'eau immobile....89
- A. Le Radier : Le point le plus bas....89
- B. La Génératrice : La ligne de construction....89

FIGURE 18 : RÉF. IMG (3571-6982-7400)....91

Coupe transversale d'une canalisation illustrant radier, fil d'eau et générat....91

- C. Le Fil d'eau : Le vrai niveau de l'écoulement....91

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

5.2. Calcul du Dénivelé Total et Partiel....93
- a. Le secret des aqueducs romains....93
- A. Le Dénivelé : Définition et Formule Fondamentale....93

FIGURE 19 : RÉF. IMG (9359-0286-9657)....96

Schéma du principe de dénivelé pour une canalisation d'évacuation sanitaire....96
- B. Distinction entre Dénivelé Partiel et Total....96

FIGURE 20 : RÉF. IMG (0792-5973-0991)....98

Comparaison visuelle entre le dénivelé total et un dénivelé partiel....98
- b. L'anecdote de Papa Mbiya....98

5.3. Utilisation du Niveau à Bulle et du Niveau à Eau....100
- a. L'eau ne ment jamais....100
- A. Le Niveau à Bulle : L'Œil du Plombier....100
- B. Le Niveau à Eau : La Précision sur la Distance....100

FIGURE 21 : RÉF. IMG (0826-5196-1370)....103

Comparaison visuelle du niveau à bulle et du niveau à eau....103
- b. L'anecdote du chantier de Bukavu....103

5.4. Introduction au Niveau Optique et Laser....105
- a. La précision, une vieille histoire....105
- A. Le Niveau Optique : La Précision Traditionnelle....105

FIGURE 22 : RÉF. IMG (9147-9482-3958)....107

Schéma simplifié d'un niveau optique de chantier avec sa mire....107
- B. Le Niveau Laser : La Vitesse Moderne....107

FIGURE 23 : RÉF. IMG (9861-7842-0355)....109

Un plombier utilisant un niveau laser rotatif dans une nouvelle construction....109
- Anecdote de chantier : Le mystère de l'évacuation paresseuse....109

CHAPITRE 6 : FRUITS ET CONTRE-FRUITS EN OUVRAGE SANITAIRE....112

6.1. Définition et Utilité du Fruit....112
- a. Une leçon de la nature....112
- A. Définition technique du Fruit....112

FIGURE 24 : RÉF. IMG (8833-5093-2691)....114

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Schéma technique d'un mur de tranchée avec fruit et ses cotes.....114
- B. Utilité et champ d'application.....114

FIGURE 25 : RÉF. IMG (8617-6649-9452).....117

Comparaison de la poussée des terres sur un mur vertical et un mur avec fruit.....117
- Anecdote : La tranchée de Papa Grégoire à Mbandaka.....117

6.2. Le Contre-Fruit et les Parois Intérieures.....119
- a. Le secret des murs qui résistent.....119
- A. Définition et utilité du contre-fruit.....119
- B. Calculer l'angle et le déport.....120

FIGURE 26 : RÉF. IMG (1241-4639-2433).....122

Schéma d'une paroi en contre-fruit avec ses cotes de calcul.....122
- Anecdote du chantier de Matadi.....122

6.3. Calcul de Stabilité pour Fosses et Réservoirs.....124
- a. L'illusion de la terre protectrice.....124
- A. Les forces en jeu : Poussée des terres et poussée d'Archimède.....124
- B. La condition de stabilité au soulèvement.....125

6.4. Intégration du Fruit dans le Drainage Périphérique.....126
- a. L'ennemi silencieux du drainage : l'eau stagnante.....126
- A. Le principe de l'évacuation combinée.....127
- B. Calcul de la distance de rejet au pied du mur.....127

FIGURE 27 : RÉF. IMG (2657-4655-5816).....129

Schéma du fruit d'un mur et du système de drainage périphérique.....129
- L'anecdote du chantier de Matadi.....129

PARTIE III : APPLICATIONS TECHNIQUES ET DIMENSIONNEMENT.....132

a. Le but du jeu : le bon débit au bon endroit.....132

b. Le duo inséparable : Pression et Débit.....132

c. Les outils du plombier : les formules de calcul.....132

d. Du plan à la réalité : l'impact sur le chantier.....132

CHAPITRE 7 : APPLICATION DES THÉORÈMES AUX RÉSEAUX COMPLEXES.....134

7.1. Calcul des Dévoiements Spatiaux (Rolling Offsets).....134
- a. Le défi tridimensionnel.....134

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- A. Le dévoiement spatial : Définition et composantes.....134

FIGURE 28 : RÉF. IMG (7789-1948-7896).....136

Schéma d'un dévoiement spatial avec ses trois axes de mesure.....136

- B. La solution par le théorème de Pythagore.....136

FIGURE 29 : RÉF. IMG (7493-2637-9215).....139

Application du théorème de Pythagore en deux étapes sur le dévoiement.....139

- C. Scénarios et Exercices.....139

7.2. Écartement des Conduites Parallèles (Spread Calculation).....141

- a. L'ordre avant le débit.....141
- A. Le Triangle du Plombier : Déport, Écartement, Parcours.....141

FIGURE 30 : RÉF. IMG (7140-3441-4224).....143

Schéma du calcul d'écartement pour un déport avec des coudes à 45°.....143

- B. La Formule Mathématique et son Application.....143

FIGURE 31 : RÉF. IMG (5805-3251-2402).....145

Comparaison visuelle entre un déport à 45° et un déport à 60°.....145

- b. La fuite évitée de justesse à Goma.....145

7.3. Lyres de Dilatation et Ancrages.....147

- a. Le métal qui respire.....147
- A. Le Calcul de la Dilatation Linéaire.....147

FIGURE 32 : RÉF. IMG (7844-9622-3858).....150

Schéma comparatif de la dilatation d'un tuyau avec et sans lyre.....150

- B. Lyres et Points d'Ancrage : La Solution Technique.....150

FIGURE 33 : RÉF. IMG (5900-3193-2052).....152

Positionnement stratégique des points fixes et de la lyre sur une tuyauterie.....152

- b. Anecdote du chantier de l'Hôpital de Mbandaka.....152

7.4. Optimisation des Coupes et Gestion des Chutes.....154

- a. L'œil du maître et le portefeuille du client.....154
- A. Le Calepinage : La Stratégie Avant la Scie.....154

FIGURE 34 : RÉF. IMG (9582-4205-7686).....156

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Optimisation de coupe de tuyau PVC : une mauvaise planification générant des 156
- B. L'Algorithme du Plombier Prudent.....156

7.5. Raccordements Obliques et Angles Spécifiques.....159
- a. L'angle caché du quotidien.....159
- A. Le cas du dévoiement à 45° : la règle de base.....159
- B. Angles spécifiques : la puissance de la trigonométrie.....160

FIGURE 35 : RÉF. IMG (0521-7481-5842).....163

Calcul de la longueur d'un tuyau avec un angle quelconque (alpha).....163
- Une histoire d'angle à Mbandaka.....163

CHAPITRE 8 : CALCULS HYDRAULIQUES D'ÉVACUATION.....166

8.1. Relation Débit-Diamètre-Pente.....166
- a. L'eau ne pardonne pas les erreurs de calcul.....166
- A. Le Débit d'évacuation (Q).....166
- B. Le Diamètre du tuyau (D).....166
- C. La Pente de l'écoulement (P).....166

FIGURE 36 : RÉF. IMG (2879-3876-9638).....169

Visualisation de l'influence de la pente et du diamètre sur l'écoulement.....169
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....169

8.2. Calcul du Coefficient de Remplissage.....171
- a. Le paradoxe du tuyau trop plein.....171
- A. Définition et Formule du Coefficient de Remplissage (h/D).....171
- B. Valeurs Réglementaires et Application Pratique.....171

FIGURE 37 : RÉF. IMG (0179-3240-7016).....174

Représentation schématique du coefficient de remplissage dans une canalisatio.....174
- C. Scénarios et Exercices.....174

8.3. Gestion des Ressauts Hydrauliques.....176
- a. L'onde qui ne bouge pas.....176
- A. Identification du Ressaut Hydraulique.....176

FIGURE 38 : RÉF. IMG (6814-7551-3467).....179

Schéma d'un ressaut hydraulique dans une canalisation d'évacuation horizontale.....179
- B. Le Nombre de Froude : Le Juge de Paix.....179

FIGURE 39 : RÉF. IMG (7961-3699-6264) **182**

Les trois régimes d'écoulement classifiés par le nombre de Froude 182

- b. Scénarios et Exercices 182

8.4. Dimensionnement des Collecteurs d'Eaux Pluviales 184

- a. La colère du ciel et la sagesse du plombier 184
- A. Le Débit Pluvial : La Quantité d'Eau à Maîtriser 184

FIGURE 40 : RÉF. IMG (9541-2832-0172) **187**

Schéma d'un système de collecte d'eaux pluviales sur un toit 187

- B. La Pente et le Diamètre du Collecteur 187

8.5. Dimensionnement des Ventilations Primaires et Secondaires 189

- a. L'héritage des anciens plombiers 189
- A. Rôle et Distinction des Ventilations 190

FIGURE 41 : RÉF. IMG (0240-8830-6733) **191**

Schéma simplifié d'une ventilation primaire et secondaire dans un bâtiment 191

- B. Règles de Calcul des Diamètres 191

CHAPITRE 9 : TRACÉ, IMPLANTATION ET DEVIS **194**

9.1. Tracé des Réseaux sur le Terrain (Implantation) 194

- a. Du plan à la poussière du chantier 194
- A. Les Outils Essentiels du Tracé 194

FIGURE 42 : RÉF. IMG (5933-9144-8935) **196**

Outils essentiels du plombier pour un tracé précis sur le chantier 196

- B. La Méthode du 3-4-5 (Triangle du Maçon) 196

FIGURE 43 : RÉF. IMG (2530-6655-4278) **197**

Application pratique de la méthode 3-4-5 pour un angle droit 197

- C. Scénarios et Exercices 197

9.2. Calcul des Points de Pénétration et Réservations 199

- a. Le plombier, un géomètre du quotidien 199
- A. Le Principe du Repérage par Coordonnées 199
- B. La Notion de Réservation 199

FIGURE 44 : RÉF. IMG (6701-0991-4354) **202**

Schéma de calcul d'un point de pénétration dans un mur....202
- b. Scénarios et Exercices....202

9.3. Élaboration de Croquis Isométriques Cotés....204
- a. La vision en 3D du plombier....204
- A. Les principes de la perspective isométrique....204
- B. La cotation : donner les mesures à la tuyauterie....205

9.4. Métré Quantitatif et Estimation des Coûts....207
- a. L'héritage du compte exact....207
- A. Le Métré Quantitatif : L'inventaire du chantier....207

FIGURE 45 : RÉF. IMG (4339-2162-2457)....210

Plan de plomberie simple et son devis quantitatif correspondant....210
- B. L'Estimation des Coûts : La transformation en valeur monétaire....210

9.5. Lecture et Interprétation des Plans d'Architecte et de Génie Civil....213
- a. Le plan : la feuille de route du plombier....213
- A. Les symboles normalisés : le vocabulaire du plan....213
- B. L'échelle : du papier à la réalité....214

Annexe A : Formulaire de Géométrie et Trigonométrie....216
- A. Géométrie Plane : Périmètres et Aires....216
- B. Géométrie dans l'Espace : Aires Latérales et Volumes....217
- C. Trigonométrie dans le Triangle Rectangle....218
- D. Relations Trigonométriques (Triangle Quelconque)....219

Annexe B : Tableaux de Conversion et Unités Usuelles....220
- A. Pression (P)....220
- B. Débit (Q)....221
- C. Diamètres et Dimensions Linéaires....222
- D. Volume (V) et Capacité....223
- E. Puissance (P)....223
- F. Température (T)....223

Annexe C : Abaques de Pentes et Débits pour le PVC....224
- A. Principes Fondamentaux de l'Abaque Hydraulique....224
- B. Paramètres Essentiels de l'Écoulement en PVC....224
- C. Fondement Théorique : La Formule de Manning-Strickler....225
- D. Valeurs de Référence et Règles d'Usage....226

Annexe D : Lexique Technique Illustré....227

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- A. Hydraulique Fondamentale.....227
- B. Tuyauterie et Dimensionnement.....228
- C. Phénomènes Spécifiques et Composants.....229

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

PRÉLIMINAIRES

Objectifs Pédagogiques Généraux

1. Maîtrise des Outils Mathématiques Appliqués

L'acquisition d'une maîtrise des outils mathématiques fondamentaux appliqués à la plomberie représente le premier objectif. Il s'agit de transposer les savoirs arithmétiques et géométriques vers la résolution de problèmes concrets du métier. Cette compétence inclut la manipulation correcte des unités de mesure (pression, débit, volume), la conversion entre systèmes et l'application rigoureuse des formules de dimensionnement. La finalité est de solidifier les bases calculatoires de l'apprenant pour le contexte spécifique de l'hydraulique du bâtiment.

2. Développement de l'Autonomie Analytique

Le développement de l'autonomie analytique forme le deuxième axe majeur. La formation amène l'apprenant à modéliser une situation technique réelle, comme le calcul de pente d'une évacuation ou la perte de charge dans un réseau. Cette démarche implique l'identification des données pertinentes, le choix de la méthode de calcul appropriée et l'interprétation critique du résultat obtenu. La compétence visée est la capacité à traduire un problème de chantier en une formulation mathématique claire et à en valider la solution.

3. Ancrage aux Exigences Normatives et Économiques

L'ancrage des compétences calculatoires dans la réalité normative et économique du secteur est le troisième objectif. Les calculs déterminent la conformité d'une installation, sa sécurité et sa viabilité économique. L'enseignement doit systématiquement lier un résultat numérique à ses implications concrètes : optimisation des matériaux, respect des débits réglementaires et garantie d'un fonctionnement durable. L'apprenant intègre ainsi que chaque calcul engage sa responsabilité professionnelle.

Consignes de Sécurité et Précision

1. La Finalité Opérationnelle du Calcul

Le calcul professionnel en plomberie est un outil prédictif. Il anticipe et modélise les contraintes physiques, hydrauliques et matérielles d'une installation avant sa réalisation. Votre objectif pédagogique est de faire assimiler cette dimension fonctionnelle. Chaque formule, du débit à la perte de charge, correspond à une réalité tangible sur un chantier, que ce soit à Matadi ou à Lubumbashi. La validité structurelle et fonctionnelle d'une installation dépend entièrement de la justesse de ces calculs préliminaires.

2. Le Calcul comme Acte de Prévention

Toute erreur de calcul introduit un risque direct et mesurable. Une mauvaise évaluation de la pente d'évacuation génère des stagnations et des risques sanitaires. Un dimensionnement incorrect des supports pour une colonne montante entraîne des risques de rupture de charge. De même, un calcul de dilatation thermique négligé sur une conduite d'eau chaude à Isiro peut provoquer des déformations et des ruptures. Former l'élève à la double vérification et à l'autocritique des résultats est une priorité de sécurité active.

3. L'Exigence de Précision Absolue

La plomberie ne tolère aucune approximation. Un millimètre d'écart sur un raccord peut causer une fuite lente mais destructrice. Une estimation erronée des longueurs de tuyauterie engendre des surcoûts et des pertes de temps incompressibles. La maîtrise parfaite des unités (bars, litres/seconde, millimètres, pourcentages) et de leurs conversions est non négociable. Votre pédagogie doit donc cultiver une culture de la rigueur, où chaque chiffre est porteur de responsabilité technique et financière.

Matériel Didactique Requis

1.1. Instruments de Mesure et de Tracé

La précision des schémas et des calculs préliminaires est garantie par un ensemble d'instruments fondamentaux. L'enseignement requiert un outillage de base pour la représentation géométrique, permettant de matérialiser les concepts de longueurs, d'angles et de formes.

- Mètre ruban (3m ou 5m) pour les simulations pratiques.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- Règle plate graduée (30 cm à 50 cm) pour la réalisation des schémas isométriques.
- Équerre et rapporteur d'angles pour la vérification et le calcul des raccordements.
- Compas pour le traçage des arcs de cercle et des sections de tuyauterie.

1.2. Outils de Calcul et de Support Documentaire

La résolution des problèmes numériques et la consultation de données normatives nécessitent des outils spécifiques. Leur usage prépare l'élève aux conditions réelles de l'examen et du métier.

- Calculatrice scientifique non programmable, conforme aux exigences des épreuves nationales (TENASOSP/EXETAT).
- Tables de conversion des unités (pouces/millimètres, bars/Pascals, L/s/m³/h).
- Abaques et fiches techniques de fabricants (pertes de charge, diamètres nominaux, vitesses d'écoulement).

1.3. Matériel de Démonstration Pratique

La conceptualisation des calculs est facilitée par la manipulation d'échantillons réels. Ces éléments permettent d'établir un lien direct entre la théorie mathématique et l'application concrète sur un chantier à Matadi ou à Bunia.

- Échantillons de tuyauteries de différents matériaux (PVC-pression, multicouche, cuivre) et diamètres.
- Assortiment de raccords courants : coudes (45°, 90°), tés d'équerre, réductions concentriques.
- Niveau à bulle pour la démonstration physique du calcul des pentes.

Méthodologie et Évaluation

1. Approche Pédagogique

La démarche pédagogique adoptée privilégie l'induction. Chaque notion théorique est introduite par une situation-problème concrète, tirée du quotidien professionnel d'un plombier en RDC. Cette approche du "chantier vers la formule" ancre durablement les savoirs mathématiques dans la réalité du métier. L'élève identifie d'abord un besoin technique, formule une hypothèse, puis découvre et s'approprie l'outil de calcul pertinent. Le

raisonnement logique et l'autonomie sont ainsi au cœur du processus d'apprentissage. La finalité est de former des techniciens capables de diagnostiquer un problème et de sélectionner la bonne méthode de calcul pour le résoudre.

2. Cadre d'Évaluation

L'évaluation des compétences se structure en deux modalités distinctes et complémentaires. L'évaluation formative est réalisée au fil des chapitres grâce aux exercices et scénarios. Son but est de permettre à l'enseignant un ajustement didactique en temps réel et à l'élève une autocorrection immédiate. L'évaluation sommative, quant à elle, prend la forme de problèmes de synthèse en fin de module. Inspirée par les épreuves du TENASOSP, elle apprécie la capacité de l'élève à mobiliser plusieurs compétences pour traiter un cas complexe. La notation valorise autant la clarté du raisonnement et la méthodologie de résolution que l'exactitude du résultat final.

Partie I : Géométrie Fondamentale Appliquée à la Tuyauterie

a. Des formes et des fluides

Un tuyau est une ligne droite. Un raccord est un angle. Un réseau d'évacuation est une pente calculée. La plomberie transforme les concepts géométriques en installations fonctionnelles. L'eau, comme les habitants du Kwilu, préfère les chemins directs et efficaces. Un bon plombier ne voit pas des formes abstraites ; il voit des solutions pour guider un fluide sans perte de charge ni blocage.

b. L'arsenal du plombier-géomètre

Fondamentalement, le théorème de Pythagore devient l'outil principal pour calculer une longueur de tuyauterie en diagonale. La maîtrise des angles (30°, 45°, 90°) est indispensable pour assembler les coudes et tés sans erreur. S'ajoutent à cela les calculs de pente, exprimés en pourcentage, qui assurent l'écoulement parfait des eaux usées, de Kananga à Boma, sous l'effet de la simple gravité.

c. Du trait au volume : la capacité des tuyaux

Au-delà du simple tracé, la géométrie détermine le volume d'eau qu'un tuyau peut contenir et transporter. Le calcul de la section d'un tube (sa surface intérieure) permet de comprendre son débit potentiel. Doubler le diamètre d'un tuyau ne double pas sa capacité, il la quadruple. Cette connaissance est vitale pour dimensionner correctement l'alimentation d'un grand bâtiment à Kisangani.

d. Calculer pour économiser : la géométrie de la précision

Chaque centimètre de cuivre ou de PVC a un coût. La géométrie appliquée est donc une science de l'économie. Un calcul précis évite les coupes inutiles, minimise le nombre de raccords coûteux et garantit la justesse du devis. Un chantier bien préparé grâce à des schémas et des calculs corrects est la marque d'un professionnel fiable, respecté sur le marché du travail.

Chapitre 1 : Le Théorème de Pythagore en Plomberie

1.1. Définition et Principe du Triangle Rectangle

a. L'astuce des bâtisseurs égyptiens

Pendant l'Antiquité, les bâtisseurs égyptiens ne disposaient pas de nos équerres modernes. Ils utilisaient une corde à treize nœuds, espacés régulièrement, pour former un triangle parfait de côtés 3, 4 et 5. Cette technique simple leur garantissait des angles droits d'une précision remarquable pour construire les pyramides.

Cette astuce millénaire repose sur une propriété fondamentale de la géométrie. Le plombier, bâtisseur moderne, utilise cette même propriété pour garantir l'équerrage de ses tuyauteries. La maîtrise de ce principe est non négociable sur un chantier, que ce soit à Kinshasa ou à Kisangani.

A. Anatomie du triangle rectangle

Un triangle rectangle est un triangle qui possède un angle droit. Cet angle mesure exactement 90 degrés. C'est la forme géométrique la plus importante pour un plombier. Elle permet de calculer des longueurs de tuyaux inaccessibles à la mesure directe.

Les trois côtés du triangle rectangle portent des noms spécifiques :

- **L'hypoténuse** : C'est le côté le plus long du triangle.
- **Les deux autres côtés** : Ils sont nommés "côtés de l'angle droit" ou, plus techniquement, "cathètes".

La position de l'angle droit détermine quel côté est l'hypoténuse. Cette distinction est cruciale. Une erreur d'identification conduit systématiquement à un calcul faux et à une coupe de tuyau incorrecte.

B. Identification des côtés : une règle sans exception

Repérer l'hypoténuse est la première compétence à acquérir. Une seule règle existe : l'hypoténuse est toujours le côté opposé à l'angle droit. C'est le seul côté qui ne touche pas le sommet de l'angle de 90°.

Les deux cathètes, eux, se rejoignent pour former cet angle droit. Ils sont toujours perpendiculaires l'un à l'autre, comme un mur et le sol.

Figure 1 : Réf. IMG (8077-7258-1782)

Le triangle rectangle et ses trois côtés caractéristiques en plomberie

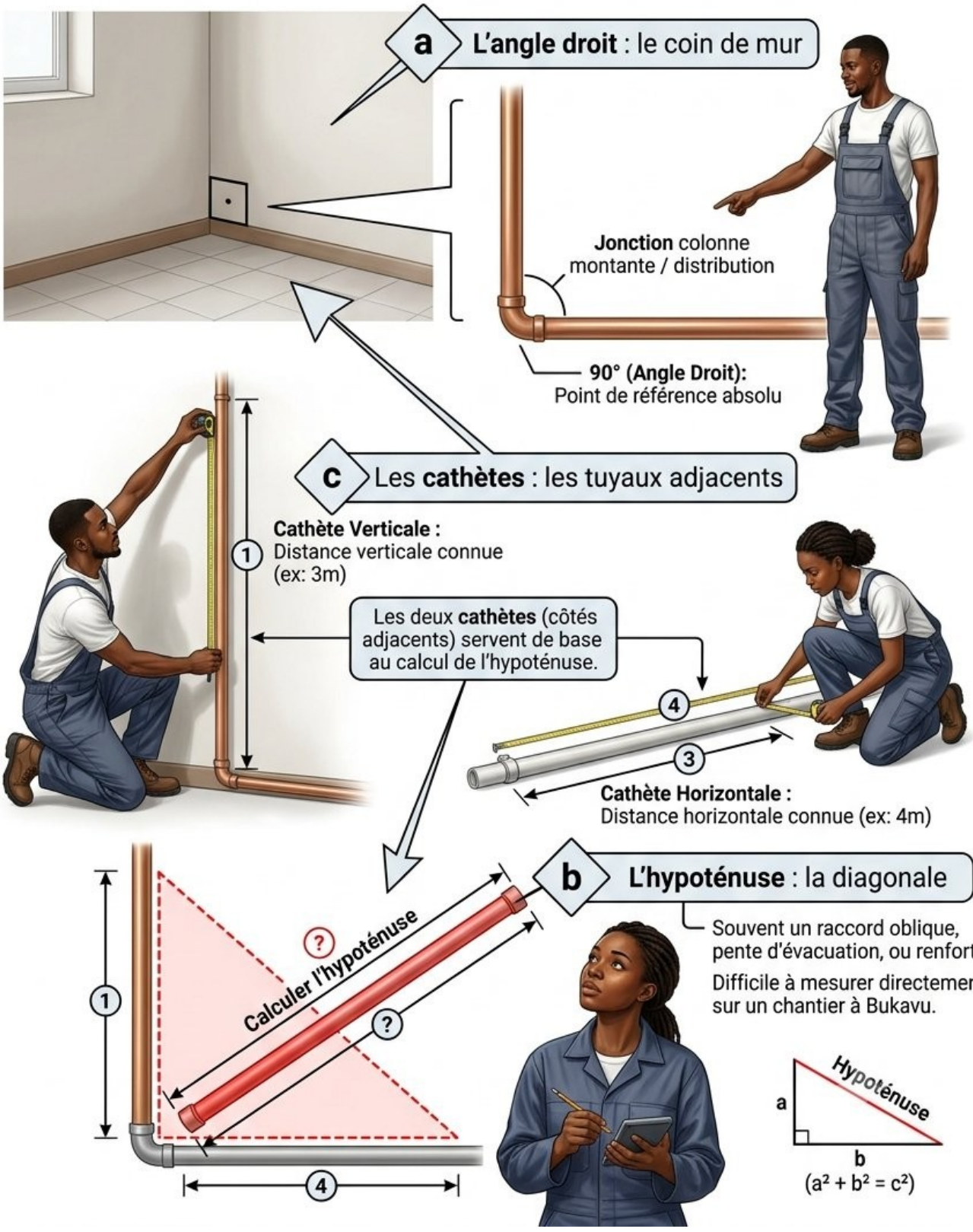


Figure 1 : Réf. IMG (8077-7258-1782)

Le triangle rectangle et ses trois côtés caractéristiques en plomberie

a. L'angle droit : le coin de mur

L'angle de 90° est le point de référence absolu. Visuellement, il correspond au coin parfait d'une pièce où un mur rencontre un autre mur ou le sol. En plomberie, il représente la jonction entre une colonne montante (verticale) et une distribution (horizontale). C'est le point de départ de tout raisonnement.

b. L'hypoténuse : la diagonale

L'hypoténuse est la "diagonale" du système. Elle ne touche jamais le sommet de l'angle droit. Pour le plombier, elle représente souvent un tuyau de raccordement oblique, une pente d'évacuation ou un renfort. C'est presque toujours le tuyau dont la longueur est la plus difficile à mesurer directement sur un chantier à Bukavu.

c. Les cathètes : les tuyaux adjacents

Les deux cathètes sont les côtés qui forment l'angle droit. Ce sont les segments de tuyauterie dont les longueurs sont généralement connues ou faciles à mesurer. Par exemple, la distance horizontale le long du sol et la distance verticale le long du mur. Ces deux mesures servent de base au calcul de l'hypoténuse.

■ ■ ■

Anecdote : Le chantier de Kananga

Papa Mbuyi, un chef de chantier expérimenté du Kasaï, aimait tester ses jeunes apprentis. Un jour, sur un projet de douche publique à Kananga, il demanda au jeune Fiston de préparer la coupe d'un long tuyau d'alimentation qui devait traverser un angle en diagonale. Le plan était mal dessiné, et l'angle droit n'était pas explicitement marqué. Les autres apprentis étaient perdus.

Fiston, au lieu de mesurer, posa son équerre de maçon à la jonction des deux tuyaux existants. L'un suivait le mur, l'autre le sol. L'équerre s'ajusta parfaitement. Il déclara : "L'angle droit est ici. Le tuyau que je dois couper est donc l'hypoténuse". Papa Mbuyi sourit. Fiston avait compris l'essentiel :

avant tout calcul, il faut localiser l'angle droit. C'est la clé de voûte de la plomberie.

Exercice 1 : Identification sur le plan

Énoncé : Maman Pauline, à Matadi, vous donne le plan simple d'une nouvelle cuisine. Trois tuyaux sont schématisés par les segments [XY], [YZ] et [XZ]. L'angle au sommet Y est un angle droit. Quel segment représente l'hypoténuse ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Localiser l'angle droit** L'énoncé précise que l'angle droit est situé au sommet Y. C'est le point de jonction des deux tuyaux perpendiculaires.
2. **Étape 2 : Identifier le côté opposé** Le côté qui ne touche pas le point Y est le segment [XZ]. Ce segment relie les deux extrémités des autres tuyaux. Le segment [XZ] est donc l'hypoténuse.

Exercice 2 : Le cas du renfort oblique

Énoncé : À Bumba, dans la Province de la Mongala, un grand réservoir d'eau est posé sur une dalle en béton. Un tuyau de vidange part verticalement du fond du réservoir vers le sol. Pour le stabiliser, un support métallique est soudé en diagonale entre le tuyau et la dalle. Le tuyau est perpendiculaire à la dalle. Quel élément joue le rôle de l'hypoténuse ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier la perpendicularité** Le tuyau de vidange est vertical et la dalle en béton est horizontale. Ils sont donc perpendiculaires. L'angle droit se situe à la base du tuyau, à sa jonction avec la dalle.
2. **Étape 2 : Identifier l'élément opposé à l'angle droit** Le support métallique est l'élément oblique qui relie un point sur le tuyau à un point sur la dalle. Il est opposé à l'angle droit formé par le tuyau et la dalle. Le support métallique représente l'hypoténuse du triangle formé.

1.2. Calcul de l'Hypoténuse pour les Dévoiements

a. Le chemin direct n'est pas toujours possible

Même si la ligne droite est le chemin le plus court, un plombier rencontre constamment des obstacles. Un mur, une poutre ou une autre canalisation forcent à dévier la trajectoire du tuyau. Ce contournement est un "dévoiement".

Cette manœuvre crée une figure géométrique simple : le triangle rectangle. Maîtriser le calcul de sa diagonale est essentiel pour ne pas gaspiller de la tuyauterie. C'est l'hypoténuse de ce triangle qui donne la longueur exacte du tuyau à couper.

A. La géométrie du dévoiement

Un dévoiement est un double changement de direction à 90 degrés. L'ensemble forme un triangle rectangle imaginaire. Les deux côtés de l'angle droit (a et b) sont les distances de décalage (horizontale et verticale). L'hypoténuse (c) est la longueur de la section de tuyau en diagonale. L'objectif du calcul est de trouver la longueur de c.

Figure 2 : Réf. IMG (3691-9967-2062)

Schéma d'un dévoiement de tuyauterie simple en plomberie.

a. Le triangle rectangle caché

Le tracé du tuyau pour contourner un obstacle dessine un triangle rectangle dans l'espace. Le tuyau en diagonale en est l'hypoténuse. Les deux autres côtés sont les distances mesurables du déplacement horizontal et vertical.

b. Les côtés de l'angle droit

Le côté a représente la distance horizontale du décalage. Le côté b représente la distance verticale. Ces deux mesures sont prises sur le chantier avec un mètre ruban.

c. L'hypoténuse, longueur à couper

Le côté c, l'hypoténuse, correspond précisément à la longueur de tuyau nécessaire pour réaliser la connexion en diagonale. C'est la valeur inconnue que le calcul doit révéler.

■ ■ ■

B. L'application du Théorème de Pythagore

La relation entre les côtés d'un triangle rectangle est décrite par le théorème de Pythagore. Sa formule est un outil fondamental pour le plombier.

La somme des carrés des deux côtés de l'angle droit est égale au carré de l'hypoténuse.

$$a^2+b^2=c^2$$

Pour trouver la longueur c, il suffit d'isoler cette variable. On applique alors la racine carrée à la somme des carrés.

$$c=\sqrt{a^2+b^2}$$

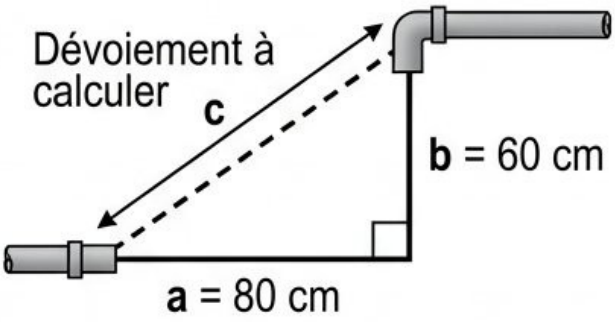
Figure 3 : Réf. IMG (6114-4327-4815)

Application de la formule de Pythagore au calcul du dévoiement.

a. Identification des mesures



a. Mesures précises des côtés **a** et **b**.



Resurses en tuyau pon Kisangani

b. Le calcul des carrés

b. Élévation de chaque valeur au carré et leur somme.

$a = 80$ cm → $a^2 = 80^2 = 6400$

$b = 60$ cm → $b^2 = 60^2 = 3600$

$a^2 + b^2 = 6400 + 3600 = 10000$

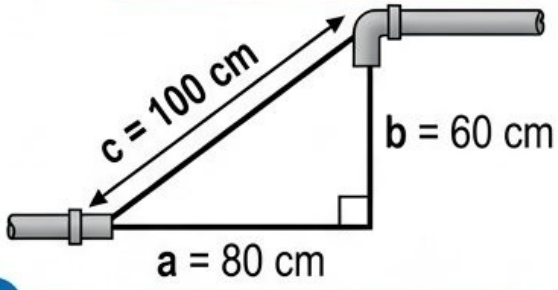
c. L'extraction de la racine carrée

c. Calcul de la racine carrée pour trouver **c**.

10000 → $c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$c = \sqrt{10000}$

$c = 100$ cm



d. Longueur du tuyau pour ce dévoiement : **1 mètre**

Figure 3 : Réf. IMG (6114-4327-4815)

Application de la formule de Pythagore au calcul du dévoiement.

a. Identification des mesures

La première étape est toujours la mesure précise des côtés a et b. Sur un chantier à Kisangani, un décalage horizontal de 80 cm (a) et un décalage vertical de 60 cm (b) sont mesurés.

b. Le calcul des carrés

Ensuite, chaque valeur est élevée au carré. $a^2 = 80^2 = 6400$. La valeur de $b^2 = 60^2 = 3600$. La somme de ces deux résultats est $6400 + 3600 = 10000$.

c. L'extraction de la racine carrée

Finalement, la racine carrée de la somme est calculée pour trouver c. $c = \sqrt{10000} = 100$ cm. La longueur du tuyau pour ce dévoiement est exactement de 1 mètre.

■ ■ ■

C. Scénarios et Exercices

b. La ruse du vieux Papa Lusediku

À Boma, dans le Kongo Central, le jeune apprenti Fiston regardait le vieux Papa Lusediku, un maître plombier respecté. Face à un dévoiement complexe pour une adduction d'eau, Fiston sortit son cahier et sa calculatrice. Pendant ce temps, Papa Lusediku plissa les yeux, marmonna quelques chiffres puis annonça : "Coupe-moi un morceau de 125 centimètres, petit".

Intrigué, Fiston fit ses calculs : un décalage horizontal de 1 mètre (100 cm) et un vertical de 75 cm. Il appliqua la formule de Pythagore. À sa grande surprise, il trouva $c = \sqrt{100^2 + 75^2} = \sqrt{10000 + 5625} = \sqrt{15625} = 125$ cm. Le vieux plombier n'avait pas de calculatrice. Il connaissait simplement par cœur les "triplets pythagoriciens" les plus courants, un secret de métier qui rend le calcul mental instantané.

Exercice 1 : Le chantier de l'hôpital de Bukavu

Énoncé : Maman Angélique, plombière sur un chantier à Bukavu (Sud-Kivu), doit installer une conduite d'oxygène. Elle doit contourner une colonne en

béton. Le décalage horizontal (a) est de 90 cm et le décalage vertical (b) est de 120 cm. Quelle longueur de tuyau de cuivre doit-elle préparer ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier les données** Les distances des côtés de l'angle droit sont $a=90$ cm et $b=120$ cm.
2. **Étape 2 : Poser la formule** La longueur de l'hypoténuse (c) est calculée avec $c=\sqrt{a^2+b^2}$.
3. **Étape 3 : Calculer les carrés et la somme** $c=\sqrt{90^2+120^2}=\sqrt{8100+14400}=\sqrt{22500}$.
4. **Étape 4 : Extraire la racine carrée** $c=150$ cm. Maman Angélique doit couper une longueur de tuyau de 150 cm, soit 1,50 mètre.

Exercice 2 : L'évacuation des eaux à Mbuji-Mayi

Énoncé : Jean-Luc installe une évacuation en PVC dans une maison à Mbuji-Mayi (Kasaï-Oriental). Pour éviter une fondation, il doit effectuer un dévoiement. La distance horizontale est de 2,4 mètres et la distance verticale est de 0,7 mètres. Quelle est la longueur de la section diagonale du tuyau ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier les données** Les unités sont déjà homogènes (mètres). On a $a=2.4$ m et $b=0.7$ m.
2. **Étape 2 : Appliquer la formule de Pythagore** La formule reste $c=\sqrt{a^2+b^2}$.
3. **Étape 3 : Calculer les carrés des côtés** $c=\sqrt{(2.4)^2+(0.7)^2}=\sqrt{5.76+0.49}=\sqrt{6.25}$.
4. **Étape 4 : Trouver la longueur finale** $c=2.5$ m. Jean-Luc doit prévoir un tuyau en PVC de 2,5 mètres.

1.3. Détermination des Cathètes et Vérification d'Équerrage

a. L'oeil du maçon

Lorsque les bâtisseurs des grandes pyramides devaient tracer un angle droit parfait, ils ne possédaient ni équerre laser ni smartphone. Ils utilisaient une simple corde à treize nœuds, espacés de manière égale. En formant un triangle dont les côtés mesuraient 3, 4 et 5 espaces, ils obtenaient un angle droit infaillible.

Cette technique, connue comme la règle du "3-4-5", est une application directe du théorème de Pythagore. Elle prouve qu'une vérité mathématique simple peut construire des merveilles. En plomberie, cette même sagesse assure que nos tuyaux sont posés avec une précision millimétrique.

A. Calculer un côté de l'angle droit (une cathète)

Souvent, sur un chantier, on connaît la longueur de l'hypoténuse (le plus long tuyau en diagonale) et la mesure d'un seul côté de l'angle droit (une cathète). Il faut alors trouver la longueur de la deuxième cathète. La formule de Pythagore s'adapte très bien.

Partant de la formule de base $a^2+b^2=c^2$, il suffit d'isoler la cathète que l'on cherche (disons, b). On obtient la formule par une simple soustraction avant la racine carrée.

$$b^2=c^2-a^2$$

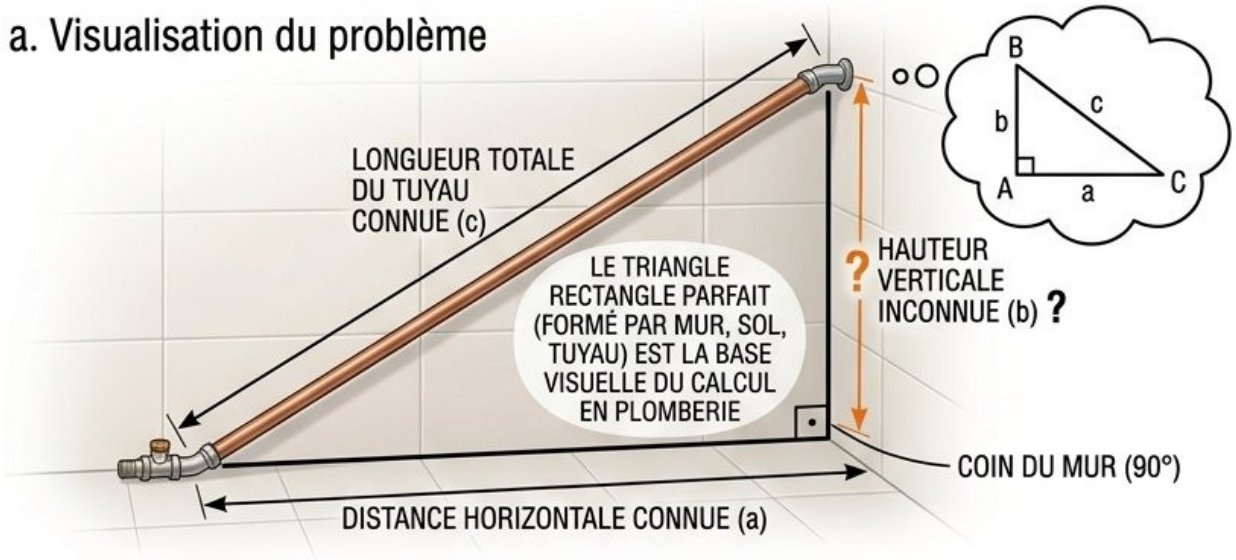
Ainsi, pour trouver la longueur de la cathète manquante, le calcul est :

$$b=\sqrt{c^2-a^2}$$

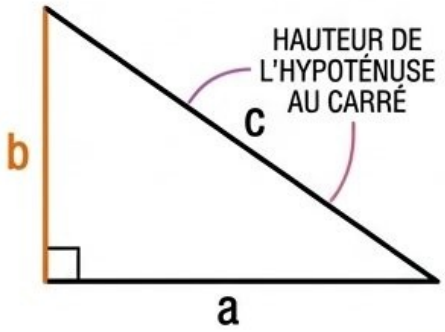
Figure 4 : Réf. IMG (1451-1179-8475)

Schéma d'un tuyau en diagonale contre un mur de salle de bain

a. Visualisation du problème



b. Isolation de l'inconnue



1. PYTHAGORE REARRANGÉ POUR TROUVER UN CÔTÉ ADJACENT À L'ANGLE DROIT

2. $c^2 = \boxed{a^2 + b^2}$ — LONGUEUR DU CÔTÉ CONNU AU CARRÉ

3. $b^2 = c^2 - a^2$

$b = \boxed{\sqrt{c^2 - a^2}}$ — LE CARRÉ DU CÔTÉ INCONNU S'OBTIENT PAR SIMPLE SOUSTRACTION

c. Application sur le terrain

