TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

0.1. Objectifs Généraux du Cours 1
- 0.1.1. Maîtrise des Principes Électrotechniques Appliqués 1
- 0.1.2. Développement de la Compétence Diagnostique 1
- 0.1.3. Intégration des Architectures Électroniques Modernes 1

0.2. Approche Pédagogique et Méthodologique 1
- 0.2.1. La Pédagogie du Diagnostic : du Symptôme au Système 1
- 0.2.2. L'Ancrage Compétentiel par le Raisonnement Déductif 2

0.3. Compétences à Développer 2
- 0.3.1. Maîtrise Analytique et Diagnostique 2
- 0.3.2. Compétence Opérationnelle et Pratique 2
- 0.3.3. Rigueur Méthodologique et Sécuritaire 2

0.4. Matériel Didactique Requis 3
- 0.4.1. Instruments de Mesure et de Diagnostic 3
- 0.4.2. Supports Pédagogiques Actifs 3
- 0.4.3. Ressources Documentaires et Sécuritaires 3

PARTIE 1. FONDEMENTS PHYSIQUES ET MAGNÉTISME APPLIQUÉ **3**

a. L'électricité, une force invisible 3

b. De la loi d'Ohm au circuit automobile 4

c. Le magnétisme, moteur de l'action 4

d. L'objectif : du diagnostic à la réparation 4

CHAPITRE 1. GRANDEURS ÉLECTRIQUES ET MESURES **4**

1.1. Tension, Intensité et Résistance 4
- a. L'analogie du fleuve Congo 4
- A. La Tension (U) : La force qui pousse 4
- B. L'Intensité (I) : Le débit des électrons 5
- C. La Résistance (R) : L'obstacle au courant 5

FIGURE 1 : RÉF. IMG (9867-3805-8739) **7**

L'analogie hydraulique : tension, intensité et résistance expliquées par l'eau 7

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- D. La Loi d'Ohm : La relation fondamentale.....7

FIGURE 2 : RÉF. IMG (3147-4070-3004).....9

Schéma d'un circuit électrique simple avec ses trois grandeurs fondamentales.....9

- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....9

1.2. La Loi d'Ohm et ses Applications.....11

- a. Le pilier de l'électricité automobile.....11
- A. La Relation Fondamentale : U = R x I.....11

FIGURE 3 : RÉF. IMG (0922-3301-3587).....13

Le triangle de la loi d'Ohm, aide-mémoire du mécanicien-électricien.....13

- B. Applications Pratiques en Diagnostic.....13

FIGURE 4 : RÉF. IMG (9614-3105-7753).....15

Mesure de la chute de tension sur un injecteur avec un multimètre.....15

- b. Scénarios et Exercices.....15

1.3. Utilisation des Appareils de Mesure.....16

- a. Le diagnostic par la mesure.....16
- A. Le multimètre : Le couteau suisse de l'électricien.....17
- B. La mesure de la tension (Fonction Voltmètre).....17
- C. La mesure de l'intensité (Fonction Ampèremètre).....17

FIGURE 5 : RÉF. IMG (3180-2668-2381).....19

Connexion du multimètre pour mesurer tension, intensité et résistance.....19

- D. La mesure de la résistance (Fonction Ohmmètre).....19

1.4. Puissance Électrique et Effet Joule.....21

- a. L'énergie qui se transforme.....21
- A. La Puissance Électrique (P).....21
- B. L'Effet Joule : La Chaleur du Courant.....21

FIGURE 6 : RÉF. IMG (9544-5086-2424).....24

Schéma simplifié de l'effet Joule dans une résistance électrique.....24

- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....24

CHAPITRE 2. LE MAGNÉTISME ET L'ÉLECTROMAGNÉTISME.....25

2.1. Champ Magnétique : Aimants et Courants.....25

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- a. La force invisible.....25
- A. L'aimant permanent et son champ.....26

FIGURE 7 : RÉF. IMG (1964-9172-9895).....28

Lignes de champ magnétique d'un aimant droit et d'un aimant en U.....28

- B. Le champ magnétique créé par un courant.....28
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....29

2.2. La Force de Laplace.....30

- a. Du courant au mouvement : une idée simple.....30
- A. Définition et formule de la force de Laplace.....30
- B. Orientation de la force : la règle des trois doigts.....30
- C. L'application reine : le démarreur automobile.....31

2.3. Le Circuit Magnétique et l'Entrefer.....32

- a. Introduction au concept.....32
- A. Le circuit magnétique : l'autoroute du flux.....33
- B. L'entrefer : le pont cassé nécessaire.....33
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....33

CHAPITRE 3. L'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE.....35

3.1. Génération de Tension par Induction (Loi de Lenz-Faraday).....35

- a. Le secret de la dynamo.....35
- A. Le Flux Magnétique et sa Variation.....35

FIGURE 8 : RÉF. IMG (7994-8950-5967).....37

Création d'un courant induit par le déplacement d'un aimant.....37

- B. La Loi de Lenz-Faraday : Quantifier l'Effet.....37

FIGURE 9 : RÉF. IMG (1202-5222-4277).....39

La loi de Lenz : le principe de l'opposition systématique.....39

- C. Scénarios et Exercices.....39

3.2. L'Auto-induction et les Surtensions.....40

- a. L'étincelle qui change tout.....40
- A. Le Phénomène d'Auto-induction.....41
- B. La Surtension : Conséquence Directe.....41

FIGURE 10 : RÉF. IMG (4966-5860-3688).....43

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Schéma d'une bobine de relais avec sa diode de roue libre....43
- C. SCÉNARIOS ET EXERCICES....43

3.3. Transformateurs et Bobines d'Allumage....44
- a. Élever la tension, un tour de magie ?....44
- A. Le transformateur : le principe de l'influence mutuelle....45
- B. La bobine d'allumage : un transformateur spécialisé....45

FIGURE 11 : RÉF. IMG (3443-9047-7788)....47

Structure interne schématisée d'une bobine d'allumage automobile moderne....47
- b. L'anecdote du mécanicien de Matadi....47

CHAPITRE 4. CONDENSATEURS ET ÉLECTROSTATIQUE....49

4.1. Le Condensateur : Principe, Charge et Décharge....49
- a. Une réserve d'énergie inspirée par la nature....49
- A. Principe de Fonctionnement : La Réserve d'Électrons....49

FIGURE 12 : RÉF. IMG (6961-4249-6139)....51

Schéma de principe d'un condensateur plan avec ses deux armatures....51
- B. Le Cycle de Charge et de Décharge....51

FIGURE 13 : RÉF. IMG (5316-3638-2026)....54

Circuit de charge et de décharge d'un condensateur avec un interrupteur....54
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....54

4.2. Le Condensateur en Courant Continu et Alternatif....55
- a. L'impasse qui travaille....55
- A. Comportement en Courant Continu (CC)....56
- B. Comportement en Courant Alternatif (CA)....56

FIGURE 14 : RÉF. IMG (3923-7808-7444)....58

Schéma du condensateur face aux courants continu et alternatif....58
- C. Applications Automobiles Typiques....58

4.3. Phénomènes Électrostatiques en Automobile....60
- a. L'étincelle invisible....60
- A. La charge par frottement (Triboélectricité)....60
- B. La Décharge Électrostatique (DES) et ses risques....60

FIGURE 15 : RÉF. IMG (2911-5857-3221)....62

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Schéma de l'accumulation de charges statiques sur un véhicule en mouvement.....62
- C. Parasites radio et bandes antistatiques.....62

PARTIE 2. ANALYSE DES CIRCUITS ET COMPOSANTS.....64

a. Le véhicule, un réseau électrique sur roues.....64

b. Les briques élémentaires du circuit.....64

c. La méthode : observer, mesurer, déduire.....64

d. L'objectif : du diagnostic à l'intervention.....64

CHAPITRE 5. ANALYSE DES CIRCUITS RÉSISTIFS.....64

5.1. Lois de Kirchhoff : Groupements Série et Parallèle.....64
- a. Le bon sens de la physique.....64
- A. La Loi des Nœuds (Première Loi de Kirchhoff).....65

FIGURE 16 : RÉF. IMG (6494-7828-7849).....67

Illustration schématique de la loi des nœuds dans un circuit simple.....67
- B. La Loi des Mailles (Deuxième Loi de Kirchhoff).....67

FIGURE 17 : RÉF. IMG (3313-2406-2502).....69

Circuit en série illustrant la loi des mailles de Kirchhoff.....69
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....69

5.2. Groupements Mixtes et Résistance Équivalente.....70
- a. Le circuit, un chemin unique ?.....70
- A. Définition et Structure du Groupement Mixte.....71

FIGURE 18 : RÉF. IMG (5241-4014-0620).....73

Schéma d'un groupement mixte simple avec trois résistances R1, R2, R3.....73
- B. Calcul de la Résistance Équivalente ().....73

FIGURE 19 : RÉF. IMG (9288-5437-9414).....75

Simplification d'un circuit mixte en calculant la résistance équivalente.....75
- C. Scénarios et Exercices.....75

5.3. Résistances Variables et Capteurs.....77
- a. De l'horloge médiévale à l'électronique moderne.....77
- A. Le Potentiomètre : Mesurer une Position ou un Niveau.....77

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 20 : RÉF. IMG (3502-1361-4126) **79**

Schéma de principe d'un potentiomètre à piste résistive et curseur mobile 79

- B. Les Thermistances : Sentir la Température 79

FIGURE 21 : RÉF. IMG (9685-8471-7796) **81**

Symbole et aspect physique d'une thermistance de type NTC (CTN) 81

- b. Anecdote de l'atelier 81

CHAPITRE 6. COURANT CONTINU ET ALTERNATIF **83**

6.1. Courants Continu (DC) et Alternatif (AC) : Caractéristiques 83

- a. L'étincelle de la découverte 83
- A. Le Courant Continu (DC) : Le sens unique 83
- B. Le Courant Alternatif (AC) : Le va-et-vient 83
- SCÉNARIOS ET EXERCICES 83

6.2. Redressement du Courant 85

- a. Le paradoxe de l'alternateur 85
- A. Le Rôle de la Diode Semicondutrice 85
- B. Le Pont de Diodes de l'Alternateur 85

FIGURE 22 : RÉF. IMG (9814-7122-9505) **87**

Schéma du redressement monophasé par un pont de diodes 87

- C. Conséquences d'un Redressement Défaillant 87

6.3. Avantages Comparatifs en Automobile 89

- a. Une guerre historique dans un moteur 89
- A. La Suprématie du Courant Continu (CC) 89

FIGURE 23 : RÉF. IMG (4855-2877-0712) **89**

Schéma simplifié du circuit d'éclairage en courant continu (CC) automobile 89

- B. Le Rôle Stratégique du Courant Alternatif (CA) 90

FIGURE 24 : RÉF. IMG (6703-2503-9212) **92**

Principe de fonctionnement de l'alternateur et sa conversion CA vers CC 92

- b. L'anecdote de Papa Kanku à Mbuji-Mayi 92

CHAPITRE 7. SYSTÈME TRIPHASÉ ET PUISSANCE **93**

7.1. Principe de la Génération Triphasée 93

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- a. Le secret de la puissance continue....93
- A. De la bobine unique aux trois enroulements....94

FIGURE 25 : RÉF. IMG (0658-5512-3259)....96

Schéma d'un stator triphasé avec ses trois enroulements distincts....96
- B. Le déphasage de 120 degrés....96

FIGURE 26 : RÉF. IMG (4939-3476-2417)....98

Représentation graphique des trois tensions sinusoïdales déphasées de 120°....98
- C. Couplage en étoile et en triangle....98

7.2. Couplages Étoile et Triangle....100
- a. Le choix stratégique des enroulements....100
- A. Le Couplage Étoile (Y)....100

FIGURE 27 : RÉF. IMG (9282-3550-6257)....102

Schéma du couplage étoile des enroulements d'un alternateur automobile....102
- B. Le Couplage Triangle (Δ)....102

FIGURE 28 : RÉF. IMG (7589-6075-2124)....104

Schéma du couplage triangle et circulation des courants de phase....104
- b. Scénarios et Exercices....104

7.3. Puissance en Courant Alternatif....105
- a. L'énigme de la puissance alternative....105
- A. La Puissance Active (P) : L'Énergie qui Travaille....106
- B. La Puissance Réactive (Q) : L'Énergie Magnétique....106
- C. La Puissance Apparente (S) : La Demande Totale....106
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....107

7.4. Redressement Triphasé (Pont de Graetz)....108
- a. Le problème de la conversion....108
- A. Anatomie et principe du pont de diodes....108

FIGURE 29 : RÉF. IMG (8101-8122-4899)....110

Schéma du pont de Graetz à six diodes et ses connexions....110
- B. La forme d'onde en sortie....110

FIGURE 30 : RÉF. IMG (8166-8492-5492)....112

Formes d'onde : tensions d'entrée triphasées et tension de sortie redressée.....112
- C. Scénarios et Exercices.....112

CHAPITRE 8. ACCUMULATEURS ET STOCKAGE D'ÉNERGIE.....114

8.1. Constitution de la Batterie au Plomb.....114
- a. Le cœur électrique du véhicule.....114
- A. Les Éléments d'un Accumulateur.....114

FIGURE 31 : RÉF. IMG (9910-2464-0612).....116

Vue éclatée d'une batterie au plomb et ses composants internes.....116
- B. L'Organisation en Cellules.....116

8.2. Caractéristiques Électriques (Capacité, CCA).....118
- a. L'erreur du débutant et la sagesse du mécanicien.....118
- A. La Capacité Nominale : l'Endurance de la Batterie (Ah).....118
- B. L'Intensité de Démarrage à Froid : la Force Brute (CCA).....118

FIGURE 32 : RÉF. IMG (8069-9864-0787).....120

Étiquette d'une batterie automobile montrant la capacité et l'indice CCA.....120
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....120

8.3. Association des Accumulateurs.....121
- a. Le dilemme du chauffeur de camion.....121
- A. L'Association en Série.....122

FIGURE 33 : RÉF. IMG (6941-3419-1621).....124

Schéma d'une association en série de deux accumulateurs 12V.....124
- B. L'Association en Parallèle.....124

FIGURE 34 : RÉF. IMG (2773-7325-6702).....126

Schéma d'une association en parallèle de deux accumulateurs 12V.....126
- C. L'Association Mixte.....126

8.4. Résistance Interne et Chute de Tension.....128
- a. Le paradoxe de la batterie neuve.....128
- A. Comprendre la résistance interne ().....128
- B. Le phénomène de la chute de tension.....128

FIGURE 35 : RÉF. IMG (9637-9089-7272).....130

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Schéma d'une batterie avec sa résistance interne et la chute de tension.....130
- C. Mesure et diagnostic.....130

PARTIE 3. MACHINES TOURNANTES ET APPLICATIONS.....131

Du Mouvement à l'Énergie.....131

De l'Énergie au Mouvement.....132

Le Duo Indissociable : Alternateur et Démarreur.....132

Au-delà du Démarrage : Les Moteurs Auxiliaires.....132

CHAPITRE 9. PRINCIPES DES MACHINES TOURNANTES.....132

9.1. Principes de Conversion Électromécanique et Structure (Inducteur/Induit).....132
- a. L'étincelle du mouvement.....132
- A. La double nature de la conversion.....132
- B. Le couple fondamental : Inducteur et Induit.....133

FIGURE 36 : RÉF. IMG (8615-2892-2864).....135

Structure simplifiée d'une machine tournante montrant l'inducteur et l'induit.....135
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....135

9.2. Le Collecteur et les Balais.....136
- a. Le paradoxe du contact tournant.....136
- A. Le Collecteur : Le Distributeur Rotatif.....137
- B. Les Balais : Le Contact Glissant.....137

FIGURE 37 : RÉF. IMG (3261-4882-2021).....139

Schéma fonctionnel du collecteur et des balais dans un moteur DC.....139
- Anecdote du garage : Le silence du démarreur.....139

9.3. Couple Moteur et Force Contre-Électromotrice.....140
- a. La bataille invisible au cœur du moteur.....140
- A. Le Couple Moteur () : La Force de Rotation.....141
- B. La Force Contre-Électromotrice (F.C.E.M. ou).....141
- C. L'Équation Électrique du Moteur.....141

CHAPITRE 10. L'ALTERNATEUR (CIRCUIT DE CHARGE).....143

10.1. Architecture de l'Alternateur à Griffes.....143
- a. Le principe de l'induction.....143
- A. Les Composants Clés.....143

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 38 : RÉF. IMG (2185-5995-6936) **146**

Vue éclatée d'un alternateur à griffes et ses composants principaux. 146

- B. Le Circuit de Redressement et de Régulation 146

FIGURE 39 : RÉF. IMG (7567-7132-6138) **148**

Le circuit de redressement et de régulation de l'alternateur 148

- Scénarios et Exercices 148

10.2. Régulation de Tension et Circuit de Pré-excitation 149

- a. Le défi de la stabilité 149
- A. Le Régulateur de Tension : Le Gendarme du Courant 150

FIGURE 40 : RÉF. IMG (7349-2910-7532) **152**

Schéma de principe du régulateur de tension dans l'alternateur moderne 152

- B. Le Circuit de Pré-excitation : Le Coup d'Envoi 152

FIGURE 41 : RÉF. IMG (4799-8646-8507) **154**

Parcours du courant de pré-excitation à travers le témoin de charge 154

- Anecdote : La Panne de Papa Nlandu à Matadi 154

10.3. Bilan de Puissance et Refroidissement 155

- a. L'héritage de la dynamo 155
- A. Le Bilan de Puissance : Une Question d'Équilibre 156
- B. La Chaleur : L'Ennemi Numéro Un 156

FIGURE 42 : RÉF. IMG (4637-4529-0702) **158**

Vue éclatée d'un alternateur moderne montrant ses ailettes de refroidissement 158

- Scénarios et Exercices 158

CHAPITRE 11. LE DÉMARREUR (CIRCUIT DE DÉMARRAGE) **159**

11.1. Moteur à Courant Continu Série 159

- a. Une quête de force motrice 159
- A. Principe et Constitution 160
- B. Caractéristique Fondamentale : Le Couple au Démarrage 160
- C. Schéma électrique de principe 160

11.2. Le Solénoïde et la Fourchette 162

- a. Le principe de l'électro-aimant 162
- A. Rôle et fonctionnement du solénoïde 162

FIGURE 43 : RÉF. IMG (6747-2719-8257) **165**

Coupe schématique d'un solénoïde de démarreur automobile 165

- B. Le rôle de la fourchette 165

FIGURE 44 : RÉF. IMG (4729-4364-6703) **167**

Liaison entre le solénoïde, la fourchette et le pignon 167

- Scénarios et Exercices 167
- Une panne classique à Boma 167

11.3. Le Lanceur et la Roue Libre 168

- a. L'engrenage ou la casse 168
- A. Le rôle du lanceur : L'engagement physique 169
- B. Le principe de la roue libre : L'embrayage de sécurité 169

FIGURE 45 : RÉF. IMG (6922-4784-0005) **171**

Vue éclatée du lanceur et de la roue libre du démarreur 171

- L'anecdote du mécanicien de Bunia 171

11.4. Câblage et Chutes de Tension 172

- a. Le poids de l'intensité 172
- A. Le Principe de la Chute de Tension 173

FIGURE 46 : RÉF. IMG (6440-2793-8680) **175**

Schéma du circuit de démarrage montrant les points de mesure de tension 175

- B. Localisation et Mesure des Chutes de Tension 175

FIGURE 47 : RÉF. IMG (9609-7920-9231) **177**

Positionnement correct d'un multimètre pour mesurer une chute de tension 177

- L'anecdote du mécanicien de Mbandaka 177

CHAPITRE 12. ARCHITECTURE ÉLECTRIQUE GÉNÉRALE **179**

12.1. Circuits d'Éclairage, de Signalisation et Protections 179

- a. Le paradoxe de la panne nocturne 179
- A. L'éclairage : voir et être vu 179
- B. La signalisation : communiquer ses intentions 179

FIGURE 48 : RÉF. IMG (3142-7151-7077) **181**

Schéma de principe d'un circuit de phares avec un relais automobile 181

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- C. La protection : le rôle vital des fusibles et relais.....181

12.2. Masses et Retours de Courant.....183
- a. Le chemin le plus court.....183
- A. Définition et rôle de la masse.....183
- B. Les défauts de masse : source de pannes complexes.....183

12.3. Lecture de Schémas (Normes DIN).....185
- a. Le langage universel du mécanicien.....185
- A. La Logique des Bornes DIN 72552.....185

FIGURE 49 : RÉF. IMG (1490-5648-1638).....187

Tableau des principaux numéros de bornes selon la norme DIN 72552.....187
- B. Symboles Graphiques et Structure du Schéma.....187

FIGURE 50 : RÉF. IMG (8813-6117-2942).....189

Exemple de schéma simplifié pour un circuit d'éclairage avant.....189
- Scénarios et Exercices.....189
- b. L'anecdote de Fiston, le mécanicien de Matadi.....189

ANNEXES.....191

A.1. Symboles Électriques Normalisés.....191
- A. Fondements et Normes.....191
- B. Symboles des Sources et de la Masse.....191
- C. Dispositifs de Protection et de Commutation.....191
- D. Récepteurs et Actionneurs.....192
- E. Composants Électroniques Passifs et Actifs.....192
- F. Lignes et Connexions.....192

A.2. Tableau des Calibres de Fusibles.....193
- A. Principes Fondamentaux du Calibrage.....193
- B. Normalisation et Identification Visuelle.....193
- C. Règles de Calcul et de Sélection du Calibre.....194
- D. Facteurs de Correction (Derating).....195
- E. Calibres Typiques par Circuit (à titre indicatif).....195

A.3. Bornes Normalisées (DIN 72552).....196
- A. Principe et Logique de la Norme.....196
- B. Codes Fondamentaux : Alimentation et Commande.....196
- C. Codes des Systèmes Spécifiques.....196

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- D. Codes des Relais et Commutateurs.....197

A.4. Procédure de Démarrage par Câbles.....198

- A. Prérequis Matériels et Sécuritaires.....198
- B. Protocole de Connexion Normalisé (Séquence Inviolable).....199
- C. Phases de Démarrage et de Déconnexion.....199

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

PRÉLIMINAIRES

0.1. Objectifs Généraux du Cours

0.1.1. Maîtrise des Principes Électrotechniques Appliqués

L'achèvement de ce cursus sanctionne la maîtrise par l'élève des lois fondamentales de l'électricité (Ohm, Kirchhoff) dans le contexte automobile. Cette compétence inclut l'application raisonnée des formules de puissance, de résistance et d'intensité au sein de circuits réels. La finalité est une compréhension profonde des phénomènes permettant de justifier chaque mesure et chaque intervention. L'élève doit pouvoir quantifier un comportement électrique, pas seulement le décrire.

0.1.2. Développement de la Compétence Diagnostique

Au-delà de la théorie, le programme vise l'acquisition d'une méthodologie de dépannage rigoureuse et systématique. L'apprenant doit pouvoir interpréter des schémas électriques normalisés, utiliser un multimètre avec précision et suivre une séquence logique de tests pour identifier une défaillance. L'objectif terminal est la capacité à isoler une panne électrique (court-circuit, circuit ouvert, haute résistance) avec certitude et efficacité, sur des systèmes d'éclairage, de démarrage ou de charge.

0.1.3. Intégration des Architectures Électroniques Modernes

Une attention particulière est portée aux architectures multiplexées, socle de l'automobile contemporaine. Le programme couvre la logique d'interconnexion des calculateurs (ECU) et le fonctionnement des réseaux de communication de base (bus CAN, LIN). Cette vision systémique prépare le futur technicien, du Kongo Central au Kasaï, aux réalités d'un parc automobile où les systèmes sont interdépendants. Il s'agit de former des professionnels capables d'appréhender le véhicule comme un réseau et non comme une somme de circuits isolés.

0.2. Approche Pédagogique et Méthodologique

0.2.1. La Pédagogie du Diagnostic : du Symptôme au Système

Une progression inductive structure chaque chapitre. L'observation d'un symptôme tangible, une panne courante sur une Toyota à Lubumbashi ou un bus à Goma, précède systématiquement l'introduction des concepts théoriques. La théorie devient ainsi un outil de décodage du réel, une clé pour interpréter une anomalie observée.

Cette démarche ancre le savoir dans une finalité pratique immédiate. Le schéma électrique, la loi d'Ohm ou le fonctionnement d'un relais ne sont pas présentés comme des abstractions. Ils sont les instruments intellectuels nécessaires pour remonter de l'effet (un phare qui ne s'allume pas) à la cause (un défaut de masse, un fusible grillé, une commande défaillante).

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

L'apprentissage part du concret pour construire l'abstrait, puis y retourne pour valider la solution.

0.2.2. L'Ancrage Compétentiel par le Raisonnement Déductif

L'acquisition des savoirs est subordonnée au développement d'une compétence centrale : la logique de diagnostic. L'objectif est d'outiller l'élève pour qu'il puisse appliquer un raisonnement hypothético-déductif face à une situation inconnue. Chaque panne devient une énigme à résoudre.

Les scénarios et exercices sont spécifiquement conçus pour simuler cette gymnastique intellectuelle. L'élève est méthodiquement guidé pour formuler des hypothèses ("Si le démarreur ne tourne pas, alors la batterie pourrait être en cause…"), définir les tests logiques pour les valider ou les infirmer (mesure de la tension, test de continuité), et en déduire la cause racine du dysfonctionnement. L'ambition est de former des analystes techniques autonomes, capables de structurer leur pensée face à la complexité des circuits modernes.

0.3. Compétences à Développer

0.3.1. Maîtrise Analytique et Diagnostique

L'élève finaliste doit démontrer une capacité d'abstraction face aux systèmes électriques et électroniques. Il décode les schémas électriques complexes, identifie la fonction de chaque composant et modélise le comportement d'un circuit. L'application des lois fondamentales de l'électricité (Ohm, Kirchhoff) devient un outil de raisonnement. Cette aptitude lui permet de formuler des hypothèses logiques face à une panne, dépassant la simple exécution de tâches mémorisées pour atteindre une véritable intelligence du diagnostic.

0.3.2. Compétence Opérationnelle et Pratique

La compétence pratique prolonge directement la réflexion théorique. L'apprenant manipule avec précision les appareils de mesure : multimètre, oscilloscope et outil de diagnostic. Il exécute des interventions techniques conformes aux standards professionnels, incluant la soudure, le sertissage et la réparation de faisceaux. La maîtrise des gestes techniques garantit des interventions fiables et durables. Le remplacement d'un capteur ou d'un actuateur devient une procédure maîtrisée, documentée et validée par des mesures de contrôle.

0.3.3. Rigueur Méthodologique et Sécuritaire

Au-delà de la technique pure, l'acquisition d'une méthode de travail professionnelle est fondamentale. L'élève intègre un protocole de diagnostic systématique, de l'analyse de la plainte client à la validation finale de la réparation. Il applique scrupuleusement les normes de sécurité individuelles et collectives. La connaissance des dangers liés aux circuits électriques, notamment les systèmes à haute tension, et la mise en œuvre des procédures de consignation sont des prérequis non négociables. Cette démarche méthodique assure la fiabilité de son travail et sa propre sécurité.

0.4. Matériel Didactique Requis

0.4.1. Instruments de Mesure et de Diagnostic

La pratique de l'électricité automobile moderne exige une instrumentation précise. L'acquisition de multimètres numériques de qualité est fondamentale pour mesurer les trois grandeurs de base : la tension (V), l'intensité (A) et la résistance (Ω). S'ajoute à cela la pince ampèremétrique, essentielle pour mesurer des courants de forte intensité sans interrompre le circuit, notamment sur le circuit de démarrage. L'oscilloscope, quant à lui, devient un outil incontournable pour analyser les signaux dynamiques des capteurs et des actionneurs. Enfin, l'outil de diagnostic électronique ("scanner") est indispensable pour l'interrogation des calculateurs (ECU), la lecture des codes défaut et la visualisation des paramètres en temps réel.

0.4.2. Supports Pédagogiques Actifs

Une approche purement théorique est insuffisante. La mise en place de bancs didactiques fonctionnels est donc primordiale. Ces supports permettent d'isoler et d'étudier des systèmes complets en toute sécurité : circuit d'éclairage et de signalisation, circuit de charge, circuit de démarrage. Des composants réels et variés (alternateurs, démarreurs, boîtiers de fusibles, relais, capteurs de divers types) sont également indispensables. Ils servent aux travaux pratiques de démontage, d'analyse de constitution et de test de fonctionnement individuel. La disponibilité de faisceaux électriques récupérés sur des véhicules hors d'usage offre un support concret pour les exercices de suivi de câblage et de réparation.

0.4.3. Ressources Documentaires et Sécuritaires

La maîtrise de la lecture des schémas électriques est un objectif central. Un fonds documentaire composé de revues techniques automobiles (RTA) ou de manuels d'atelier de différents constructeurs est nécessaire. Ces documents fournissent les schémas, les valeurs de consigne et les procédures de diagnostic. La sécurité de l'atelier impose un équipement de protection individuelle (EPI) adapté aux risques électriques : gants isolants, lunettes de protection. La présence d'un extincteur pour feux de classe C (feux d'origine électrique) à proximité de la zone de travaux pratiques est non négociable.

Partie 1. FONDEMENTS PHYSIQUES ET MAGNÉTISME APPLIQUÉ

a. L'électricité, une force invisible

Un véhicule moderne fonctionne grâce à un flux invisible d'énergie : l'électricité. Ce courant électrique, semblable à une rivière d'électrons, obéit à des lois physiques précises. La tension (U), l'intensité (I) et la résistance (R) sont les trois grandeurs fondamentales qui régissent son comportement. Leur maîtrise est la clé pour diagnostiquer toute panne électrique, du plus petit fusible à l'alternateur le plus complexe.

b. De la loi d'Ohm au circuit automobile

La loi d'Ohm, formulée par l'équation $U = R \times I$, est la grammaire de l'électricité. Chaque composant d'un véhicule, du klaxon de Boma au phare d'un camion à Kisangani, se comporte comme une résistance. La batterie fournit la tension, et le câblage transporte le courant. Comprendre cette relation simple permet de calculer les besoins d'un circuit et de prévenir les surcharges fatales.

c. Le magnétisme, moteur de l'action

L'électricité et le magnétisme sont deux faces d'une même pièce. Un courant électrique génère systématiquement un champ magnétique. Inversement, un champ magnétique en mouvement induit un courant électrique. Ce principe de l'électromagnétisme est au cœur des pièces les plus vitales : il fait tourner le démarreur pour lancer le moteur et permet à l'alternateur de recharger la batterie sur la route de Matadi.

d. L'objectif : du diagnostic à la réparation

Cette partie établit les fondations théoriques indispensables au mécanicien. La finalité n'est pas l'abstraction, mais la compétence pratique. Savoir mesurer une tension aux bornes d'une batterie à Lubumbashi ou vérifier la continuité d'un faisceau à Mbandaka avec un multimètre découle directement de ces principes. La physique n'est plus une science lointaine ; elle devient l'outil principal du diagnostic automobile.

Chapitre 1. Grandeurs Électriques et Mesures

1.1. Tension, Intensité et Résistance

a. L'analogie du fleuve Congo

Pendant longtemps, l'électricité restait un phénomène abstrait, presque magique. Les physiciens ont cherché des images simples pour la comprendre. La meilleure analogie est celle de l'eau. Une rivière qui coule, comme notre majestueux fleuve Congo, se comporte de manière très similaire à l'électricité dans un fil.

Cette image aide à visualiser trois concepts essentiels. La force de l'eau dépend de la pente. Le débit dépend de la largeur du fleuve. Les rochers et les rapides freinent le courant. Ces trois idées correspondent exactement à la tension, à l'intensité et à la résistance électriques.

A. La Tension (U) : La force qui pousse

La tension électrique est une différence de potentiel entre deux points. C'est la force qui pousse les charges électriques (les électrons) à se déplacer dans un circuit. Sans tension, aucun courant ne peut circuler. C'est l'équivalent de la différence de hauteur qui fait couler l'eau d'une cascade.

Son unité de mesure est le Volt, symbolisé par la lettre V. Une batterie de voiture standard fournit une tension de 12V.

B. L'Intensité (I) : Le débit des électrons

Un courant électrique est un déplacement ordonné d'électrons dans un conducteur. L'intensité mesure la quantité d'électrons qui passent en un point du circuit chaque seconde. C'est le débit du fleuve : une grande quantité d'eau qui passe. Plus l'intensité est élevée, plus le "débit" d'électricité est important.

Son unité de mesure est l'Ampère, symbolisé par la lettre A. Un démarreur peut consommer plus de 150A.

C. La Résistance (R) : L'obstacle au courant

La résistance électrique d'un composant mesure son aptitude à freiner, à s'opposer au passage du courant. C'est l'équivalent des rochers ou d'un passage étroit dans une rivière, qui ralentissent le courant de l'eau. Tout composant électrique (ampoule, moteur, capteur) possède une résistance.

Son unité de mesure est l'Ohm, symbolisé par la lettre grecque Oméga (Ω).

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Figure 1 : Réf. IMG (9867-3805-8739)

L'analogie hydraulique : tension, intensité, résistance

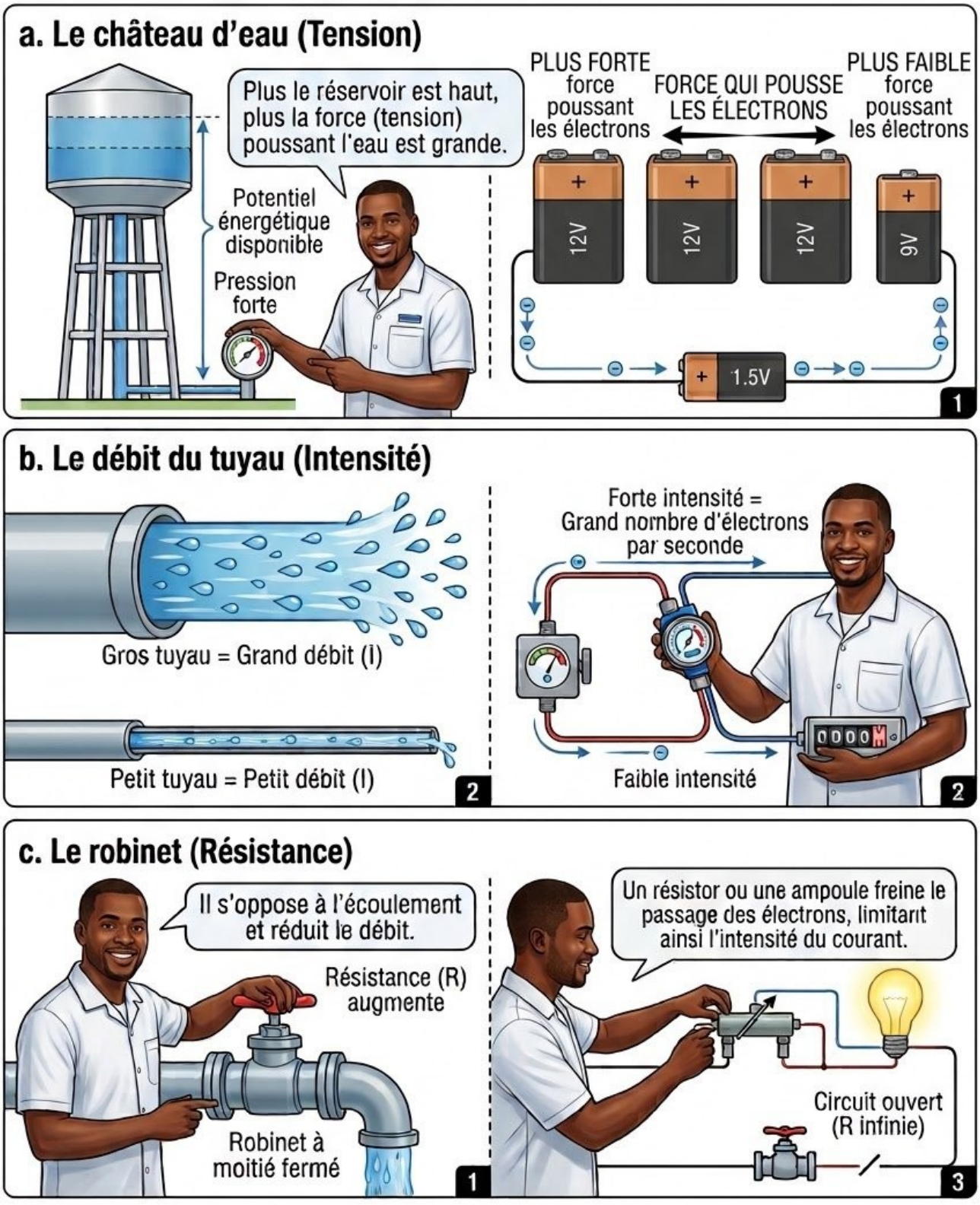


Figure 1 : Réf. IMG (9867-3805-8739)

L'analogie hydraulique : tension, intensité et résistance expliquées par l'eau.

a. Le château d'eau (Tension)

La hauteur de l'eau dans le château d'eau représente la tension (U). Plus le réservoir est haut, plus la pression à la sortie du tuyau est forte. De même, plus la tension d'une batterie est élevée, plus la "force" qui pousse les électrons est grande. C'est le potentiel énergétique disponible pour faire circuler le courant.

b. Le débit du tuyau (Intensité)

Le flux d'eau qui sort du tuyau représente l'intensité du courant (I). Un gros tuyau permet un grand débit, un petit tuyau limite le débit. De la même manière, un courant de forte intensité signifie qu'un grand nombre d'électrons se déplace dans le fil chaque seconde.

c. Le robinet (Résistance)

Le robinet à moitié fermé représente la résistance (R). Il s'oppose à l'écoulement de l'eau et réduit le débit. En électricité, un résistor ou une ampoule freine le passage des électrons, limitant ainsi l'intensité du courant. Fermer complètement le robinet équivaut à un circuit ouvert (résistance infinie).

■ ■ ■

D. La Loi d'Ohm : La relation fondamentale

Ces trois grandeurs sont liées par une relation mathématique simple et puissante : la loi d'Ohm. Elle est la base de tous les calculs en électricité automobile. Cette loi stipule que la tension aux bornes d'un composant est égale au produit de sa résistance par l'intensité du courant qui le traverse.

La formule s'écrit :

$$U = R \times I$$

Ici, U est la tension en Volts (V), R est la résistance en Ohms (Ω), et I est l'intensité en Ampères (A). Cette équation permet de calculer l'une des grandeurs si les deux autres sont connues.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Figure 2 : Réf. IMG (3147-4070-3004)

Schéma d'un circuit électrique simple avec ses trois grandeurs fondamentales.

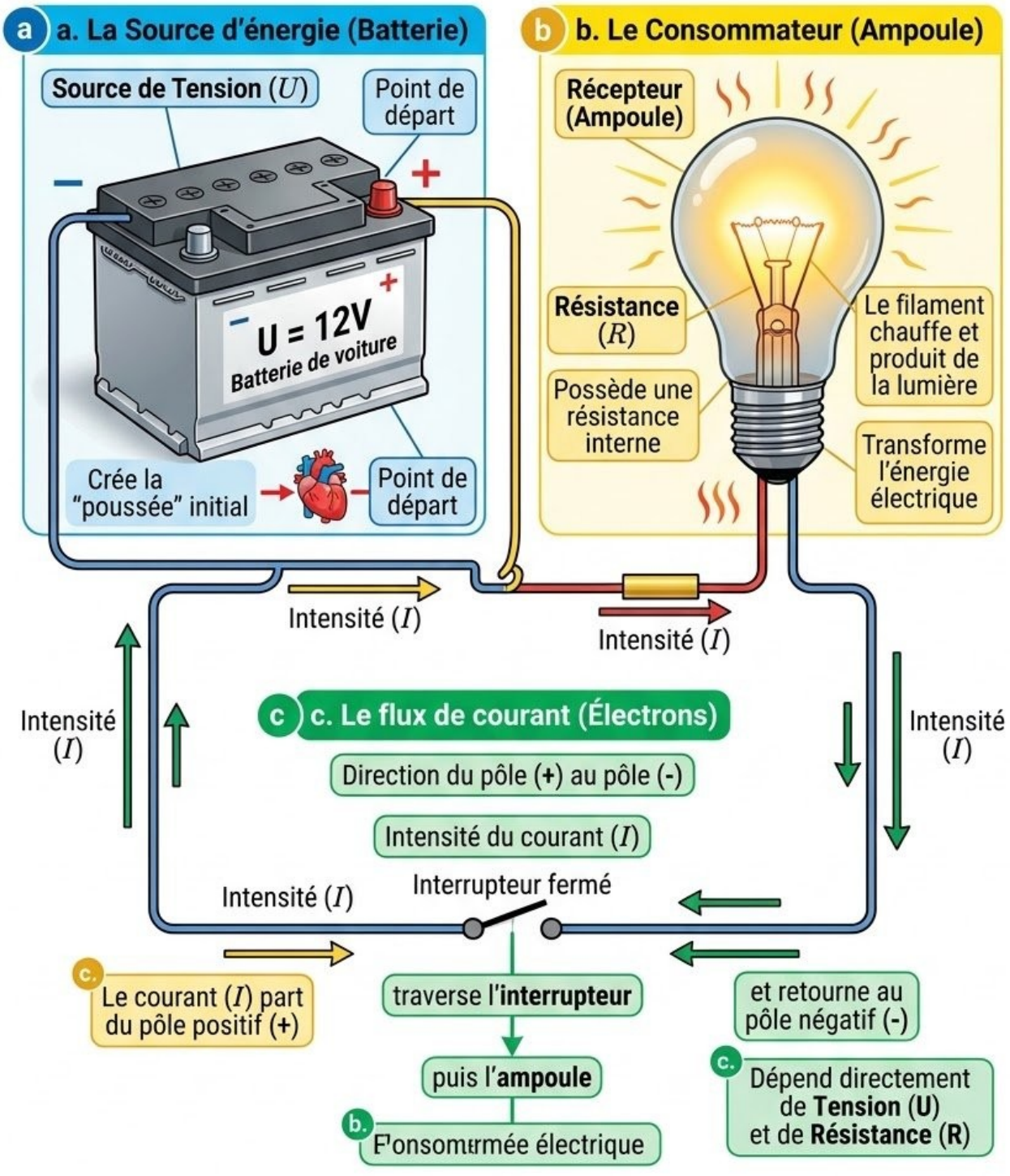


Figure 2 : Réf. IMG (3147-4070-3004)

Schéma d'un circuit électrique simple avec ses trois grandeurs fondamentales.

a. La source d'énergie (Batterie)

La batterie est la source de tension (U) du circuit. Dans une voiture, elle fournit généralement 12V. Elle crée la "poussée" initiale nécessaire pour mettre les électrons en mouvement. C'est le point de départ de tout le circuit, l'équivalent du cœur qui pompe le sang dans le corps.

b. Le consommateur (Ampoule)

L'ampoule est un récepteur. Elle possède une résistance interne (R). En s'opposant au passage du courant, son filament chauffe et produit de la lumière. C'est l'élément qui "travaille" dans le circuit, transformant l'énergie électrique en une autre forme d'énergie (lumineuse et thermique).

c. Le flux de courant (Électrons)

Le courant (I) part du pôle positif de la batterie, traverse l'interrupteur (s'il est fermé), puis l'ampoule, et retourne au pôle négatif. La valeur de ce courant dépend directement de la tension de la batterie et de la résistance de l'ampoule, conformément à la loi d'Ohm.

■ ■ ■

SCÉNARIOS ET EXERCICES

L'anecdote de Papa Ohm

Georg Ohm, le physicien allemand qui a donné son nom à la célèbre loi, n'a pas eu une reconnaissance immédiate. Loin de là. Quand il publie ses travaux en 1827, le monde scientifique de l'époque les accueille avec froideur, voire mépris. Ses collègues jugent sa théorie comme un "tissu de fantaisies". Vexé et découragé, Ohm démissionne de son poste de professeur à Cologne.

Pendant des années, il vit dans des conditions modestes, presque oublié. Ce n'est que bien plus tard, grâce à des scientifiques étrangers, que la pertinence de sa loi est finalement reconnue. En 1841, la prestigieuse Royal Society de Londres lui décerne la médaille Copley, la plus haute distinction scientifique de l'époque. Une belle revanche pour cet homme dont le nom est aujourd'hui sur les lèvres de tous les électriciens du monde, de Kinshasa à Bunia.

Exercice 1 : Le phare récalcitrant à Lubumbashi

Énoncé : Papa Kanku, mécanicien à Lubumbashi, teste un phare de voiture. Avec son multimètre, il mesure une intensité de 5A lorsque le phare est alimenté par la batterie de 12V. Il a besoin de connaître la résistance du filament de l'ampoule.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier les données et l'inconnue** Nous connaissons la tension (U) et l'intensité (I). Nous cherchons la résistance (R).
   - $U = 12\,V$
   - $I = 5\,A$
   - $R = ?$
2. **Étape 2 : Adapter la loi d'Ohm** La formule de base est $U = R \times I$. Pour trouver R, nous devons isoler cette variable. En divisant les deux côtés par I, nous obtenons :

$$R = \frac{U}{I}$$

3. **Étape 3 : Calculer la résistance** Il suffit de remplacer les lettres par leurs valeurs numériques.

$$R = \frac{12\,V}{5\,A} = 2,4\,\Omega$$

La résistance du filament de l'ampoule est de 2,4 Ohms.

Exercice 2 : Le fusible du camion FUSO à Goma

Énoncé : Maman Hélène, technicienne en électricité poids lourds à Goma, installe un nouveau klaxon sur un camion FUSO. Le circuit du camion fonctionne en 24V. Le fabricant du klaxon indique une résistance de 8Ω. Hélène doit choisir un fusible adapté. Elle hésite entre un fusible de 2A et un de 5A. Quel courant va traverser le klaxon ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Recenser les informations** Nous avons la tension du circuit poids lourd (U) et la résistance du klaxon (R). Nous cherchons l'intensité (I).
   - $U = 24\,V$
   - $R = 8\,\Omega$
   - $I = ?$
2. **Étape 2 : Utiliser la loi d'Ohm pour trouver l'intensité** La formule $U = R \times I$ peut être réarrangée pour trouver I :

$$I = \frac{U}{R}$$

3. **Étape 3 : Calculer l'intensité et choisir le fusible** Remplaçons les valeurs dans la formule.

$$I = \frac{24\,V}{8\,\Omega} = 3\,A$$

Le klaxon consomme 3A. Un fusible de 2A serait trop faible et grillerait instantanément. Maman Hélène doit donc installer le fusible de 5A pour protéger le circuit correctement.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

1.2. La Loi d'Ohm et ses Applications

a. Le pilier de l'électricité automobile

Même si son nom semble complexe, la loi d'Ohm est la règle la plus fondamentale de l'électricité. Elle gouverne le comportement du courant dans chaque fil, chaque ampoule et chaque composant électronique d'un véhicule. La comprendre, c'est détenir la clé pour diagnostiquer 90% des pannes électriques.

Son découvreur, Georg Ohm, a d'ailleurs dû se battre pour faire accepter cette relation simple. Ses collègues de l'époque trouvaient son idée trop simple pour être vraie. Une belle leçon de persévérance venue d'Allemagne qui s'applique parfaitement au dépannage automobile : les solutions les plus élégantes sont souvent les plus simples.

A. La Relation Fondamentale : U = R x I

La tension (U) aux bornes d'un composant est toujours égale au produit de sa résistance (R) par l'intensité du courant (I) qui le traverse.

$$U = R \times I$$

Les unités de ces trois grandeurs sont interdépendantes : - La tension (U) s'exprime en Volts (V). - La résistance (R) s'exprime en Ohms (Ω). - L'intensité (I) s'exprime en Ampères (A).

Logiquement, deux autres formules découlent de cette relation principale. Elles sont essentielles pour isoler la grandeur que l'on cherche à calculer.

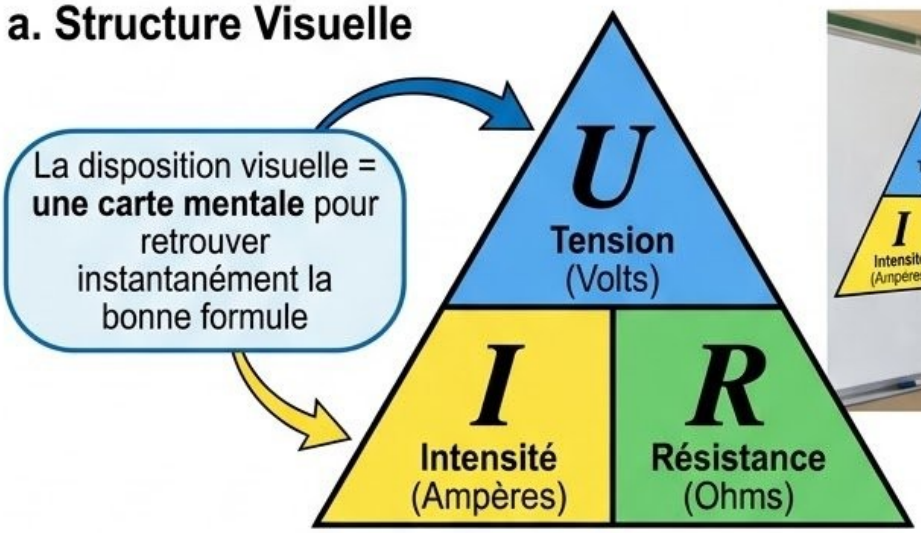
- Pour trouver l'intensité : $I = U / R$
- Pour trouver la résistance : $R = U / I$

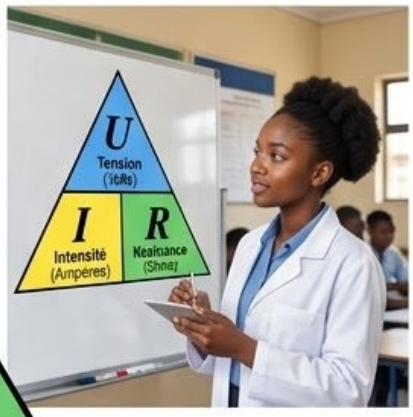
MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Figure 3 : Réf. IMG (0922-3301-3587)

Le triangle de la loi d'Ohm, aide-mémoire du mécanicien-électricien

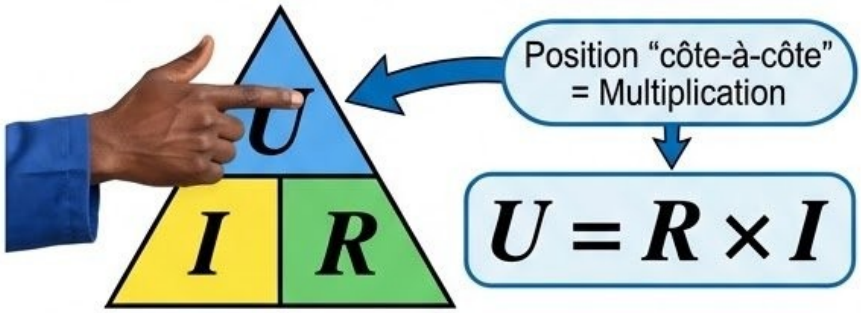
a. Structure Visuelle





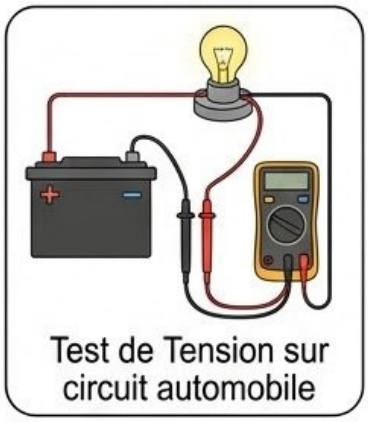
b. Calcul de la Tension (U)

Étape 1 : Pour trouver U, on cache le "U"



Position "côte-à-côte" = Multiplication

$$U = R \times I$$



Test de Tension sur circuit automobile

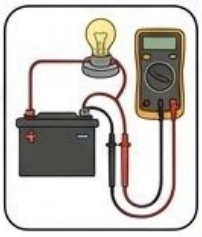
c. Calcul de l'Intensité (I) et de la Résistance (R)

Étape 2 : Pour trouver I, on cache le "I"

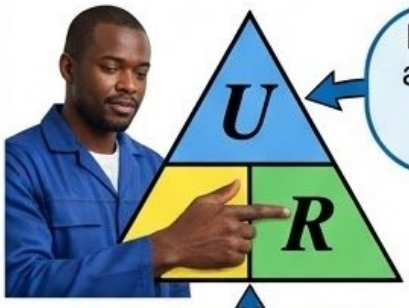


Position "l'un au-dessus de l'autre" = Division

$$I = U / R$$



Étape 3 : Pour trouver R, on cache le "R"



Position "l'un au-dessus de l'autre" = Division

$$R = U / I$$



Figure 3 : Réf. IMG (0922-3301-3587)

Le triangle de la loi d'Ohm, aide-mémoire du mécanicien-électricien

a. Structure Visuelle

L'image représente un triangle divisé en trois sections. La tension (U) occupe la partie supérieure. L'intensité (I) et la résistance (R) occupent les deux sections inférieures, côte à côte. Cette disposition n'est pas un hasard. Elle est une carte mentale pour retrouver instantanément la bonne formule sans effort de mémorisation. Le triangle est l'outil le plus fidèle de l'électricien automobile, de Matadi à Bunia, car il simplifie un principe physique en un schéma simple et universel.

b. Calcul de la Tension (U)

Pour trouver la tension, on cache le 'U' avec le doigt. Il reste I et R en bas, côte à côte. Cela signifie une multiplication : $U = R \times I$. C'est la forme la plus connue de la loi.

c. Calcul de l'Intensité (I) et de la Résistance (R)

Pour trouver l'intensité, on cache le 'I'. Il reste U au-dessus de R. Cette superposition indique une division : $I = U / R$. De même, en cachant R, on obtient $R = U / I$. Le triangle transforme l'algèbre en un simple jeu de cache-cache visuel.

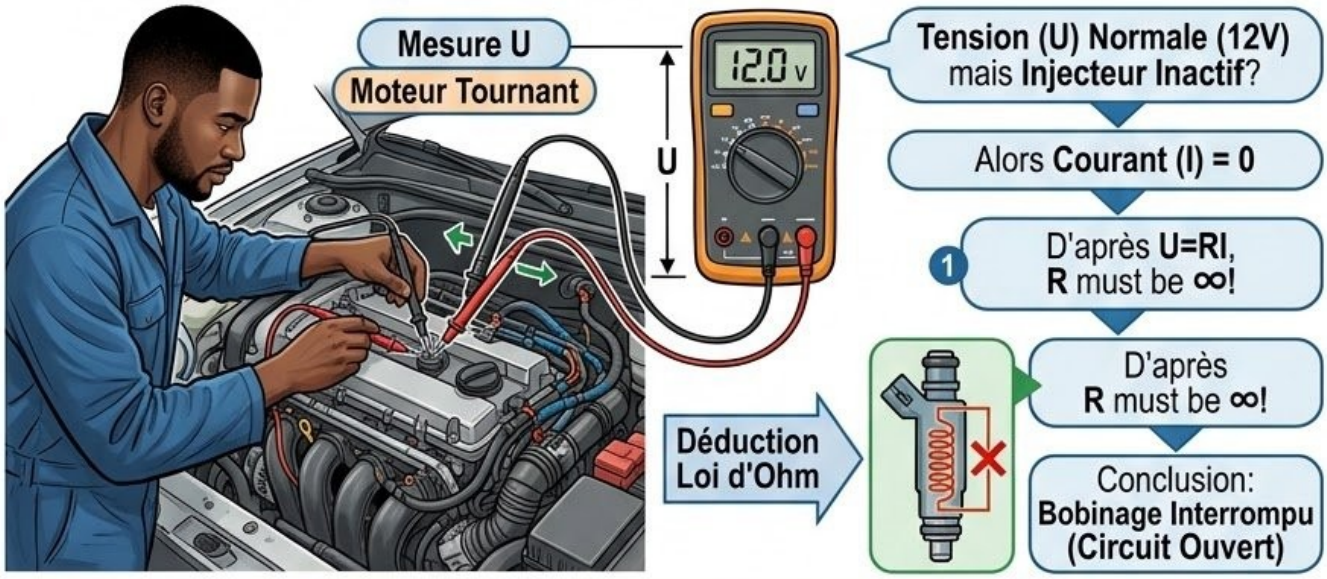
■ ■ ■

B. Applications Pratiques en Diagnostic

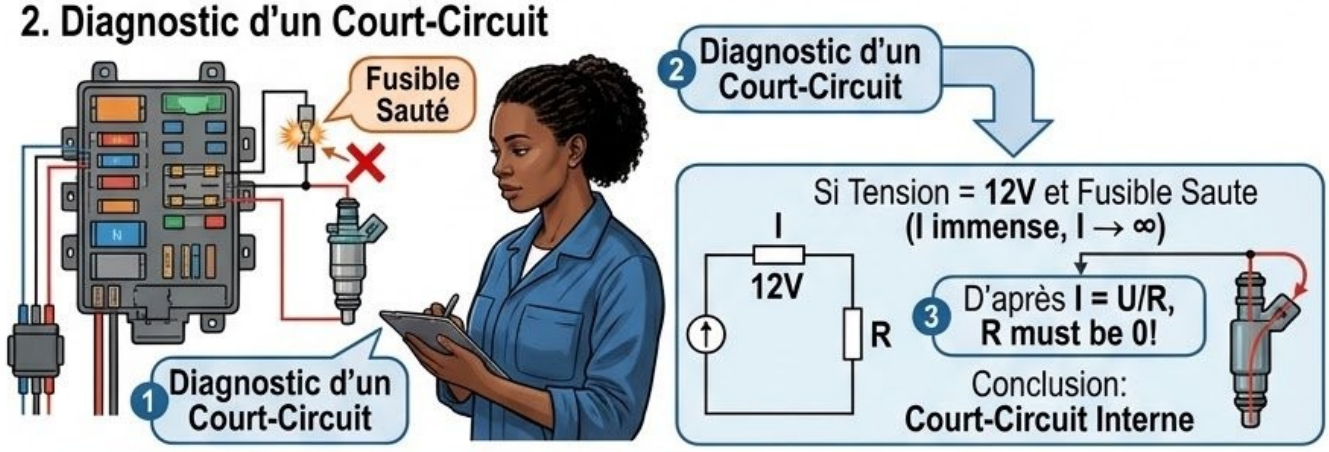
La loi d'Ohm n'est pas une théorie abstraite. C'est l'outil de raisonnement principal du technicien face à une panne électrique.

Figure 4 : Réf. IMG (9614-3105-7753) **Mesure de la chute de tension sur un injecteur avec un multimètre**

1. Scénario de Panne (Circuit Ouvert)



2. Diagnostic d'un Court-Circuit



3. Validation de la Résistance

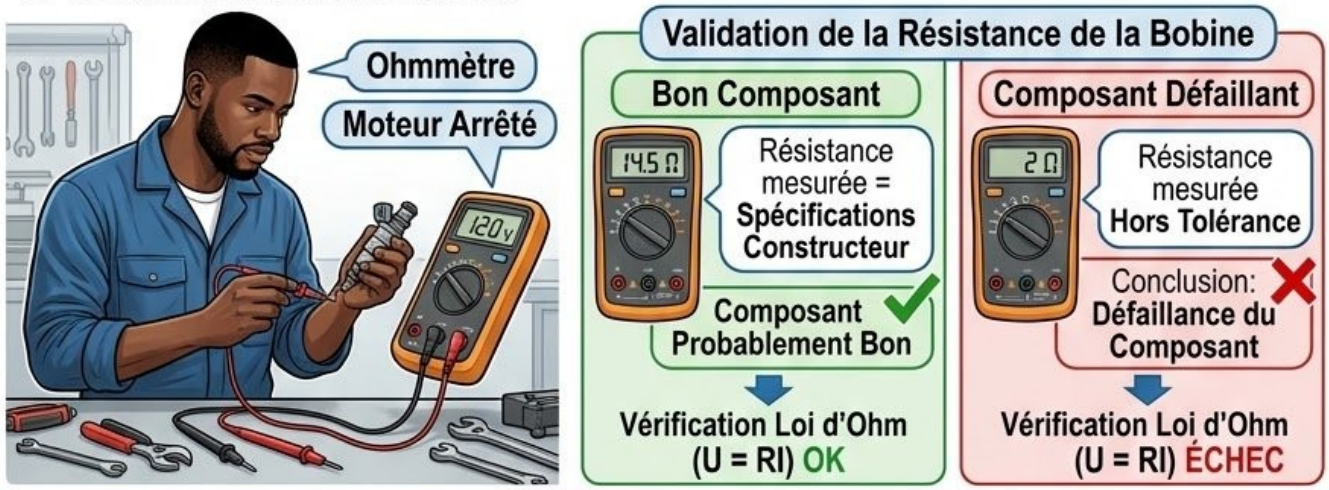


Figure 4 : Réf. IMG (9614-3105-7753)

Mesure de la chute de tension sur un injecteur avec un multimètre

a. Le Scénario de Panne

L'image illustre une situation classique : un injecteur qui semble faible. Le technicien utilise un multimètre pour mesurer la tension à ses bornes pendant que le moteur tourne. S'il mesure une tension normale (ex: 12V) mais que l'injecteur ne s'active pas, la loi d'Ohm nous guide. Si U est correct mais que I est nul ou trop faible, alors la résistance R du bobinage interne de l'injecteur doit être infinie (circuit ouvert).

b. Diagnostic d'un Court-Circuit

Inversement, si une tension de 12V est appliquée mais qu'un fusible saute, c'est que l'intensité I est devenue immense. D'après $I = U/R$, pour que I tende vers l'infini, la résistance R doit tendre vers zéro. C'est la définition d'un court-circuit.

c. Validation d'un Composant

On peut aussi mesurer la résistance (R) d'un composant (bobine, capteur) à l'arrêt avec un ohmmètre. Si la valeur mesurée correspond aux spécifications du constructeur, le composant est probablement bon. Si elle est hors tolérance, la loi d'Ohm confirme sa défaillance.

■ ■ ■

b. Scénarios et Exercices

Papa Fiston, mécanicien réputé à Mbuji-Mayi, avait un jour un souci avec un camion Toyota Dyna. Les phares étaient faibles, mais la batterie était neuve et l'alternateur chargeait parfaitement. D'autres mécanos avaient déjà changé les ampoules, vérifié les fusibles, sans succès. Fiston, lui, a sorti son vieux multimètre. Au lieu de mesurer la tension à la batterie, il l'a mesurée directement aux bornes de l'ampoule : 9 volts au lieu de 12. En appliquant la loi d'Ohm mentalement, il a compris. La tension manquante (3V) était "perdue" quelque part. Cette "chute de tension" était due à une résistance parasite : un câble de masse oxydé près du châssis. Un simple nettoyage, et la lumière fut. Il n'a pas changé de pièce, il a juste appliqué la physique.

Exercice 1 : Le Phare Faiblard de la Starlet

Énoncé : Maman Angélique, de passage à Goma, constate que le phare avant droit de sa Toyota Starlet éclaire très faiblement. La batterie est neuve (12.6V). Un mécanicien mesure une tension de seulement 8V aux bornes de l'ampoule. L'ampoule a une résistance nominale de 2 Ohms (Ω). Calculez l'intensité anormale du courant et comparez-la à l'intensité qui serait normale.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Calcul de l'intensité anormale mesurée** On utilise la loi d'Ohm avec les valeurs mesurées : $I = U/R$.

$$I_{anormal} = \frac{8\,\text{V}}{2\,\Omega} = 4\,\text{A}$$

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

2. **Étape 2 : Calcul de l'intensité normale attendue** On utilise la tension de la batterie, qui est la tension source correcte.

$$I_{normal} = \frac{12.6\,\text{V}}{2\,\Omega} = 6.3\,\text{A}$$

3. **Étape 3 : Conclusion du diagnostic** Le courant circulant dans l'ampoule (4A) est bien inférieur au courant attendu (6.3A). Cette différence confirme un problème de résistance élevée dans le circuit (câble oxydé, mauvaise masse).

Exercice 2 : Le Démarreur Silencieux de Kisangani

Énoncé : Un chauffeur à Kisangani tourne la clé de son bus. Il entend un 'clic', mais le démarreur ne tourne pas. La batterie est à 12V. Un technicien mesure le courant de commande du solénoïde du démarreur et trouve 4 Ampères (A). Le manuel technique du bus indique que la résistance du solénoïde doit être de 3 Ohms (Ω). Le solénoïde est-il en cause ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Calcul de la tension théorique nécessaire** On utilise la loi d'Ohm pour vérifier la cohérence des mesures : $U = R \times I$.

$$U_{théorique} = 3\,\Omega \times 4\,\text{A} = 12\,\text{V}$$

2. **Étape 2 : Comparaison avec la tension disponible** La tension calculée (12V) est égale à la tension de la batterie (12V). Les valeurs sont parfaitement cohérentes.

3. **Étape 3 : Diagnostic** Le circuit électrique du solénoïde fonctionne exactement comme prévu par la loi d'Ohm. Il reçoit la bonne tension et consomme le bon courant. Le problème n'est donc pas électrique. La panne est très probablement mécanique (démarreur bloqué, fourchette cassée). Le solénoïde est innocent.

1.3. Utilisation des Appareils de Mesure

a. Le diagnostic par la mesure

Lorsque l'on construit une case à Mbandaka, un maçon qui se trompe d'un centimètre compromet toute la solidité du mur. L'électricité automobile obéit à la même loi de la précision. Une mesure incorrecte ne pardonne pas ; elle peut mener à un mauvais diagnostic, au remplacement d'une pièce saine ou, pire, à un court-circuit.

L'œil humain ne peut pas "voir" la tension ou l'intensité. Les appareils de mesure deviennent nos yeux et nos oreilles. Ils traduisent un phénomène invisible en une valeur numérique lisible, permettant un diagnostic fiable. Maîtriser leur usage transforme le mécanicien en un véritable technicien-diagnostiqueur.

A. Le multimètre : Le couteau suisse de l'électricien

Le multimètre est l'outil central du diagnostic électrique. Son nom indique sa polyvalence : il combine plusieurs instruments en un seul boîtier. Les trois fonctions de base pour tout mécanicien sont : * **Le Voltmètre :** Pour mesurer la tension électrique (en Volts, V). * **L'Ampèremètre :** Pour mesurer l'intensité du courant (en Ampères, A). * **L'Ohmmètre :** Pour mesurer la résistance (en Ohms, Ω).

Son utilisation correcte dépend de deux actions fondamentales : 1. **Sélectionner la bonne fonction ET le bon calibre** sur le commutateur rotatif. Un calibre est la valeur maximale que l'appareil peut mesurer. Par sécurité, on choisit toujours un calibre supérieur à la valeur attendue. 2. **Brancher les cordons de mesure (sondes) dans les bonnes bornes.** La borne "COM" (commune) reçoit toujours le cordon noir (masse). La borne "V/Ω/mA" reçoit le cordon rouge pour la plupart des mesures, sauf pour les fortes intensités qui requièrent une borne dédiée ("10A" ou "20A").

B. La mesure de la tension (Fonction Voltmètre)

La tension représente une différence de potentiel entre deux points. Sa mesure se fait donc toujours **en parallèle** du composant ou du circuit à tester. L'appareil "regarde" le circuit sans en faire partie.

- **Méthode :** Le multimètre est branché "par-dessus" le composant. Le cordon rouge sur le pôle positif et le cordon noir sur le pôle négatif. Le circuit reste fonctionnel durant la mesure.
- **Exemple :** Pour mesurer la tension d'une batterie, on place les sondes directement sur ses bornes.

C. La mesure de l'intensité (Fonction Ampèremètre)

L'intensité est un flux d'électrons qui traverse un circuit. Pour la mesurer, l'appareil doit être traversé par ce flux. La mesure se fait donc toujours **en série**.

- **Méthode :** Il faut ouvrir le circuit (débrancher un fil) et insérer le multimètre pour "refermer" le circuit. Le courant entre par une sonde et ressort par l'autre.
- **Attention :** Brancher un ampèremètre en parallèle crée un court-circuit destructeur pour le fusible de l'appareil et potentiellement pour le circuit du véhicule.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590