ÉLECTROTECHNIQUE
(Notions de base et Circuits)

OPTION PLOMBERIE

3ème ANNÉE

Option PLOMBERIE

CONFORME AU PROGRAMME NATIONAL

EDITION 2025



TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

Objectifs Pédagogiques 1

- 1. Maîtrise des Fondamentaux Électriques 1
- 1.1. Consolidation des savoirs théoriques 1
- 1.2. Lecture et interprétation des schémas 1
- 2. Développement des Compétences Appliquées 1
- 2.1. Mise en œuvre des raccordements 1
- 2.2. Diagnostic et maintenance préventive 1
- 3. Intégration des Savoir-Être Professionnels 2
- 3.1. Assimilation des normes de sécurité 2
- 3.2. Culture de l'autonomie et de la méthode 2

Consignes de Sécurité et Habilitation 2

- 1.1. Finalité Pédagogique 2
- 1.2. Périmètre de la Compétence et Habilitation 2

Matériel Didactique et Mesure 3

- 1.1. Du Concept à l'Objet 3
- 1.2. La Mesure comme Outil de Diagnostic 3
- 2.1. Constitution du Parc Matériel 3
- 2.2. Le Protocole de Sécurité Invariable 3

Méthodologie et Approche Métier 3

- 1. La Pédagogie de la Convergence Disciplinaire 3
- 2. L'Approche par Compétences Pratiques 4
- 3. La Didactique de la Sécurité Intégrée 4

PARTIE 1 : FONDEMENTS PHYSIQUES DE L'ÉLECTRICITÉ **5**

a. L'électricité, une force invisible 5

b. Au cœur de la matière : l'atome et l'électron 5

c. Tension, courant et résistance : la plomberie de l'électricité 5

d. Du concept à l'application du plombier 5

CHAPITRE 1 : LE COURANT ÉLECTRIQUE ET L'INTENSITÉ **6**

1.1. Nature et Sens du Courant Électrique 6

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- a. Un fleuve invisible dans les fils.....6
- A. La Nature du Courant : Un Déplacement d'Électrons Libres.....6

FIGURE 1 : RÉF. IMG (4706-3477-1630).....8

Sens conventionnel et sens réel du courant dans un circuit simple.....8
- B. Les Deux Types de Courant : Continu et Alternatif.....8

1.2. L'Intensité : Définition et Unité (Ampère).....10
- a. L'analogie du fleuve.....10
- A. Le Débit des Électrons.....10
- B. L'Ampère et le Coulomb.....11

FIGURE 2 : RÉF. IMG (7763-2321-2668).....12

Analogie entre le débit d'eau dans un tuyau et l'intensité électrique.....12
- Scénarios et Exercices.....12

1.3. Mesure de l'Intensité : L'Ampèremètre.....14
- a. Le compteur du courant.....14
- A. Principe de fonctionnement.....14
- B. Le branchement en série : Une règle absolue.....14

1.4. Densité de Courant et Section des Conducteurs.....16
- a. Le fleuve et le fil électrique.....16
- A. Définition de la densité de courant (J).....17
- B. Le choix de la section (S) du conducteur.....17

FIGURE 3 : RÉF. IMG (1619-6081-1296).....19

Section de conducteur et densité de courant pour un même ampérage.....19
- b. Scénarios et Exercices.....19

CHAPITRE 2 : LA TENSION ET LA DIFFÉRENCE DE POTENTIEL.....22

2.1. Notion de Potentiel et de Tension.....22
- a. Le paradoxe du château d'eau.....22
- A. Le Potentiel Électrique (V).....22

FIGURE 4 : RÉF. IMG (4683-7810-3965).....24

Analogie hydraulique du potentiel électrique avec deux réservoirs d'eau.....24
- B. La Tension ou Différence de Potentiel (U).....24

FIGURE 5 : RÉF. IMG (4800-6860-9100).....26

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Analogie de la tension comme différence de potentiel créant un débit....26
- C. La mesure de la tension....26

2.2. Les Sources de Tension Continue et Alternative....28
- a. L'eau et le courant, un même combat....28
- A. La Tension Continue (DC - Direct Current)....28

FIGURE 6 : RÉF. IMG (8576-2545-9175)....31

Représentation schématique et graphique de la tension continue....31
- B. La Tension Alternative (AC - Alternating Current)....31

FIGURE 7 : RÉF. IMG (9926-8831-2378)....32

Visualisation de la tension alternative du réseau électrique....32
- b. La petite histoire de la grande guerre....32

2.3. Mesure de la Tension : Le Voltmètre....34
- a. L'erreur du débutant....34
- A. Principe du Voltmètre....34

FIGURE 8 : RÉF. IMG (9051-8548-8106)....36

Branchement correct d'un voltmètre en parallèle et branchement incorrect en s....36
- B. Les étapes d'une mesure sécurisée....36

2.4. Force Électromotrice (f.é.m.) et Chute de Tension....38
- a. L'énergie potentielle électrique....38
- A. La Force Électromotrice (f.é.m.) : L'Énergie au Repos....39
- B. La Chute de Tension : L'Énergie en Action....39

FIGURE 9 : RÉF. IMG (1502-4135-7315)....41

Schéma d'un circuit simple illustrant f.é.m. et chute de tension....41
- C. Scénarios et Exercices....41

CHAPITRE 3 : LA RÉSISTANCE ET LA LOI DE POUILLET....44

3.1. Résistance Électrique et Unité (Ohm)....44
- a. L'obstacle nécessaire....44
- A. Définition de la Résistance Électrique (R)....44
- B. L'Ohm-mètre : L'instrument de mesure....44
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....45

3.2. Loi de Pouillet et Résistivité....46

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- a. Le chemin des électrons.....46
- A. La Formule de Pouillet : L'ADN du Conducteur.....46
- B. La Résistivité (ρ) : La Carte d'Identité des Matériaux.....47

FIGURE 10 : RÉF. IMG (3433-2539-8331).....49

Visualisation des paramètres de la Loi de Pouillet pour un fil conducteur.....49

- C. Scénarios et Exercices.....49

3.3. Influence de la Température sur la Résistance.....51

- a. Le paradoxe du métal froid.....51
- A. Le Coefficient de Température (α).....52

FIGURE 11 : RÉF. IMG (7980-8647-5514).....54

Schéma d'un fil conducteur avec agitation thermique des électrons.....54

- B. Les Cas Particuliers.....54

3.4. Les Isolants et la Rigidité Diélectrique.....56

- a. Le paradoxe du plastique.....56
- A. L'Isolant, une barrière pour les électrons.....57

FIGURE 12 : RÉF. IMG (0139-9122-1635).....59

Coupe d'un câble électrique montrant le conducteur et son isolant protecteur.....59

- B. La Rigidité Diélectrique, le point de rupture.....59

PARTIE 2 : LOIS FONDAMENTALES ET ÉNERGÉTIQUE.....62

a. Du tuyau au courant.....62

b. La puissance au service de l'eau.....62

c. L'énergie, une ressource à maîtriser.....62

d. La sécurité, une loi non-négociable.....62

CHAPITRE 4 : LA LOI D'OHM ET LES ASSOCIATIONS DE RÉSISTANCES.....63

4.1. Énoncé et Application de la Loi d'Ohm.....63

- a. L'incident de l'ampoule.....63
- A. Énoncé de la Loi d'Ohm.....63
- B. Le triangle de la Loi d'Ohm.....63

FIGURE 13 : RÉF. IMG (5034-3586-9432).....65

Le triangle magique de la loi d'Ohm et ses formules dérivées.....65

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- Une histoire de chauffe-eau à Matadi.....65

4.2. Circuit Série et Diviseur de Tension.....67
- a. Une seule route pour le courant.....67
- A. L'addition des résistances en série.....67
- B. Le pont diviseur de tension.....67

4.3. Circuit Parallèle et Diviseur de Courant.....70
- a. L'exigence de la vie moderne.....70
- A. Propriétés fondamentales du circuit parallèle.....71

FIGURE 14 : RÉF. IMG (8997-6778-1998).....73

Analyse visuelle d'un circuit parallèle avec deux résistances.....73
- B. Formule du diviseur de courant.....73

4.4. Lois de Kirchhoff (Nœuds et Mailles).....75
- a. Une logique de conservation.....75
- A. La Loi des Nœuds (ou Loi des courants).....76

FIGURE 15 : RÉF. IMG (7061-3215-0453).....78

Schéma d'un nœud électrique avec les courants entrants et sortants.....78
- B. La Loi des Mailles (ou Loi des tensions).....78

FIGURE 16 : RÉF. IMG (9687-8089-3095).....81

Schéma d'une maille simple avec une source et deux résistances.....81
- b. Scénarios et Exercices.....81

4.5. Associations Mixtes et Pont de Wheatstone.....83
- a. De la balance des Égyptiens au pont de Wheatstone.....83
- A. Analyse d'une Association Mixte.....83
- B. Le Pont de Wheatstone, la balance de l'électricien.....84

FIGURE 17 : RÉF. IMG (0768-1247-2967).....86

Schéma d'un pont de Wheatstone équilibré et déséquilibré.....86
- L'anecdote de Papa KASONGO, le sage électricien du Kwilu.....86

CHAPITRE 5 : ÉNERGIE ET PUISSANCE ÉLECTRIQUE.....89

5.1. Puissance Électrique en Continu.....89
- a. Le travail invisible de l'électricité.....89
- A. Définition et Formule Fondamentale.....89

- B. Puissance dissipée par Effet Joule.....89

5.2. Énergie Électrique et Comptage.....92

- a. Le prix de l'invisible.....92
- A. Définition et Unité de l'Énergie Électrique.....92

FIGURE 18 : RÉF. IMG (8422-8577-5796).....95

Schéma de principe d'un compteur électromécanique et son disque tournant.....95

- B. Le Comptage de l'Énergie : Le Compteur Électrique.....95

FIGURE 19 : RÉF. IMG (2400-2649-8161).....97

Lecture des index d'un compteur électrique à cadrans multiples.....97

- C. Scénarios et Exercices.....97

5.3. Loi de Joule et Effet Thermique.....99

- a. Le paradoxe du fil qui chauffe.....99
- A. La loi de Joule : l'énergie transformée en chaleur.....99

FIGURE 20 : RÉF. IMG (4758-5820-4016).....102

Coupe schématique d'un chauffe-eau électrique exploitant l'effet Joule.....102

- B. L'effet Joule : ami ou ennemi du plombier ?.....102
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....103

5.4. Rendement des Récepteurs Électriques.....104

- a. Le paradoxe de l'énergie perdue.....104
- A. Définition et Formule du Rendement.....104

FIGURE 21 : RÉF. IMG (6592-7555-3243).....106

Schéma d'un moteur électrique illustrant la conversion d'énergie et les pertes.....106

- B. L'Effet Joule : Le Principal Ennemi du Rendement.....106

FIGURE 22 : RÉF. IMG (1004-4800-0285).....109

Pompe à eau de surface montrant les zones de chaleur critiques.....109

- b. L'histoire du groupe électrogène de Matadi.....109

CHAPITRE 6 : PROTECTION DES CIRCUITS ET SÉCURITÉ.....112

6.1. Surcharges et Courts-Circuits.....112

- a. L'odeur du danger.....112
- A. La Surcharge : L'excès de demande.....112

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 23 : RÉF. IMG (0248-8848-7447)....114

Schéma d'une surcharge électrique sur une multiprise et ses conséquences ther....114

- B. Le Court-Circuit : La rencontre interdite....114

FIGURE 24 : RÉF. IMG (9815-2435-8909)....117

Comparaison entre un câble sain et un câble en court-circuit....117

- b. La mésaventure de Papa Kanku à Mbuji-Mayi....117

6.2. Fusibles et Disjoncteurs Magnéto-Thermiques....119

- a. L'étincelle de trop....119
- A. Le Fusible : Le Gardien Sacrifiable....119

FIGURE 25 : RÉF. IMG (3286-8455-0951)....122

Schéma d'un circuit protégé par un fusible avant et après surintensité....122

- B. Le Disjoncteur : Le Gardien Réarmable....122

FIGURE 26 : RÉF. IMG (7250-1871-0354)....125

Vue en coupe d'un disjoncteur magnéto-thermique avec ses composants....125

- C. Le Choix : Quand utiliser l'un ou l'autre ?....125

6.3. Protection des Personnes : Le Différentiel....127

- a. Le gardien silencieux de nos vies....127
- A. Le Principe de la Balance Électrique....128

FIGURE 27 : RÉF. IMG (9481-0682-8882)....130

Schéma de principe d'un interrupteur différentiel en situation de défaut....130

- B. Sensibilité et Types de Différentiels....130

6.4. Mise à la Terre et Liaison Équipotentielle....133

- a. Le danger invisible dans la tuyauterie....133
- A. La Mise à la Terre : Le Piquet de Salut....133

FIGURE 28 : RÉF. IMG (6400-4824-7061)....135

Schéma simplifié d'une mise à la terre avec piquet et disjoncteur....135

- B. La Liaison Équipotentielle : Unir pour Protéger....135

FIGURE 29 : RÉF. IMG (8851-5734-1016)....138

La liaison équipotentielle dans une salle de bain de plomberie....138

- Scénarios et Exercices....138

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

6.5. Les Régimes de Neutre et leur Impact en Plomberie....140
- a. L'invisible qui protège ou qui tue....140
- A. Le Régime TT : La Terre des Abonnés....140

FIGURE 30 : RÉF. IMG (2104-3272-1693)....143

Schéma simplifié du régime de neutre TT avec pompe et tuyauterie....143
- B. Les Régimes TN et IT : Applications Spécifiques....143
- C. Le Plombier Face au Risque Électrique : Synthèse Pratique....144

PARTIE 3 : ÉLECTROMAGNÉTISME ET MACHINES TOURNANTES....148

L'union invisible de l'électricité et du magnétisme....148

L'interaction des champs, source du mouvement rotatif....148

Souvent, la machine asynchrone est le moteur du plombier moderne....148

Installer une pompe, c'est aussi maîtriser son circuit de commande....148

CHAPITRE 7 : PHÉNOMÈNES ÉLECTROMAGNÉTIQUES....149

7.1. Champ Magnétique crée par un Courant....149
- a. Le lien caché entre l'électricité et le magnétisme....149
- A. L'expérience d'Oersted : la naissance d'un lien....149
- B. Déterminer le sens du champ : la règle de la main droite....149
- C. Le cas de la bobine (solénoïde)....150

7.2. Circuit Magnétique et Ferromagnétisme....152
- a. L'analogie du tuyau et de l'eau....152
- A. Le Circuit Magnétique : Le Tuyau à Flux....153

FIGURE 31 : RÉF. IMG (2737-4366-8545)....155

Visualisation d'un circuit magnétique simple avec son bobinage....155
- B. Ferromagnétisme et Perméabilité....155

FIGURE 32 : RÉF. IMG (9924-0769-2667)....157

Courbe d'aimantation (cycle d'hystérésis) d'un matériau ferromagnétique....157
- C. Le Circuit Magnétique avec Entrefer....157

7.3. La Force de Laplace et le Principe Moteur....160
- a. Le paradoxe du plombier-électricien....160
- A. La Force de Laplace : L'Origine du Mouvement....160

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 33 : RÉF. IMG (4141-0542-0309)....161

Règle de la main droite pour visualiser la force de Laplace....161

- B. Du Fil qui Bouge au Moteur Électrique....161
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....162

7.4. L'Induction Électromagnétique (Loi de Lenz-Faraday)....163

- a. Un phénomène caché au cœur de l'électricité....163
- A. La Loi de Faraday : La Naissance d'une Tension....164

FIGURE 34 : RÉF. IMG (6272-9561-0589)....166

Expérience de Faraday montrant la création de courant par un aimant....166

- B. La Loi de Lenz : Le Principe de Modération....166

FIGURE 35 : RÉF. IMG (5396-7178-8810)....169

Application de la loi de Lenz avec un courant induit opposé....169

- C. Scénarios et Exercices....169

CHAPITRE 8 : MACHINES À COURANT CONTINU ET POMPAGE....172

8.1. Constitution : Stator, Rotor et Collecteur....172

- a. Le cœur de la machine....172
- A. Le Stator : Le Cadre Fixe et Magnétique....172

FIGURE 36 : RÉF. IMG (3766-7943-9219)....174

Vue éclatée d'un moteur à courant continu pour pompe hydraulique....174

- B. Le Rotor : La Pièce Tournante (Induit)....174
- C. Le Collecteur et les Balais : L'Inverseur Mécanique....175

FIGURE 37 : RÉF. IMG (9798-3774-2302)....177

Gros plan sur le système collecteur-balais d'un moteur électrique....177

- Anecdote pour le technicien....177

8.2. Principe de Fonctionnement en Moteur....179

- a. De l'électricité au mouvement....179
- A. La Force de Laplace et le Couple Moteur....179

FIGURE 38 : RÉF. IMG (3611-0318-0596)....181

Action de la force de Laplace sur un conducteur dans un champ magnétique....181

- B. Le Rôle du Collecteur et des Balais....181

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 39 : RÉF. IMG (4132-0577-3252) **183**

Schéma du collecteur à balais inversant le courant dans une spire du rotor 183

- C. La Force Contre-Électromotrice (F.C.E.M.) 183

8.3. Principe de Fonctionnement en Génératrice 185

- a. Le secret du mouvement qui crée le courant 185
- A. La conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique 185
- B. Les éléments clés de la génération 186

FIGURE 40 : RÉF. IMG (3954-0624-1207) **188**

Schéma simplifié d'une génératrice à courant continu en action 188

- SCÉNARIOS ET EXERCICES 188

8.4. Types d'Excitation et Applications 190

- a. L'importance du champ magnétique 190
- A. L'Excitation Shunt (ou Dérivation) 190
- B. L'Excitation Série 191
- C. L'Excitation Compound (ou Composée) 191

CHAPITRE 9 : APPLICATIONS ÉLECTRIQUES EN PLOMBERIE **193**

9.1. Câblage d'un Groupe Hydrophore 193

- a. La fin de la corvée d'eau 193
- A. Principe et Composants Clés 193

FIGURE 41 : RÉF. IMG (3089-8696-3371) **195**

Schéma d'un groupe hydrophore et ses composants principaux 195

- B. Le Câblage du Pressostat : Cœur du Système 195

FIGURE 42 : RÉF. IMG (3490-6007-3984) **197**

Vue interne et bornes de raccordement d'un pressostat monophasé 197

- b. Scénarios et Exercices 197

9.2. Raccordement des Chauffe-eau Électriques 199

- a. L'eau chaude, un confort électrique 199
- A. Principes de sécurité et de raccordement 199

FIGURE 43 : RÉF. IMG (2820-0573-4258) **202**

Bornier de raccordement d'un chauffe-eau électrique avec ses trois connexions 202

- B. Le circuit d'alimentation dédié 202

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 44 : RÉF. IMG (6510-2138-2681) **204**

Schéma du circuit dédié pour un chauffe-eau depuis le tableau électrique 204

- Une histoire de douche froide à Kisangani 204

9.3. Électrovannes et Automatismes de Niveau 206

- a. Le robinet qui obéit à l'électricité 206
- A. L'Électrovanne : Le muscle électrique du plombier 206

FIGURE 45 : RÉF. IMG (9353-1576-5456) **209**

Schéma de coupe d'une électrovanne de type Normalement Fermée (NC) 209

- B. L'Automatisme de Niveau : Le cerveau du réservoir 209

FIGURE 46 : RÉF. IMG (1416-4990-3943) **212**

Système de remplissage automatique d'une citerne avec contacteur à flotteur 212

- C. Scénarios et Exercices 212

9.4. Dépannage Électrique de Premier Niveau 214

- a. L'approche du plombier-technicien 214
- A. La Sécurité : La Règle d'Or 214
- B. Le Diagnostic Méthodique 215
- C. Le Multimètre : Deux Fonctions Essentielles 215

Annexe A : Code des Couleurs et Symboles Électriques 217

- A. Code des Couleurs des Conducteurs (Norme IEC 60446) 217
- B. Principaux Symboles Graphiques (Norme IEC 60617) 218

Annexe B : Tableau des Sections de Câbles 220

- A. Principes Fondamentaux de Dimensionnement 220
- B. Facteurs d'Influence et de Correction 221
- C. Sections Normalisées (Cuivre) et Calibre des Protections 222

Annexe C : Formulaire d'Électrotechnique 223

- A. Grandeurs Électriques Fondamentales 223
- B. Lois Essentielles en Régime Continu et Sinusoïdal 224
- C. Formules Appliquées à la Plomberie 225
- D. Sécurité et Dimensionnement 226

Annexe D : Procédure de Consignation Électrique 227

- A. Définition et Objectif de la Consignation 227
- B. Les Étapes Impératives de la Consignation 227
- C. La Procédure de Déconsignation 229

PRÉLIMINAIRES

Objectifs Pédagogiques

1. Maîtrise des Fondamentaux Électriques

Cet enseignement vise l'acquisition solide des principes physiques gouvernant l'électricité. Il assure la distinction et la manipulation correcte des grandeurs fondamentales : tension (U), intensité (I), résistance (R) et puissance (P).

1.1. Consolidation des savoirs théoriques

L'élève doit maîtriser les lois d'Ohm ($U = R\,I$) et de Joule ($P = R\,I^2$). Sa connaissance de ces relations physiques permet le dimensionnement et l'analyse prédictive des circuits simples associés aux installations sanitaires. Chaque calcul préfigure une action pratique et sécurisée sur le terrain.

1.2. Lecture et interprétation des schémas

Une compétence essentielle est la capacité à décoder les schémas électriques unifilaires et multifilaires. L'élève apprend à traduire un plan technique en une installation fonctionnelle, identifiant chaque composant, son rôle et ses connexions.

2. Développement des Compétences Appliquées

La finalité de ce cours est opératoire. Les savoirs théoriques sont systématiquement mobilisés pour des gestes techniques précis et conformes aux règles de l'art.

2.1. Mise en œuvre des raccordements

L'élève exécute le raccordement sécurisé des équipements de plomberie motorisés. Il effectue le câblage de pompes de surpression, de chauffe-eau électriques et de systèmes de relevage, en respectant les sections de conducteurs et les protections adéquates.

2.2. Diagnostic et maintenance préventive

L'acquisition de méthodes de dépannage est un objectif central. L'élève apprend à identifier une panne, à isoler un circuit et à remplacer un composant défectueux comme un contacteur ou un disjoncteur.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

3. Intégration des Savoir-Être Professionnels

Au-delà de la technique, le programme forge une attitude professionnelle axée sur la rigueur et la sécurité.

3.1. Assimilation des normes de sécurité

Une rigueur absolue est attendue concernant la sécurité électrique en milieu humide. L'élève applique systématiquement les normes relatives à la mise à la terre et aux dispositifs de protection différentielle (DDR).

3.2. Culture de l'autonomie et de la méthode

Finalement, le programme vise à développer une démarche professionnelle. L'élève organise son poste de travail, choisit l'outillage adéquat et apprend à documenter ses interventions.

Consignes de Sécurité et Habilitation

1.1. Finalité Pédagogique

L'enseignement des règles de sécurité électrique pour le plombier poursuit un objectif fondamental. Il prépare l'élève à l'identification et à la maîtrise des risques dans un environnement où l'eau et l'électricité coexistent dangereusement. La finalité dépasse la simple mémorisation de normes. Elle vise à construire une culture de la prudence et à développer des réflexes professionnels intangibles. La sécurité est traitée ici comme une compétence transversale. Son acquisition fonde la responsabilité professionnelle et légale du futur technicien face aux dangers pour lui-même et pour les usagers.

1.2. Périmètre de la Compétence et Habilitation

Le programme vise l'acquisition de gestes techniques précis et normalisés. L'élève doit maîtriser les procédures de consignation d'un circuit, la vérification d'absence de tension (V.A.T.) et l'utilisation adéquate des équipements de protection individuelle (EPI). L'habilitation électrique est la reconnaissance formelle de cette capacité à opérer en sécurité. L'objectif pour l'élève de troisième année est d'atteindre un niveau d'autonomie supervisée. Cette compétence lui permet d'intervenir sur des installations de plomberie alimentées électriquement (chauffe-eau, pompe de surpression), en suivant rigoureusement un protocole sécurisé validé par l'enseignant.

Matériel Didactique et Mesure

1.1. Du Concept à l'Objet

L'enseignement de l'électrotechnique appliquée à la plomberie s'articule autour du matériel. Chaque leçon théorique trouve son aboutissement dans la manipulation d'un composant réel. Un élève relie ainsi le concept de "contact sec" à un flotteur de réservoir et le principe de "résistance chauffante" à la bougie d'un chauffe-eau. La finalité est la transition de l'abstrait vers le tangible.

1.2. La Mesure comme Outil de Diagnostic

L'usage du multimètre dépasse la simple vérification de tension. Il s'établit comme un instrument de diagnostic. L'élève apprend à interpréter une absence de continuité sur un pressostat ou une valeur de résistance anormale sur une électrovanne. La mesure devient une démarche intellectuelle de détection de panne, fondamentale pour le futur dépanneur.

2.1. Constitution du Parc Matériel

Une dotation minimale inclut des multimètres (TRMS de préférence), des pinces ampèremétriques, des vérificateurs d'absence de tension (VAT) et des outils isolés VDE 1000V. S'y ajoutent des maquettes fonctionnelles : un circuit de commande de pompe de surpression, un tableau de protection pour chauffe-eau et divers capteurs (flotteurs, pressostats, thermostats). Ces équipements doivent être robustes et sécurisés.

2.2. Le Protocole de Sécurité Invariable

Toute manipulation électrique débute par la consignation rigoureuse de l'installation. Ce protocole non négociable est enseigné avant toute autre compétence pratique. L'enseignant doit systématiser la vérification de l'absence de tension (VAT) avant chaque intervention de l'élève. La proximité constante des installations hydrauliques impose une vigilance absolue et une discipline sans faille.

Méthodologie et Approche Métier

1. La Pédagogie de la Convergence Disciplinaire

La formation en électrotechnique pour plombiers articule deux domaines distincts : l'hydraulique et l'électricité. Chaque concept électrique fondamental

est immédiatement contextualisé sur un équipement de plomberie. La tension s'étudie sur un surpresseur ; le courant sur une pompe de relevage. Cette démarche assure un transfert de connaissances fonctionnel et prévient l'abstraction théorique. L'objectif est de former un technicien polyvalent, apte à raisonner sur un système complet.

2. L'Approche par Compétences Pratiques

L'enseignement privilégie l'acquisition de compétences opérationnelles observables. La finalité est l'autonomie de l'apprenant face à une situation technique réelle, du diagnostic à l'intervention. Prioritairement, la méthode développe le diagnostic de pannes. Un raisonnement hypothético-déductif est systématiquement appliqué aux schémas de pompage, de chauffe-eau électrique ou de systèmes de traitement d'eau. La mémorisation brute cède la place à la capacité d'analyse.

3. La Didactique de la Sécurité Intégrée

La gestion du risque électrique en milieu humide constitue l'axe central de la didactique. Aucune manipulation n'est abordée sans une analyse préalable des dangers spécifiques. L'apprentissage des normes d'installation et des procédures de consignation précède toute intervention pratique. La sécurité n'est pas un chapitre isolé mais un prérequis permanent, évalué à chaque étape de la formation pratique.

Partie 1 : Fondements Physiques de l'Électricité

a. L'électricité, une force invisible

Un courant électrique circule dans un fil de cuivre. Son existence est invisible à l'œil nu, pourtant sa puissance est bien réelle. Un plombier manipule l'eau, une matière visible et tangible. L'électricien-plombier, lui, apprend à maîtriser une énergie qui ne se voit pas. Cette énergie obéit à des lois physiques précises, aussi rigoureuses que les principes de l'hydraulique gouvernant l'eau dans une tuyauterie.

b. Au cœur de la matière : l'atome et l'électron

Toute matière est un assemblage d'atomes, de la roche du Kasaï au bois de la Province Orientale. Chaque atome contient des particules mobiles : les électrons. Le mouvement ordonné de ces électrons dans un matériau conducteur, comme le cuivre, génère le courant électrique. La physique des électrons est donc le point de départ pour comprendre comment allumer une ampoule ou démarrer une pompe à eau.

c. Tension, courant et résistance : la plomberie de l'électricité

Trois grandeurs fondamentales décrivent un circuit. La tension (en Volts) s'apparente à la pression de l'eau dans un château d'eau à Mbandaka. Le courant (en Ampères) correspond au débit, la quantité d'eau qui s'écoule dans un tuyau. La résistance (en Ohms) agit comme un rétrécissement du tuyau qui freine le passage de l'eau. Maîtriser ces trois notions est la clé de toute installation.

d. Du concept à l'application du plombier

La connaissance de ces principes physiques n'est pas abstraite. Elle permet au technicien de calculer la puissance nécessaire pour un chauffe-eau au Kongo Central. Elle lui donne les outils pour diagnostiquer pourquoi une pompe de forage dans le Kwilu refuse de démarrer. La sécurité des personnes et l'efficacité des installations dépendent directement de la bonne compréhension de ces lois fondamentales de l'électricité.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Chapitre 1 : Le Courant Électrique et l'Intensité

1.1. Nature et Sens du Courant Électrique

a. Un fleuve invisible dans les fils

Pendant que le fleuve Congo coule de sa source jusqu'à l'océan, un flux tout aussi puissant mais invisible circule dans les fils de cuivre de nos installations. Ce flux est le courant électrique. Il transporte l'énergie nécessaire pour faire fonctionner une pompe à Goma ou pour allumer une simple ampoule à Lubumbashi.

Comprendre ce phénomène est la base du métier de plombier-chauffagiste moderne. L'eau obéit aux lois de la gravité et de la pression. L'électricité, elle, obéit à ses propres lois physiques. La première de ces lois concerne sa nature et sa direction.

A. La Nature du Courant : Un Déplacement d'Électrons Libres

Un courant électrique est un déplacement ordonné de charges électriques. Dans les matériaux conducteurs comme le cuivre ou l'aluminium, ces charges sont des particules minuscules appelées électrons. Un fil métallique contient des milliards d'électrons qui ne sont pas fermement attachés à leurs atomes. Ces électrons sont dits "libres".

Lorsqu'une source d'énergie comme une pile ou le réseau de la SNEL est connectée, elle crée une force qui pousse ces électrons libres dans une même direction. Ce mouvement collectif, semblable à une foule se déplaçant dans un couloir, forme le courant électrique. Les matériaux comme le plastique ou le caoutchouc, qui n'ont pas d'électrons libres, sont des isolants. Ils bloquent le passage du courant.

Figure 1 : Réf. IMG (4706-3477-1630)

Sens conventionnel et sens réel du courant dans un circuit simple

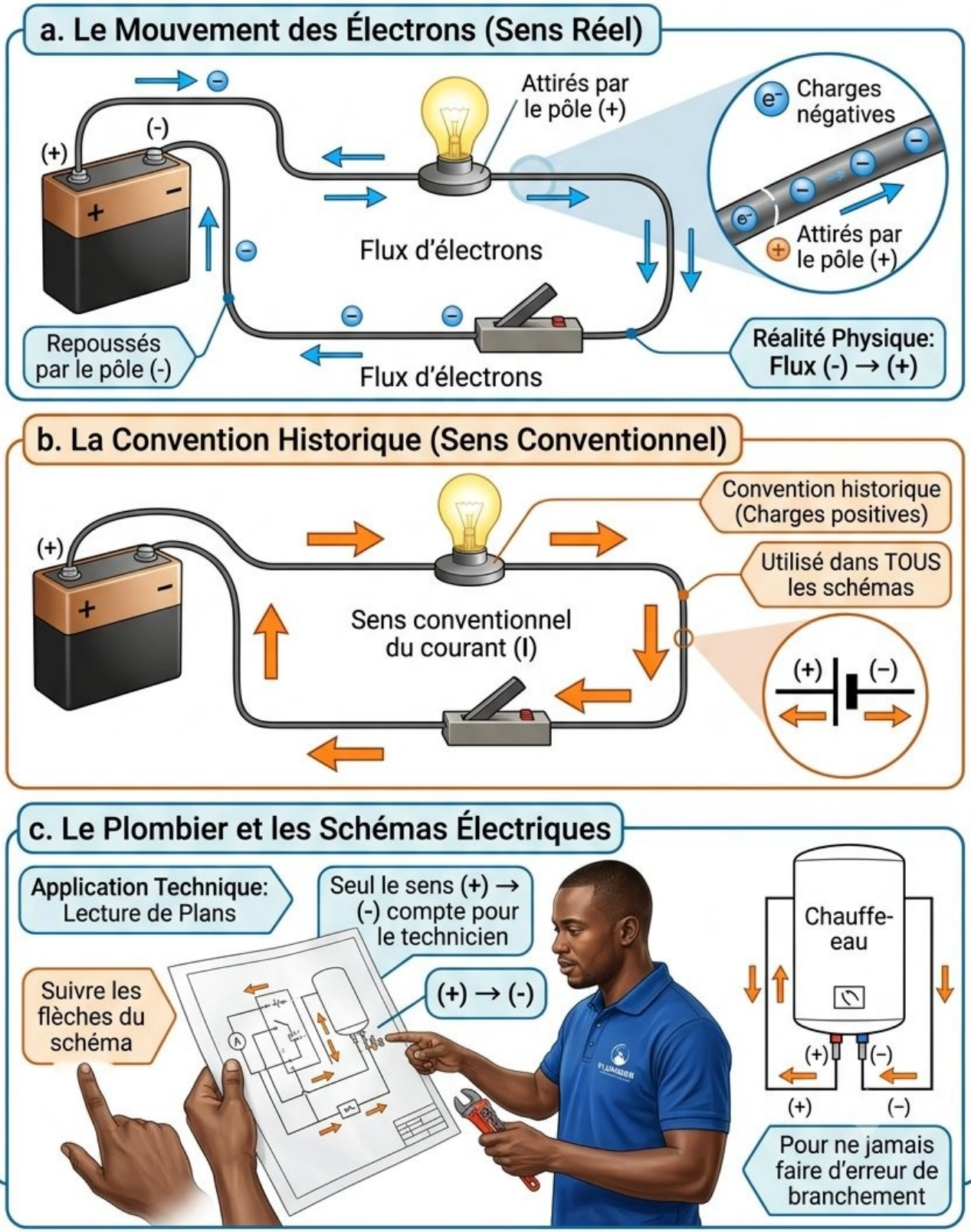

Figure 1 : Réf. IMG (4706-3477-1630)

Sens conventionnel et sens réel du courant dans un circuit simple

a. Le Mouvement des Électrons (Sens Réel)

Les électrons portent une charge électrique négative. Une source de courant continu, comme une pile, possède une borne négative (-) et une borne positive (+). Naturellement, les charges négatives (électrons) sont repoussées par la borne négative et attirées par la borne positive. Le sens réel du courant est donc un flux d'électrons allant de la borne (-) vers la borne (+). C'est la réalité physique.

b. La Convention Historique (Sens Conventionnel)

Avant la découverte de l'électron, les physiciens pensaient que le courant était un flux de charges positives. Par convention, ils ont donc défini le sens du courant comme allant de la borne (+) vers la borne (-). Cette habitude historique est restée. Tous les schémas électriques, sans exception, utilisent ce sens conventionnel.

c. Le Plombier et les Schémas Électriques

Pour le travail technique, seul le sens conventionnel compte. Lorsqu'un technicien lit le plan de câblage d'un chauffe-eau ou d'une pompe, les flèches indiquant le sens du courant iront toujours du pôle positif vers le pôle négatif. Il faut appliquer cette règle systématiquement pour ne jamais faire d'erreur de branchement.

B. Les Deux Types de Courant : Continu et Alternatif

Le courant électrique existe sous deux formes principales.

- **Le Courant Continu (CC)** : Le flux d'électrons se déplace toujours dans la même direction. Les sources typiques sont les piles, les batteries de voiture ou les panneaux solaires. Il est souvent utilisé pour l'électronique de faible puissance.
- **Le Courant Alternatif (CA)** : Le flux d'électrons change de direction très rapidement. Il oscille d'avant en arrière. C'est le type de courant fourni par la SNEL dans les prises murales. Il alimente la quasi-totalité

des appareils domestiques et industriels, y compris les pompes et les chauffe-eau qu'un plombier installe.

b. Scénarios et Exercices

Papa Mbiya, un ancien plombier de Mbuji-Mayi, expliquait souvent l'électricité à son jeune apprenti avec une image simple. "Le courant, c'est comme l'eau dans un tuyau", disait-il. "Le générateur, c'est la pompe qui pousse l'eau. Mais pour l'électricité, il y a une petite blague des ancêtres physiciens. Ils ont dessiné les flèches dans le mauvais sens sur les plans ! Les vraies petites gouttes d'électricité, les électrons, vont du moins vers le plus. Mais sur nos schémas, pour ne pas fâcher les vieux fantômes, on dessine toujours la flèche du plus vers le moins. Toi, tu dois juste connaître cette règle. C'est le secret pour ne pas tout faire sauter." Cette sagesse pratique est la clé pour lire correctement n'importe quel plan électrique.

Exercice 1 : Le Chauffe-eau de Maman Hélène à Matadi

Énoncé : Un technicien installe un petit chauffe-eau fonctionnant sur une grosse batterie de 12V pour une dépendance. Il connecte le fil rouge au pôle (+) de la batterie et le fil noir au pôle (-). Dessinez mentalement le circuit. Dans quel sens le courant *conventionnel* circule-t-il ? Dans quel sens les *électrons* se déplacent-ils réellement ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier les pôles et le sens conventionnel** La règle est absolue : le courant conventionnel sort toujours de la borne positive (+) pour aller vers la borne négative (-). Le courant circule donc du pôle (+) de la batterie, traverse le chauffe-eau, et revient au pôle (-).
2. **Étape 2 : Identifier le sens réel des électrons** La réalité physique est l'inverse de la convention. Les électrons, qui sont des charges négatives, sont repoussés par le pôle négatif (-). Ils se déplacent donc du pôle (-) de la batterie, traversent le chauffe-eau, et sont attirés par le pôle (+).

Exercice 2 : La Pompe à Eau de Papa Welo à Mbandaka

Énoncé : À Mbandaka, Papa Welo branche sa nouvelle pompe à eau directement dans la prise murale de sa maison, alimentée par le réseau de la

SNEL. Quel type de courant utilise la pompe ? Peut-on parler d'un sens unique de circulation du courant comme avec une batterie ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier la source d'alimentation** La source est une prise murale alimentée par la Société Nationale d'Électricité (SNEL). Cette source fournit du courant alternatif.
2. **Étape 2 : Définir le courant alternatif (CA)** Le courant alternatif signifie que le sens du courant n'est pas fixe. Les électrons ne s'écoulent pas dans une direction unique.
3. **Étape 3 : Conclure sur le sens du courant** Dans un circuit en courant alternatif, la direction du flux d'électrons s'inverse périodiquement (typiquement 50 fois par seconde en RDC). Il n'y a donc pas un "sens" unique et constant du courant. Les électrons vibrent sur place plutôt que de s'écouler d'un point A à un point B.

1.2. L'Intensité : Définition et Unité (Ampère)

a. L'analogie du fleuve

Même si un fil électrique semble immobile, des milliards de particules le parcourent chaque seconde. Ce mouvement invisible est le courant électrique. Sa force, ou son débit, est une valeur fondamentale en électricité.

La plomberie offre une excellente comparaison. Le débit d'eau dans un tuyau est mesurable. De la même manière, le "débit" des électrons dans un fil possède une mesure précise. Cette mesure est l'intensité du courant.

A. Le Débit des Électrons

L'intensité du courant électrique est une grandeur physique. Elle mesure la quantité de charges électriques qui traverse une section du conducteur pendant un temps donné. Pensez au nombre de litres d'eau qui passent dans un tuyau chaque seconde. L'intensité, c'est la même idée pour les électrons.

Cette grandeur se note avec la lettre I. Son unité de mesure officielle est l'Ampère, symbolisé par la lettre A. La relation mathématique est directe :

$$I = \frac{Q}{t}$$

Avec : - I : l'Intensité en Ampères (A) - Q : la Quantité de charge électrique en Coulombs (C) - t : le temps en secondes (s)

B. L'Ampère et le Coulomb

Un courant de 1 Ampère signifie qu'une quantité de charge de 1 Coulomb traverse un point du circuit chaque seconde. Le Coulomb est une unité de charge très grande. Il représente environ $6,24 \times 10^{18}$ électrons. Heureusement, le plombier n'a pas besoin de compter les électrons un par un. Il lui suffit de mesurer les Ampères avec un appareil appelé ampèremètre.

Figure 2 : Réf. IMG (7763-2321-2668)

Analogie entre le débit d'eau dans un tuyau et l'intensité électrique

a. Le flux d'eau

Un circuit hydraulique simple contient une pompe qui met l'eau en mouvement. Cette eau circule dans des tuyaux. Le débit, mesuré en litres par seconde, représente la quantité d'eau qui passe en un point précis du tuyau. Un débit élevé signifie beaucoup d'eau en peu de temps. C'est l'équivalent de la charge électrique (le Coulomb).

b. Le flux d'électrons

Un circuit électrique contient un générateur (pile, batterie) qui met les électrons en mouvement. Ces électrons circulent dans des fils conducteurs. La pression de la pompe correspond à la tension du générateur (en Volts). Le tuyau correspond au fil électrique.

c. Le concept de débit (intensité)

L'intensité du courant, en Ampères, est le débit des électrons. Une intensité de 10 A est un "débit" d'électrons plus fort qu'une intensité de 1 A. Pour un plombier, un chauffe-eau demandant 15 A nécessite un fil plus gros qu'une simple ampoule demandant 0,5 A, tout comme un grand débit d'eau exige un tuyau plus large.

Scénarios et Exercices

L'unité "Ampère" vient du nom d'André-Marie Ampère, un savant français du 19ème siècle. La légende raconte qu'il était si absorbé par ses pensées qu'il lui arrivait d'écrire ses équations à la craie sur le dos des calèches à Paris, pensant que c'était un tableau noir. Cette concentration extrême lui a permis de formuler les lois fondamentales de l'électrodynamique. Son travail est tellement important que son nom est aujourd'hui sur chaque appareil électrique, d'un chargeur de téléphone à Kinshasa jusqu'à une grande pompe hydraulique dans une plantation du Kwilu. C'est un rappel que la science, même la plus abstraite, finit toujours par avoir un impact très concret sur notre quotidien.

Exercice 1 : La pompe de Papa Mbuyi à Likasi

Énoncé : Papa Mbuyi, technicien dans le Haut-Katanga, installe une petite pompe à eau. Le manuel technique indique que pour fonctionner, l'appareil fait circuler une charge totale de 120 Coulombs en 60 secondes. Calculez l'intensité du courant nécessaire.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier les données du problème** La quantité de charge est $Q = 120$ C. Le temps de fonctionnement est $t = 60$ s.
2. **Étape 2 : Choisir la bonne formule** La formule reliant intensité, charge et temps est $I = Q/t$.
3. **Étape 3 : Calculer et conclure** On remplace les valeurs dans la formule : $I = 120/60$. Le résultat est $I = 2$ A. La pompe de Papa Mbuyi nécessite un courant d'une intensité de 2 Ampères.

Exercice 2 : Le chauffe-eau de Maman Hélène à Gemena

Énoncé : À Gemena, dans la province du Sud-Ubangi, Maman Hélène utilise un chauffe-eau électrique qui consomme un courant de 5 Ampères. Quelle quantité de charge électrique traverse l'appareil en 2 minutes de fonctionnement ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier et préparer les données** L'intensité est $I = 5$ A. Le temps est $t = 2$ minutes. Il faut obligatoirement convertir le temps en secondes : $t = 2 \times 60 = 120$ s.
2. **Étape 2 : Adapter la formule** La formule de base est $I = Q/t$. Pour trouver la charge Q, on la réarrange : $Q = I \times t$.
3. **Étape 3 : Calculer la charge totale** On applique les valeurs : $Q = 5 \times 120$. Le résultat est $Q = 600$ C. En 2 minutes, une charge de 600 Coulombs traverse le chauffe-eau.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

1.3. Mesure de l'Intensité : L'Ampèremètre

a. Le compteur du courant

Lorsque l'on ouvre un robinet à Mbandaka, le débit d'eau détermine la vitesse de remplissage d'un seau. Ce débit, c'est la quantité d'eau qui passe chaque seconde dans le tuyau. Un débit faible remplit le seau lentement. Un débit fort le remplit vite. Le courant électrique fonctionne sur un principe similaire.

L'intensité du courant est le "débit" des électrons dans un fil conducteur. Une forte intensité signifie que beaucoup d'électrons se déplacent. Pour mesurer cette valeur, les électriciens et les plombiers-chauffagistes utilisent un appareil spécifique. Cet appareil s'appelle l'ampèremètre. Son unité de mesure est l'Ampère, de symbole A.

A. Principe de fonctionnement

L'ampèremètre mesure le flux d'électrons qui le traverse. Pour fonctionner, il doit être intégré directement dans le chemin du courant. Il se comporte comme un compteur que l'on insérerait au milieu d'une tuyauterie pour mesurer le passage de l'eau. Tout le courant du circuit doit obligatoirement passer à travers l'appareil pour être compté.

Cette mesure est fondamentale en plomberie moderne. Elle permet de vérifier si une pompe, un chauffe-eau ou un circulateur consomme la bonne quantité d'énergie. Une intensité anormale, trop forte ou trop faible, indique souvent un défaut de l'appareil ou un problème dans l'installation électrique.

B. Le branchement en série : Une règle absolue

Le branchement correct de l'ampèremètre est une compétence de sécurité essentielle. Il se branche toujours **en série**.

Concrètement, cela signifie : - Le circuit électrique doit être ouvert (coupé). - L'ampèremètre est inséré dans cette coupure. - Le courant entre par une borne de l'appareil et ressort par l'autre.

Le courant du circuit est alors forcé de traverser l'ampèremètre. La loi des nœuds dans un circuit série simple est claire. L'intensité est la même en tout point du circuit. Donc, la valeur mesurée par l'ampèremètre est bien l'intensité totale du circuit.

$$I_{circuit} = I_{ampèremètre}$$

Un branchement incorrect (en parallèle, comme un voltmètre) est extrêmement dangereux. Il provoque un court-circuit violent. L'ampèremètre possède une résistance interne très faible. Le brancher aux bornes d'un générateur revient à relier directement les pôles + et - avec un simple fil.

---

b. Scénarios et Exercices

Papa Mfumumpa, à Matadi, se plaignait sans cesse. Chaque fois qu'il branchait son nouveau congélateur acheté au port, le disjoncteur principal de la parcelle sautait. Il accusait le voisin de lui voler son électricité. Un jeune électricien du quartier est venu avec un appareil étrange, une pince ampèremétrique. Sans rien débrancher, il a simplement "pincé" le câble d'alimentation principal. Le verdict fut rapide. Le vieux climatiseur (5A), la pompe du puits (4A) et le nouveau congélateur (3A) fonctionnaient en même temps. Le total de 12A dépassait la capacité de son disjoncteur de 10A. L'ampèremètre avait parlé : le problème n'était pas un vol, mais une simple surcharge. Papa Mfumumpa a appris ce jour-là que les ampères, comme les mangues dans un panier, finissent par s'additionner.

Exercice 1 : Le chauffe-eau de Ngalula à Mbuji-Mayi

Énoncé : Ngalula, plombière-chauffagiste, installe un nouveau chauffe-eau électrique. La ligne est protégée par un disjoncteur de 16A. Avant de finaliser son travail, elle branche son ampèremètre en série pour vérifier la consommation réelle de l'appareil. L'écran de l'ampèremètre affiche une valeur stable de 14,5 A. L'installation est-elle conforme et sécurisée ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier les données techniques** L'intensité maximale autorisée par le circuit est définie par le disjoncteur : $I_{max} = 16\,A$. L'intensité mesurée consommée par le chauffe-eau est : $I_{mesurée} = 14,5\,A$.

2. **Étape 2 : Comparer l'intensité mesurée à l'intensité maximale** Il faut vérifier que l'intensité consommée est inférieure à la capacité du disjoncteur. On compare $14,5\,A$ et $16\,A$.

3. **Étape 3 : Conclure sur la sécurité de l'installation** Puisque $14,5\,A < 16\,A$, l'intensité consommée par le chauffe-eau est bien inférieure à la limite de protection du circuit. L'installation est donc sécurisée et conforme. Ngalula peut valider son travail.

Exercice 2 : Le mystère des deux pompes au Kwilu

Énoncé : Un dispensaire près de Bandundu utilise deux pompes à eau identiques pour remplir son château d'eau. Un technicien mesure le courant d'une seule pompe en fonctionnement : l'ampèremètre indique 6 A. Pour accélérer le remplissage, le directeur demande de faire fonctionner les deux pompes en même temps sur le même circuit principal. Quel sera le courant total traversant le disjoncteur principal lorsque les deux pompes seront allumées ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Comprendre le principe d'additivité** Lorsque plusieurs appareils sont branchés en parallèle sur une même source, leurs courants s'additionnent. Le courant total fourni par la source est la somme des courants de chaque appareil. $I_{total} = I_{pompe1} + I_{pompe2}$
2. **Étape 2 : Déterminer le courant de chaque pompe** L'énoncé précise que les pompes sont identiques. Le courant mesuré pour une pompe est $I_{pompe1} = 6\,A$. Donc, le courant pour la seconde pompe est aussi $I_{pompe2} = 6\,A$.
3. **Étape 3 : Calculer l'intensité totale** On applique la formule d'addition :

   $$I_{total} = 6\,A + 6\,A = 12\,A$$

   Lorsque les deux pompes fonctionneront simultanément, le courant total tiré sur la ligne sera de 12 A.

1.4. Densité de Courant et Section des Conducteurs

a. Le fleuve et le fil électrique

Quand un grand fleuve comme le Congo se rétrécit pour passer les rapides de Kinsuka, sa vitesse augmente terriblement. La quantité d'eau qui passe chaque seconde reste la même, mais elle est concentrée dans un espace plus petit. La puissance de l'eau devient immense.

L'électricité dans un fil de cuivre fonctionne sur un principe similaire. Le courant électrique, c'est la quantité d'électrons qui passent. La densité de courant, c'est la "concentration" de ce passage. Un fil trop fin pour un

courant trop fort, c'est comme forcer le fleuve Congo dans un caniveau : ça chauffe, ça brûle, et ça casse.

A. Définition de la densité de courant (J)

La densité de courant, notée J, mesure l'intensité du courant électrique qui traverse une surface donnée. Elle exprime comment le courant se répartit à l'intérieur d'un conducteur. Son calcul est direct. Elle correspond au rapport entre l'intensité du courant I (en Ampères) et la section S (la surface de la coupe transversale) du conducteur.

La formule est la suivante :

$$J = \frac{I}{S}$$

Son unité dans le Système International est l'Ampère par mètre carré (A/m²). Dans la pratique du chantier, cette unité est trop grande. L'électricien ou le plombier technicien utilise presque toujours l'Ampère par millimètre carré (A/mm²). Cette unité est plus adaptée aux sections des fils électriques courants. Une densité de courant élevée signifie une forte "pression" des électrons, ce qui génère de la chaleur.

B. Le choix de la section (S) du conducteur

Choisir la bonne section de fil n'est pas une question de luxe. C'est une obligation de sécurité. Un fil trop fin pour un courant donné aura une densité de courant trop élevée. Par effet Joule, ce fil va surchauffer. Il peut faire fondre son isolant en plastique et provoquer un court-circuit ou un incendie. Pour installer un chauffe-eau électrique à Bandundu, la section du câble est un point critique.

Chaque type de conducteur possède une densité de courant admissible (J_{adm}), une valeur maximale à ne jamais dépasser. Cette valeur dépend du matériau (cuivre, aluminium) et des conditions d'installation. Pour calculer la section minimale requise pour un appareil, on réarrange la formule :

$$S_{min} = \frac{I}{J_{adm}}$$

En pratique, on choisit toujours la section standard disponible qui est immédiatement supérieure ou égale à la valeur calculée.