# Schémas Electriques

2ème Année

Option Electricité

CONFORME AU PROGRAMME NATIONAL

EDITION 2025





# TABLE DES MATIÈRES

**PRÉLIMINAIRES** ..... **1**

1. Objectifs Généraux du Cours ..... 1
   - 1.1. Maîtrise de la normalisation et des symboles ..... 1
   - 1.2. Analyse fonctionnelle des circuits ..... 1
   - 1.3. Production de schémas électriques ..... 1
   - 1.4. Application des règles de protection ..... 1

2. Approche Pédagogique Recommandée ..... 2
   - 2.1. Du concret vers l'abstrait ..... 2
   - 2.2. La logique fonctionnelle avant la mémorisation ..... 2
   - 2.3. L'apprentissage par incrémentation de complexité ..... 2

3. Prérequis du Cours ..... 2
   - 3.1. Maîtrise des lois fondamentales de l'électricité ..... 2
   - 3.2. Identification des symboles normalisés ..... 3
   - 3.3. Compétences algébriques appliquées ..... 3

**PARTIE 1. NORMES ET REPRÉSENTATIONS FONDAMENTALES** ..... **4**

a. Un langage universel pour l'électricien ..... 4

b. Les symboles : l'alphabet de l'électricité ..... 4

c. Plusieurs schémas pour un même circuit ..... 4

d. De la lecture à la création : l'objectif final ..... 4

**CHAPITRE 1. RÉVISION DES NORMES ET SYMBOLES ÉLECTRIQUES** ..... **5**

1.1. Rappel des Conventions de Dessin Technique ..... 5
   - a. Le langage universel du dessin technique ..... 5
   - A. Les Formats Normalisés (Le "Papier") ..... 5
   - B. Les Traits et leur Signification ..... 5

**FIGURE 1 : RÉF. IMG (5580-3510-8124)** ..... **8**

Analyse des différents types de traits sur un dessin technique simple ..... 8
   - C. Le Cartouche : La Carte d'Identité du Schéma ..... 8

1.2. Consolidation de la Bibliothèque de Symboles ..... 10
   - a. Le langage universel de l'électricien ..... 10

MURHULA BAZIKANGE M.
*Directeur Editorial*
+243 860 655 590

- A. Les Familles de Symboles : Une Organisation Logique.....10
- B. Le Repérage : La Carte d'Identité du Composant.....11

**FIGURE 2 : RÉF. IMG (1040-9566-7969).....13**

Tableau comparatif des symboles électriques : du simple au complexe.....13

- C. Lecture Séquentielle d'un Schéma Développé.....13

1.3. Symboles des Appareils de Production, Transformation et Équipements Élec.....15

- a. Introduction.....15
- A. Sources d'Énergie et Production.....16
- B. Appareils de Transformation.....16
- C. Récepteurs et Équipements Courants.....16

**FIGURE 3 : RÉF. IMG (0867-2636-1907).....18**

Symboles normalisés pour récepteurs et équipements domestiques courants en él.....18

- b. L'anecdote du technicien de la SNEL.....18

**CHAPITRE 2. REPRÉSENTATION DES CANALISATIONS ET BOÎTES DE CONNEXION.....21**

2.1. Modes de Pose et Symboles des Canalisations.....21

- a. Le chemin invisible de l'énergie.....21
- A. Distinguer les Modes de Pose.....21
- B. Le Langage des Symboles de Canalisation.....21

2.2. Dessin des Boîtes de Dérivation et de Centre.....23

- Quand un électricien ouvre un plafond, il ne découvre pas un plan parfait, ma.....23
- A. La boîte de dérivation.....24
- B. La boîte de centre.....24

2.3. Dessin de Détail d'un Appareillage.....26

- a. Du plan général au microscope.....26
- A. Finalité et Éléments Essentiels.....26
- B. Le Cas du Va-et-Vient : un exemple classique.....26

**FIGURE 4 : RÉF. IMG (1713-6015-2762).....28**

Dessin de détail d'un double interrupteur et son câblage interne.....28

- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....28
- Anecdote : Le chantier de la fierté à Lubumbashi.....28

**CHAPITRE 3. LE SCHÉMA ARCHITECTURAL ET LE SCHÉMA DE PRINCIPE.....31**

3.1. Lecture d'un Plan d'Architecte et Implantation des Équipements.....31
- a. Le plan, un dialogue silencieux.....31
- A. Décoder le langage de l'architecte.....31

**FIGURE 5 : RÉF. IMG (6662-7307-7087).....33**

Plan d'architecte simple d'une chambre avec porte et fenêtre.....33
- B. L'implantation : superposer l'intelligence électrique.....33

**FIGURE 6 : RÉF. IMG (5062-1138-1422).....36**

Même plan de chambre avec implantation des symboles électriques.....36
- b. Scénarios et Exercices.....36

3.2. Le Schéma de Principe (ou Développé).....38
- a. L'erreur du débutant.....38
- A. Définition et Rôle.....38
- B. Les règles de la représentation.....38

**FIGURE 7 : RÉF. IMG (2884-7780-9002).....41**

Schéma de principe d'un circuit d'éclairage simple allumage.....41
- C. Le langage du dépannage.....41

**FIGURE 8 : RÉF. IMG (6655-4674-8782).....42**

Schéma de principe pour un circuit de commande de moteur.....42
- L'anecdote de l'atelier de Mbuyi à Mbuji-Mayi.....42

3.3. La Correspondance entre les Schémas.....44
- a. Le plan du terrain et la stratégie du match.....44
- A. Le Principe de Concordance : De la Position à la Fonction.....45

**FIGURE 9 : RÉF. IMG (6186-5627-6423).....47**

Comparaison entre plan architectural et schéma de principe d'un éclairage.....47
- B. Le Repérage : Le Pont entre Deux Langages.....47

**FIGURE 10 : RÉF. IMG (5812-6982-3658).....49**

Correspondance des schémas pour un circuit va-et-vient dans un couloir.....49
- Scénarios et Exercices.....49

**CHAPITRE 4. INTRODUCTION AU DESSIN ASSISTÉ PAR ORDINATEUR (DAO).....52**

4.1. Principe et Avantages du DAO.....52

- a. L'encre et la patience.....52
- A. Définition et Principe du DAO.....52

**FIGURE 11 : RÉF. IMG (8150-3800-9461).....54**

Comparaison entre le dessin manuel et le Dessin Assisté par Ordinateur.....54
- B. Les Avantages Incontestables.....54

**FIGURE 12 : RÉF. IMG (3828-1709-1524).....57**

Interface d'un logiciel DAO avec sa bibliothèque de symboles électriques.....57
- L'épreuve du terrain : une anecdote de Goma.....57

4.2. L'Interface d'un Logiciel de DAO.....59
- a. L'atelier numérique.....59
- A. Anatomie d'un Espace de Travail Numérique.....59

**FIGURE 13 : RÉF. IMG (3030-1343-8929).....62**

Structure typique d'une interface de logiciel DAO pour schémas électriques.....62
- B. Les Outils d'Organisation : Les Calques.....62

**FIGURE 14 : RÉF. IMG (9248-7829-9687).....65**

Le principe des calques pour organiser un schéma électrique complexe.....65
- Anecdote : Le plan de la SNEL de Matadi.....65

4.3. Le Concept de Calques et de Blocs.....67
- a. Le dessin, un art de la superposition.....67
- A. Les Calques : Organiser pour mieux voir.....67

**FIGURE 15 : RÉF. IMG (7808-1386-5631).....70**

Superposition de calques pour un schéma de démarrage moteur direct.....70
- B. Les Blocs : Réutiliser pour gagner du temps.....70

4.4. L'Avenir du Dessin pour le Technicien.....72
- a. L'œil du maître et la main de la machine.....72
- A. De la planche à dessin à l'écran.....73

**FIGURE 16 : RÉF. IMG (7353-1277-4093).....75**

Comparaison entre une planche à dessin traditionnelle et un logiciel DAO.....75
- B. Les nouvelles compétences du technicien 2.0.....75

**PARTIE 2. SCHÉMAS D'INSTALLATIONS D'ÉCLAIRAGE COMPLEXES.....79**


MURHULA BAZIKANGE M.
*Directeur Editorial*
+243 860 655 590

#### Au-delà de l'interrupteur simple....79
#### Le principe du va-et-vient....79
#### Le télérupteur pour des commandes multiples....79
#### La gestion de la puissance : le contacteur....79

**CHAPITRE 5. CIRCUITS À COMMANDE MULTIPLE (VA-ET-VIENT ET TÉLÉRUPTEUR)....80**

5.1. Le Schéma du Va-et-Vient....80
- a. Introduction : une solution à un problème quotidien....80
- A. Principe de fonctionnement....80
- B. Composants du circuit....80
- C. Représentation architecturale (schéma unifilaire)....81

**FIGURE 17 : RÉF. IMG (1074-6925-2138)....83**

Représentation architecturale et unifilaire du même circuit va-et-vient....83
- b. Anecdote de chantier : L'erreur du débutant à Kisangani....83

5.2. Le Permutateur pour une Troisième Commande....85
- a. Le défi du troisième interrupteur....85
- A. Principe et Fonctionnement du Permutateur....85

**FIGURE 18 : RÉF. IMG (1958-3066-4724)....87**

Schéma de principe d'un permutateur montrant ses deux positions possibles....87
- B. Câblage dans un circuit à trois commandes....87

**FIGURE 19 : RÉF. IMG (1090-0604-3163)....89**

Schéma multifilaire complet d'un montage va-et-vient avec un permutateur....89
- Le long couloir de l'hôpital de Boma....89

5.3. Le Télérupteur : Principe et Avantages....91
- a. L'ancêtre du confort moderne....91
- A. Principe de Fonctionnement....91

**FIGURE 20 : RÉF. IMG (6387-8560-6064)....93**

Schéma de principe d'un circuit d'éclairage avec un télérupteur modulaire....93
- B. Les Avantages sur le Circuit Va-et-Vient....93

**FIGURE 21 : RÉF. IMG (0065-6953-3708)....96**

Comparaison visuelle entre un câblage va-et-vient complexe et un télérupteur....96

MURHULA BAZIKANGE M.
*Directeur Editorial*
+243 860 655 590

- Scénarios et Exercices.....96
- Une anecdote d'électricien à Kananga.....96

5.4. Schémas de Câblage d'un Circuit à Télérupteur.....98
- a. L'ancêtre de la commande à distance.....98
- A. Principe de Fonctionnement du Télérupteur.....98
- B. Les Deux Schémas Fondamentaux.....99

**FIGURE 22 : RÉF. IMG (1236-2467-5094).....101**

Schéma développé et multifilaire d'un circuit télérupteur simple éclairage.....101
- #### b. Anecdote : Le grand hangar de Matadi.....101

**CHAPITRE 6. CIRCUITS À TEMPORISATION ET AUTOMATISATION.....104**

6.1. La Minuterie de Cage d'Escalier.....104
- a. Le temps, un luxe devenu automatisme.....104
- A. Principe de Fonctionnement.....104
- B. Types de Câblage.....104

**FIGURE 23 : RÉF. IMG (4932-5473-5882).....106**

Schéma de principe du câblage d'une minuterie en montage 3 fils.....106

**FIGURE 24 : RÉF. IMG (2646-5404-1016).....108**

Schéma de principe du câblage d'une minuterie en montage 4 fils.....108
- Anecdote : Le casse-tête du syndic de l'immeuble "Le Prestige" à Goma.....108

6.2. Schémas de Câblage d'une Minuterie.....110
- a. L'ennemi du gaspillage.....110
- A. Principe de fonctionnement et types de minuterie.....110

**FIGURE 25 : RÉF. IMG (2011-7376-2786).....112**

Schéma de câblage multifilaire d'une minuterie à 3 fils.....112

**FIGURE 26 : RÉF. IMG (5043-4643-9762).....114**

Schéma de câblage multifilaire d'une minuterie à 4 fils.....114
- b. Scénarios et Exercices.....114

6.3. L'Interrupteur Crépusculaire.....116
- a. L'œil qui ne dort jamais.....116
- A. Principe de Fonctionnement.....116

**FIGURE 27 : RÉF. IMG (5016-9253-1655)....118**

Composants internes et principe de la cellule photo-électrique crépusculaire....118

- B. Câblage et Schéma de Raccordement....118

**FIGURE 28 : RÉF. IMG (4427-6738-0507)....121**

Schéma de câblage normalisé d'un interrupteur crépusculaire avec contacteur....121

- Scénarios et Exercices....121

6.4. Le Détecteur de Mouvement....123

- a. L'œil invisible....123
- A. Principe de Fonctionnement : La Détection Infrarouge....123
- B. Câblage Typique à 3 Fils....124

**FIGURE 29 : RÉF. IMG (1597-6570-4549)....125**

Schéma de câblage d'un détecteur de mouvement à trois fils....125

- C. Réglages et Paramétrages....125

**PARTIE 3. SCHÉMAS DE SIGNALISATION ET DE FORCE MOTRICE DE BASE....128**

a. Du simple voyant au langage machine....128

b. La force motrice : l'électricité en mouvement....128

c. La logique de commande : le chef d'orchestre....128

d. L'objectif : autonomie et sécurité....128

**CHAPITRE 7. CIRCUITS DE SONNERIES ET DE SIGNALISATION....129**

7.1. Le Circuit de Sonnerie : Commande Simple et Multiple....129

- a. L'écho du portail....129
- A. Le Circuit de Commande Simple (Un Bouton, une Sonnerie)....129

**FIGURE 30 : RÉF. IMG (7516-5975-7665)....131**

Schéma unifilaire et multifilaire d'un circuit de sonnerie simple....131

- B. Le Circuit de Commande Multiple (Plusieurs Boutons, une Sonnerie)....131

**FIGURE 31 : RÉF. IMG (9819-6628-8906)....134**

Schéma de câblage pour une sonnerie commandée par deux boutons....134

- L'interphone capricieux du Père Supérieur....134

7.2. Sonnerie avec Tableau Indicateur....136

- a. Le problème de l'origine....136

MURHULA BAZIKANGE M.
*Directeur Editorial*
+243 860 655 590

- A. Principe de Fonctionnement.....136
- B. La Mémoire de l'Appel : Le Volet Indicateur.....137

**FIGURE 32 : RÉF. IMG (2242-7402-3133).....139**

Schéma de principe d'une sonnerie avec tableau indicateur à volets.....139

- Anecdote : Les maux de tête de Maman Monique à Boma.....139

7.3. Dessin de Détail d'un Transformateur de Sonnerie.....141

- a. L'adaptateur de puissance discret.....141
- A. Anatomie d'un transformateur de sonnerie.....141

**FIGURE 33 : RÉF. IMG (6532-1760-2914).....143**

Vue éclatée des composants internes d'un transformateur de sonnerie modulaire.....143

- B. Représentation en dessin de détail.....143

**FIGURE 34 : RÉF. IMG (0510-9717-6092).....144**

Schéma de détail comparé au symbole multifilaire d'un transformateur.....144

- Une leçon de patience à Matadi.....144

**CHAPITRE 8. INTRODUCTION AUX SCHÉMAS DE COMMANDE MOTEUR.....147**

8.1. Distinction Circuit de Puissance / Circuit de Commande.....147

- a. L'erreur du débutant et la sagesse du technicien.....147
- A. Le Circuit de Puissance : La Force Brute.....147

**FIGURE 35 : RÉF. IMG (0805-8994-4052).....149**

Schéma simplifié d'un circuit de puissance pour moteur asynchrone triphasé.....149

- B. Le Circuit de Commande : L'Intelligence aux Commandes.....149

**FIGURE 36 : RÉF. IMG (6884-6605-7968).....151**

Schéma de commande de base pour un démarrage direct moteur.....151

- a. La mésaventure de Papa Odon à l'usine de Kisangani.....151

8.2. Symboles de la Commande Moteur.....153

- a. Le langage universel de l'électricien.....153
- A. Les Organes de Protection.....153

**FIGURE 37 : RÉF. IMG (9213-9902-3095).....154**

Symboles normalisés pour circuit de commande moteur de base.....154

- B. Les Organes de Commande.....154


MURHULA BAZIKANGE M.
*Directeur Editorial*
+243 860 655 590

- C. Les Organes de Signalisation.....155

**FIGURE 38 : RÉF. IMG (0595-2858-4499).....157**

Symboles des voyants lumineux de signalisation d'état d'un moteur.....157

- Anecdote : Le schéma illisible de la minoterie de Goma.....157

8.3. Schéma d'un Démarrage Direct.....158

- a. Le geste le plus simple.....158
- A. Le circuit de puissance : La force brute.....159
- B. Le circuit de commande : Le cerveau de l'opération.....159

8.4. Lecture d'un Schéma de Démarrage Étoile-Triangle.....161

- a. Le problème du courant d'appel.....161
- A. Le Circuit de Puissance : La Force Brute.....162
- B. Le Circuit de Commande : Le Cerveau du Système.....162

**FIGURE 39 : RÉF. IMG (4144-5382-8285).....163**

Schéma de démarrage étoile-triangle avec ses contacteurs principaux.....163

- Une panne sur le chantier de la cimenterie de Lukala.....163

**PARTIE 4. CONSTITUTION D'UN DOSSIER TECHNIQUE.....166**

a. Le plan au-delà du simple dessin.....166

b. Les pièces maîtresses du dossier.....166

c. La langue universelle des normes.....166

d. Le dossier comme outil de communication.....166

**CHAPITRE 9. ORGANISATION DU TABLEAU DE RÉPARTITION.....167**

9.1. Rôle du Tableau Électrique.....167

- a. Le cerveau de l'installation.....167
- A. La Distribution du Courant.....167
- B. La Protection des Circuits et des Personnes.....167

**FIGURE 40 : RÉF. IMG (7442-8792-4854).....170**

Vue intérieure d'un tableau électrique domestique moderne et ses composants.....170

- C. Le Sectionnement et la Commande.....170

9.2. Les Différents Modules du Tableau.....172

- a. L'ordre caché derrière la porte.....172
- A. Les Organes de Coupure Générale.....173


MURHULA BAZIKANGE M.
*Directeur Editorial*
+243 860 655 590

- B. La Protection des Personnes : L'Interrupteur Différentiel.....173

**FIGURE 41 : RÉF. IMG (2284-1132-9178).....175**

Vue éclatée des modules standards d'un tableau électrique domestique.....175

- C. La Protection des Circuits : Les Disjoncteurs Divisionnaires.....175
- D. Les Auxiliaires de Raccordement.....176
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....176

9.3. Le Schéma Unifilaire du Tableau.....177

- a. L'art de la simplification.....177
- A. Définition et Rôle Stratégique.....178

**FIGURE 42 : RÉF. IMG (5725-2499-7165).....180**

Schéma unifilaire d'un tableau électrique domestique simple.....180

- B. Symboles et Conventions.....180

**FIGURE 43 : RÉF. IMG (5783-2255-1363).....182**

Conventions et symboles clés du schéma unifilaire.....182

- Anecdotes et Exercices Pratiques.....182
- Un chantier à Boma.....182

9.4. Principe du Repérage des Circuits.....184

- a. Le chaos organisé.....184
- A. La Double Identification : Appareillage et Circuits.....185
- B. L'Établissement du Plan de Repérage.....185

**FIGURE 44 : RÉF. IMG (7684-2631-3775).....187**

Tableau électrique résidentiel avec étiquettes de repérage claires et lisibles.....187

- Scénarios et Exercices.....187

**CHAPITRE 10. CRÉATION D'UN DOSSIER DE PLAN COMPLET POUR UNE VILLA.....190**

10.1. Composition du Dossier Technique.....190

- a. Une discipline née du besoin d'organisation.....190
- A. Les Pièces Graphiques : Le Langage des Symboles.....190

**FIGURE 45 : RÉF. IMG (0827-1284-0249).....192**

Vue éclatée des différents schémas électriques composant un dossier technique.....192

- B. Les Pièces Écrites : La Mémoire du Chantier.....192

10.2. Projet : Implantation Électrique d'une Villa.....194
- a. Le plan comme feuille de route.....194
- A. Les Documents Clés du Projet.....195
- B. Le Langage Universel des Symboles.....195

**FIGURE 46 : RÉF. IMG (9010-5378-3393).....196**

Plan d'implantation électrique d'un salon avec symboles normalisés.....196
- Un chantier à Mbandaka.....196

10.3. Projet : Schéma Unifilaire et Schémas de Principe.....198

10.4. Le Bordereau de Matériel (Nomenclature).....199
- a. L'antidote à l'oubli.....199
- A. Rôle et Structure du Bordereau.....199

**FIGURE 47 : RÉF. IMG (7524-4238-4746).....200**

Extrait d'un bordereau de matériel pour une installation électrique simple.....200
- B. Comment Établir un Bordereau Efficace ?.....200

**ANNEXES.....204**

Bibliothèque de schémas types.....204
- A. Types de représentation schématique.....204
- B. Circuits d'éclairage et de prises.....205
- C. Schémas de commande moteur asynchrone triphasé.....206

Extraits de catalogues de fabricants.....207
- A. Disjoncteurs Modulaires (Selon IEC 60898-1 et IEC 60947-2).....207
- B. Dispositifs Différentiels à Courant Résiduel (DDR).....208
- C. Contacteurs de Puissance (Selon IEC 60947-4-1).....209

Exemple de dossier de plans complet.....210
- A. Finalité et Composition d'un Dossier Technique.....210
- B. Les Pièces Graphiques (Plans et Schémas).....211
- C. Les Pièces Écrites.....212
- D. Normes de Représentation et Repérage.....212

Glossaire des termes du schéma électrique et du bâtiment.....213
- A. Termes fondamentaux du schéma électrique.....213
- B. Appareillage, protection et canalisations.....214
- C. Termes relatifs au bâtiment et à l'installation.....216

MURHULA BAZIKANGE M.
*Directeur Editorial*
+243 860 655 590

# PRÉLIMINAIRES

## 1. Objectifs Généraux du Cours

### 1.1. Maîtrise de la normalisation et des symboles

Cet objectif vise l'identification correcte et immédiate des composants électriques par leur représentation normalisée. L'élève assimile le langage graphique de l'électricité. Cette compétence constitue le socle fondamental pour toute lecture et interprétation de schémas, qu'ils soient de commande, de puissance ou architecturaux. La maîtrise des symboles précède toute analyse.

### 1.2. Analyse fonctionnelle des circuits

Au-delà de la reconnaissance des symboles, l'élève développe sa capacité à analyser la logique opératoire d'un montage. Il doit décomposer un schéma en sous-ensembles fonctionnels distincts, comme la partie commande et la partie puissance. Le but est de déduire le comportement du circuit et la séquence des opérations à partir de la seule représentation graphique.

### 1.3. Production de schémas électriques

Cette compétence consiste à traduire un cahier des charges fonctionnel simple en un schéma électrique correct et normalisé. L'élève apprend à structurer sa pensée pour agencer les composants de manière logique et efficace. Il passe de la lecture passive à la création active, validant une compréhension profonde des interactions entre les éléments.

### 1.4. Application des règles de protection

L'élève intègre la dimension sécuritaire dans toute conception. Il apprend à sélectionner et à positionner correctement les dispositifs de protection des personnes et des biens, tels que les disjoncteurs et les fusibles. Cet objectif ancre le réflexe de la sécurité comme une composante indissociable de toute installation électrique.

# 2. Approche Pédagogique Recommandée

## 2.1. Du concret vers l'abstrait

L'enseignement des schémas électriques débute par la manipulation d'appareillages réels. L'élève identifie physiquement un disjoncteur, un contacteur ou une lampe à Matadi avant même d'en voir le symbole. Le symbole normalisé est ensuite introduit comme sa traduction graphique. Cette méthode ancre la représentation abstraite dans une réalité tangible, facilitant la mémorisation et la compréhension fonctionnelle. La connexion entre l'objet et son glyphe devient ainsi intuitive.

## 2.2. La logique fonctionnelle avant la mémorisation

La maîtrise des schémas exige la compréhension de la logique fonctionnelle. Chaque séance se concentre sur la raison d'être d'une connexion ou d'un composant. L'objectif est d'amener l'élève de Kananga à déduire le rôle d'un élément d'après sa position dans le circuit de commande ou de puissance. Un contact normalement ouvert (NO) est une condition logique qui autorise le passage du courant. Un contact normalement fermé (NC) est une condition qui l'interrompt. L'analyse prime sur le simple dessin.

## 2.3. L'apprentissage par incrémentation de complexité

L'introduction des concepts suit une progression graduelle et rigoureuse. Les premiers schémas traités sont des montages élémentaires, tel l'allumage simple. Progressivement, des fonctions sont ajoutées : la commande multiple (va-et-vient), la commande à distance (télérupteur, contacteur), l'inversion de sens de marche d'un moteur à Mbandaka, ou encore la temporisation. Cette démarche constructive bâtit la confiance de l'apprenant et structure sa pensée analytique face à un système complexe.

---

# 3. Prérequis du Cours

## 3.1. Maîtrise des lois fondamentales de l'électricité

Une maîtrise solide des lois d'Ohm, de Joule et de Pouillet est indispensable. L'élève doit pouvoir manipuler avec aisance les relations entre tension ($U$), courant ($I$), résistance ($R$) et puissance ($P$). Cette compétence inclut l'application des lois de Kirchhoff (loi des nœuds et loi des mailles) pour l'analyse quantitative des circuits simples, en courant continu comme en

courant alternatif monophasé. Ces lois constituent le socle analytique sur lequel repose toute interprétation de schéma.

## 3.2. Identification des symboles normalisés

La capacité à identifier sans hésitation les symboles graphiques normalisés des composants électriques passifs et actifs est un prérequis non négociable. Cette connaissance lexicale couvre les résistances, les condensateurs, les bobines, les sources de tension et de courant, les interrupteurs, les diodes, les transistors et les transformateurs. Une lecture fluide des schémas dépend directement de cette reconnaissance immédiate. L'enseignant s'assurera de cette base avant d'aborder les montages complexes.

## 3.3. Compétences algébriques appliquées

Des acquis solides en algèbre élémentaire sont nécessaires. La résolution d'équations du premier degré à une ou plusieurs inconnues est une compétence transversale constamment mobilisée. Elle permet de déterminer les grandeurs électriques inconnues dans un circuit à partir des lois fondamentales. La manipulation des fractions, des puissances de dix et des préfixes d'unités (milli, micro, kilo, méga) doit être parfaitement acquise.

# Partie 1. Normes et Représentations Fondamentales

## a. Un langage universel pour l'électricien

Un technicien de Goma doit pouvoir lire sans effort le plan d'un collègue de Mbuji-Mayi. Sans une langue commune, toute collaboration est impossible. Les schémas électriques fournissent cette langue. Ils utilisent des symboles et des règles acceptés partout dans le monde. La maîtrise de ce langage est la première étape pour devenir un professionnel compétent et polyvalent. Chaque trait, chaque symbole possède une signification précise et non négociable.

## b. Les symboles : l'alphabet de l'électricité

Tout schéma électrique est une composition de symboles graphiques normalisés. Un cercle barré d'une croix représente une lampe. Un trait interrompu par un petit levier représente un interrupteur. Ces symboles sont les lettres d'un alphabet technique. Les lignes qui les relient figurent les conducteurs. Comprendre cet alphabet permet de décoder la fonction d'un circuit avant même de toucher un seul fil, que l'on soit à Mbandaka ou ailleurs.

## c. Plusieurs schémas pour un même circuit

Un même montage électrique se représente de plusieurs manières, selon l'objectif visé. Le schéma de principe explique le fonctionnement logique du circuit. Le schéma de câblage guide l'électricien dans le raccordement physique des appareils. Le schéma d'implantation montre l'emplacement réel des composants dans un bâtiment. Savoir lire et utiliser chaque type de plan est une compétence essentielle pour la conception, l'installation et le dépannage.

## d. De la lecture à la création : l'objectif final

Au-delà de la simple lecture, le but est d'atteindre une autonomie complète. Un professionnel qualifié, du Kongo Central au Haut-Uele, analyse un schéma existant pour diagnostiquer une panne. Il est également capable de concevoir et dessiner son propre schéma pour une nouvelle installation. Cette compétence transforme l'électricien d'un simple exécutant en un véritable concepteur technique, capable de proposer des solutions fiables et sécurisées.

# Chapitre 1. Révision des Normes et Symboles Électriques

## 1.1. Rappel des Conventions de Dessin Technique

### a. Le langage universel du dessin technique

Un des faits les plus surprenants du dessin technique est son universalité. Un plan tracé à Mbandaka, dans la province de l'Équateur, doit être parfaitement lisible par un technicien à Matadi, au Kongo Central, sans aucune explication orale. Ce langage commun est le fondement de toute collaboration technique rigoureuse.

Cette communication silencieuse repose sur des règles strictes, des conventions. En électricité, ces conventions assurent la sécurité et la fonctionnalité des installations. Un trait mal placé ou un symbole incorrect peut conduire au court-circuit. La maîtrise de ce langage est donc non négociable pour un électricien.

### A. Les Formats Normalisés (Le "Papier")

Tout schéma électrique est dessiné sur un support aux dimensions précises. Ces formats de papier, nommés par la lettre A suivie d'un chiffre, garantissent l'uniformité.

La série part du format A0, qui mesure 1 mètre carré. Chaque format suivant est obtenu en pliant le précédent en deux. Ainsi, le format A1 est la moitié d'un A0, le A2 la moitié d'un A1, et ainsi de suite. Le format le plus courant pour les rapports et les petits schémas est le A4 ($210 \times 297$ mm). Un grand plan d'armoire électrique pour une usine à Boma sera plutôt dessiné sur un format A1 ou A0.

### B. Les Traits et leur Signification

Sur un schéma, chaque type de trait possède une signification précise. Utiliser le mauvais trait revient à faire une faute de grammaire dans une phrase. Trois types principaux sont à mémoriser parfaitement.

- **Trait continu fort** : Il représente toutes les arêtes et tous les contours visibles d'un objet. C'est le trait principal, celui qui donne la forme générale.

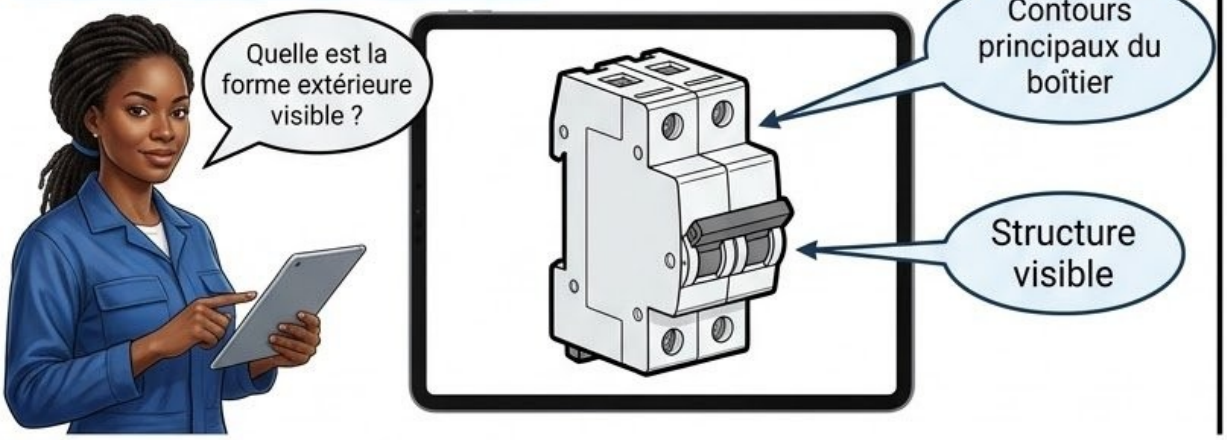
- **Trait interrompu fin** : Il est utilisé pour dessiner les arêtes et les contours cachés. Il montre ce qui existe mais n'est pas directement visible depuis l'angle de vue choisi.
- **Trait mixte fin** : Composé de tirets longs et courts, il indique les axes de symétrie et les plans de coupe.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

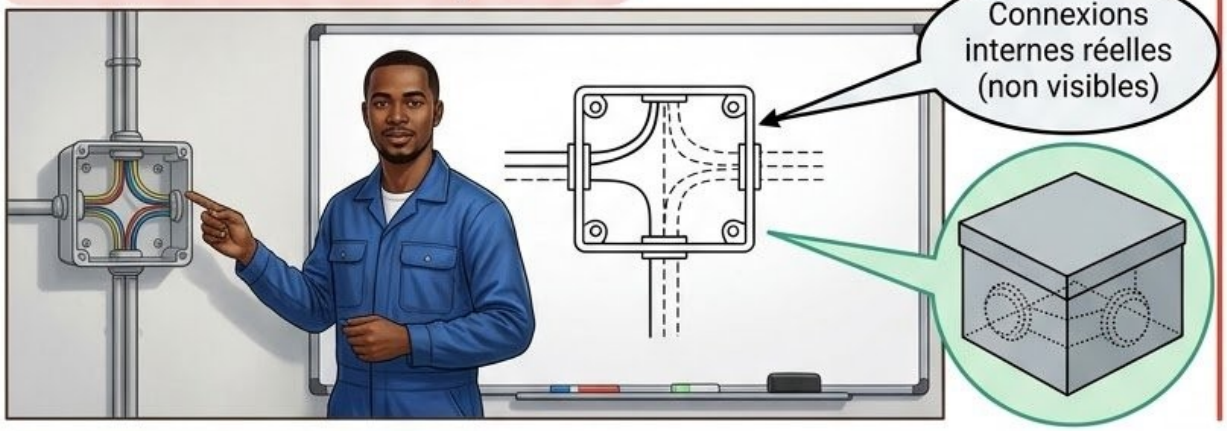
## Figure 1 : Réf. IMG (5580-3510-8124)

Analyse des différents types de traits sur un dessin technique simple

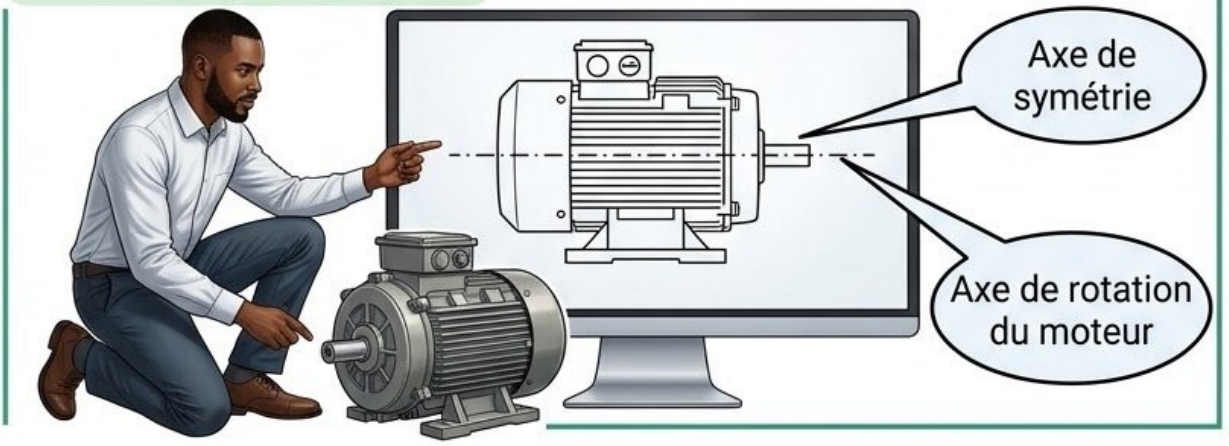
### a. Le Trait Continu Fort




### b. Le Trait Interrompu Fin




### c. Le Trait Mixte Fin



## Figure 1 : Réf. IMG (5580-3510-8124)

## Analyse des différents types de traits sur un dessin technique simple

### a. Le Trait Continu Fort

Il délimite les contours principaux d'un objet ou d'un composant, comme le boîtier d'un disjoncteur. Son épaisseur le rend immédiatement identifiable. Il répond à la question : "Quelle est la forme extérieure de l'élément que je vois ?". Sur un plan, il est impossible de le confondre. C'est la structure visible de la réalité.

### b. Le Trait Interrompu Fin

Ce trait représente les parties non visibles directement. Imaginez un boîtier de dérivation fermé. Les connexions à l'intérieur sont réelles. Le trait interrompu fin permet de les représenter sur le dessin sans "ouvrir" le boîtier.

### c. Le Trait Mixte Fin

Ce type de trait sert à marquer les axes de symétrie d'une pièce ou le tracé d'un plan de coupe. Pour un moteur, l'axe de rotation sera toujours représenté par un trait mixte fin. Il est essentiel pour comprendre l'orientation et la géométrie interne d'un composant.

■ ■ ■

## C. Le Cartouche : La Carte d'Identité du Schéma

Placé généralement en bas à droite du dessin, le cartouche est un tableau rectangulaire qui contient toutes les informations administratives et techniques du plan. Un schéma sans cartouche est un document anonyme et donc inutilisable. Un technicien de la SNEL à Kisangani doit pouvoir identifier immédiatement l'auteur et la date d'un plan.

Les informations vitales qu'il contient sont : * Le titre du schéma. * L'échelle du dessin (par exemple 1:10). * Le nom du dessinateur ou de l'entreprise. * La date de création. * Les indices de modification (pour suivre les versions).

## L'anecdote de Papa Mbuyi à la Gecamines

Papa Mbuyi, un électricien chevronné de Lubumbashi, travaillait à la maintenance d'un ancien convoyeur minier. Une panne bloquait toute la chaîne. Les techniciens plus jeunes étaient perdus face à une armoire

électrique datant de l'époque belge, avec des composants allemands. Le manuel papier était jauni et fragile. Ils ne comprenaient pas le schéma, qui semblait illogique.

Calmement, Papa Mbuyi a déroulé le grand plan format A1. Il a montré du doigt un ensemble de traits interrompus fins que les autres avaient ignorés. "Vous voyez, ici," dit-il, "le concepteur a dessiné le circuit de commande de secours *derrière* la platine principale. Ce n'est pas une erreur, c'est juste caché." Grâce à sa simple maîtrise des conventions de dessin, il a identifié le relais défaillant en quelques minutes, là où les autres cherchaient depuis des heures. Le langage des traits est bien universel et intemporel.

## Exercice 1 : Le plan de l'atelier de Maman Hélène

**Énoncé :** Maman Hélène, couturière à Goma, vous donne le plan de son nouvel atelier pour que vous y installiez l'électricité. Sur le plan, vous observez trois types de traits pour représenter une goulotte qui passe à travers un mur. Identifiez la signification de chaque trait.

**Résolution pas-à-pas :**

1. **Étape 1 : Analyser la partie visible de la goulotte** Le trait qui dessine la goulotte sur la face visible du mur est un **trait continu fort**. Il représente les contours que l'on voit directement.
2. **Étape 2 : Analyser la partie traversant le mur** La section de la goulotte qui est à l'intérieur du mur est dessinée avec un **trait interrompu fin**. Cela signifie que cette partie existe mais est cachée à la vue.
3. **Étape 3 : Analyser l'axe de la goulotte** Une ligne passant par le centre de la goulotte sur toute sa longueur est dessinée en **trait mixte fin**. Il s'agit de l'axe de symétrie de la goulotte.

## Exercice 2 : Le cartouche manquant de la pompe à eau

**Énoncé :** Un projet de forage d'eau dans un village près de Kananga (Kasaï-Central) est en attente. L'ingénieur a envoyé le plan de câblage de la pompe, mais il a oublié de remplir le cartouche. Le chef de chantier vous demande de lister les 4 informations absolument critiques manquantes pour pouvoir commencer le travail en toute sécurité.

**Résolution pas-à-pas :**

1. **Étape 1 : Constater le risque** Un plan sans cartouche est dangereux. Personne ne sait qui l'a fait, quand, ou à quelle échelle il est. Toute interprétation est risquée.
2. **Étape 2 : Lister les informations vitales manquantes** Les 4 informations critiques à exiger sont :
   - Le **titre précis** du projet ("Schéma électrique de la pompe du forage P.K. 25").
   - L'**échelle** du dessin (pour vérifier les longueurs de câbles).
   - Le **nom du dessinateur** ou du bureau d'études (pour savoir qui contacter en cas de problème).
   - La **date de création** (pour s'assurer que c'est bien la dernière version du plan).
3. **Étape 3 : Justifier l'importance de chaque information** Sans ces données, le plan n'a aucune valeur légale ou technique. L'échelle est cruciale pour le matériel, et l'identité du créateur est une question de responsabilité.

---

## 1.2. Consolidation de la Bibliothèque de Symboles

### a. Le langage universel de l'électricien

Pendant des décennies, chaque pays, voire chaque grande entreprise, dessinait l'électricité à sa manière. Un schéma réalisé à Hambourg était un véritable casse-tête pour un technicien à Lubumbashi. Cette situation créait des erreurs coûteuses et des dangers inutiles. La normalisation est donc apparue comme une nécessité absolue.

Apprendre les symboles électriques, ce n'est pas mémoriser des dessins. C'est apprendre une langue internationale. La norme CEI 60617 (Commission Électrotechnique Internationale) est le dictionnaire de référence pour tous les électriciens du monde. Maîtriser ce langage garantit la sécurité, la clarté et l'efficacité sur n'importe quel chantier, de Boma à Bunia.

### A. Les Familles de Symboles : Une Organisation Logique

Organiser les symboles par fonction simplifie leur mémorisation. Chaque famille correspond à une action précise dans le circuit. Une bonne connaissance de ces familles permet de lire un schéma rapidement, en identifiant immédiatement le rôle de chaque composant.

Les principales familles de symboles sont :

- **Production et transformation d'énergie :** Sources, générateurs, transformateurs.
- **Appareillage de protection :** Disjoncteurs, fusibles, relais thermiques. Leur rôle est de couper le courant en cas de défaut.
- **Appareillage de commande :** Interrupteurs, boutons-poussoirs, contacteurs. Ils établissent ou interrompent volontairement le passage du courant.
- **Récepteurs :** Moteurs, résistances chauffantes, lampes. Ils transforment l'énergie électrique en une autre forme d'énergie (mécanique, thermique, lumineuse).
- **Appareils de mesure et de signalisation :** Voltmètres, ampèremètres, voyants lumineux. Ils informent sur l'état du circuit.

## B. Le Repérage : La Carte d'Identité du Composant

Un symbole seul est incomplet. Le repérage, une ou plusieurs lettres inscrites à côté du symbole, précise sa nature exacte et sa fonction. Cette codification est aussi normalisée.

Quelques exemples fondamentaux à maîtriser :

- **Q :** Appareil de coupure de puissance (disjoncteur, sectionneur).
- **F :** Protection (fusible).
- **K :** Relais et contacteur. KM désigne un contacteur de puissance, KA un contacteur auxiliaire.
- **H :** Signalisation (voyant lumineux, sirène).
- **M :** Moteur.
- **S :** Appareil de commande manuel (bouton-poussoir, interrupteur).

Figure 2 : Réf. IMG (1040-9566-7969)

Tableau comparatif des symboles électriques : du simple au complexe

## 1. Protection

Complexité croissante, protection complète

Fusible

Protection simple (surintensité)

Disjoncteur Magnétothermique

Thermique (surcharges)

Magnétique (courts-circuits)



Applications Industrielles (Kisangani)

## 2. Contacts et commande

a. Normalement Ouvert (NO)

Bouton-poussoir NO (repos)

Interruption physique, courant ne passe pas

b. Normalement Fermé (NF)

Bouton-poussoir NF (repos)

Contact direct, courant passe

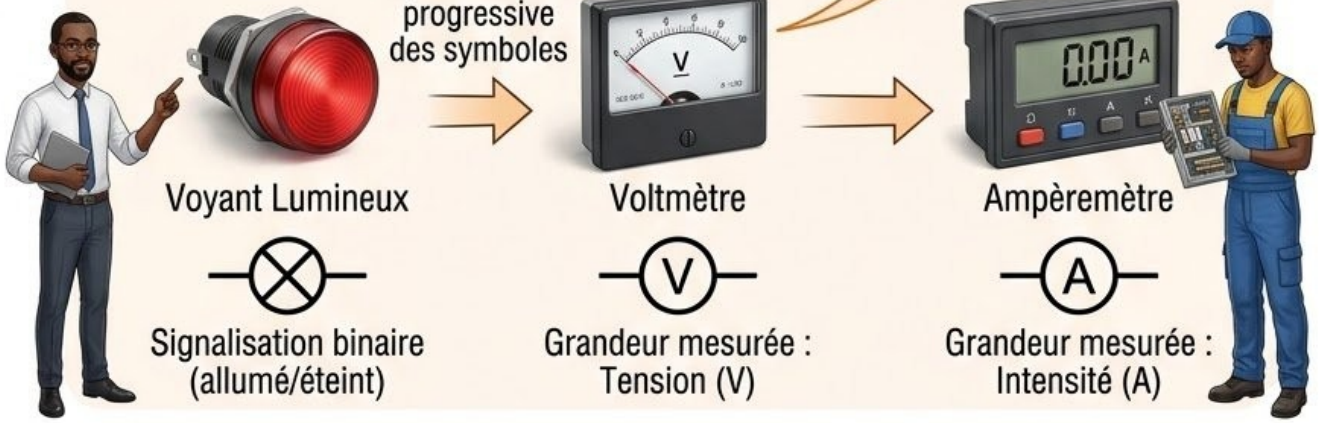


Logiques d'automatisme (Scierie et Placages du Congo, Kwilu)

## 3. Signalisation et mesure

Base graphique commune + Ajout textuel = Nouvelle signification précise

Spécialisation progressive des symboles




Voyant Lumineux

Signalisation binaire (allumé/éteint)

Voltmètre

Grandeur mesurée : Tension (V)

Ampèremètre

Grandeur mesurée : Intensité (A)

## Figure 2 : Réf. IMG (1040-9566-7969)

## Tableau comparatif des symboles électriques : du simple au complexe

### a. Symboles de protection

L'image illustre la différence entre des protections simples et complexes. Un fusible (symbole rectangulaire simple avec une ligne traversante) assure une protection unique contre les surintensités. À côté, un disjoncteur magnétothermique combine deux symboles : le carré pour la protection thermique (contre les surcharges) et une demi-boucle pour la protection magnétique (contre les courts-circuits). Cette richesse visuelle indique une fonction plus évoluée et une protection plus complète pour l'installation, comme celles qu'on trouve dans les industries de Kisangani.

### b. Contacts et commande

La distinction entre un contact "Normalement Ouvert" (NO) et "Normalement Fermé" (NF) est fondamentale. Le symbole NO montre une interruption physique dans la ligne : le courant ne passe pas au repos. Le symbole NF montre un contact direct avec la ligne : le courant passe au repos. Comprendre cette dualité est la clé pour analyser les logiques d'automatisme, par exemple pour le démarrage d'une machine à l'usine Scierie et Placages du Congo dans le Kwilu.

### c. Signalisation et mesure

Un simple voyant lumineux est un cercle avec des croix symbolisant la lumière. C'est un symbole de signalisation binaire (allumé/éteint). Un appareil de mesure comme un voltmètre ou un ampèremètre utilise le même cercle de base, mais contient une lettre (V ou A) pour indiquer la grandeur physique mesurée. Cela montre comment la norme utilise une base graphique commune et la spécialise avec un simple ajout textuel pour créer une nouvelle signification précise et sans ambiguïté.

## C. Lecture Séquentielle d'un Schéma Développé

Un schéma électrique se lit comme un texte en lingala ou en français : de haut en bas et de gauche à droite. Le circuit d'alimentation (les phases, le neutre) est généralement en haut. Le courant "descend" à travers les protections, puis les commandes, pour enfin alimenter les récepteurs (bobines, moteurs,

lampes) en bas du schéma. Suivre ce flux est la première étape pour comprendre la logique de fonctionnement de toute installation.

---

## L'électricien de Matadi et la machine allemande

Papa Mbuta, un électricien chevronné du port de Matadi, dans le Kongo Central, fut appelé pour dépanner une grue de déchargement flambant neuve, arrivée d'Allemagne. L'équipe locale était perplexe devant l'armoire électrique : des dizaines de fils et de composants, avec une documentation entièrement en allemand. La panique commençait à monter, le déchargement d'un navire important était bloqué.

Avec calme, Papa Mbuta ignora le texte. Il se concentra uniquement sur les schémas électriques. Il reconnut immédiatement le symbole du disjoncteur magnétothermique Q3, le contacteur KM4 et le relais thermique F7. En suivant le flux logique du schéma, il comprit que le défaut venait d'un contact auxiliaire du relais thermique, mal câblé en usine. Il n'a pas eu besoin de lire un seul mot d'allemand. Le langage des symboles était universel. En trente minutes, la grue fonctionnait et le port reprenait son activité.

## Exercice 1 : Le Ventilateur de Mamou Kapinga à Kananga

**Énoncé :** Fiston, élève en 2ème électricité à Kananga, doit dessiner le schéma électrique simple pour le ventilateur de sa mère. L'installation doit comprendre une protection par fusible, un interrupteur pour la commande, et le ventilateur lui-même. L'alimentation est monophasée (Phase + Neutre).

**Résolution pas-à-pas :**

1. **Étape 1 : Identifier les composants et leurs repères**
   - Alimentation : Phase (L) et Neutre (N).
   - Protection : Un fusible, repère F1.
   - Commande : Un interrupteur, repère S1.
   - Récepteur : Le moteur du ventilateur, repère M1.
2. **Étape 2 : Dessiner le circuit de puissance** La ligne de Phase (L) est dessinée en haut à gauche. Le Neutre (N) est dessiné en haut à droite. Le courant part de la phase, traverse les composants et retourne au neutre.
3. **Étape 3 : Placer les symboles normalisés**

- Sur la ligne de la phase, dessiner le symbole du fusible F1.
- Après le fusible, dessiner le symbole de l'interrupteur S1.
- Après l'interrupteur, dessiner le symbole du moteur M1 (un cercle avec la lettre M).
- Relier la sortie du moteur au Neutre (N).

### Exercice 2 : La Pompe à Eau de Mbandaka

**Énoncé :** Awa, étudiante à Mbandaka, doit schématiser le circuit de commande d'une pompe à eau. Le système utilise un bouton-poussoir "Marche" (NO), un bouton-poussoir "Arrêt" (NF) et un contacteur KM1 qui alimente le moteur de la pompe.

**Résolution pas-à-pas :**

1. **Étape 1 : Distinguer le circuit de puissance et le circuit de commande** Le circuit de puissance (non demandé ici) alimente le moteur M1. Le circuit de commande alimente la bobine du contacteur KM1.
2. **Étape 2 : Dessiner le circuit de commande** On part de la phase. On place d'abord une protection pour le circuit de commande (un disjoncteur Q1). En série après Q1, on place le bouton-poussoir d'arrêt S1 (symbole NF). En série après S1, on place le bouton-poussoir de marche S2 (symbole NO). En série après S2, on dessine la bobine du contacteur KM1 (un rectangle). La sortie de la bobine est reliée au neutre.
3. **Étape 3 : Ajouter l'auto-maintien** Pour que la pompe continue de tourner après avoir relâché le bouton "Marche", on ajoute un contact d'auto-maintien. On dessine un contact NO du contacteur KM1 en parallèle sur le bouton-poussoir "Marche" S2. Lorsque S2 est pressé, KM1 se ferme, son contact d'auto-maintien se ferme aussi et "shunte" S2, gardant la bobine alimentée.

---

## 1.3. Symboles des Appareils de Production, Transformation et Équipements Électroménagers

### a. Introduction

Même si le grand barrage d'Inga semble à des kilomètres de la prise murale de Bukavu, un langage commun les relie : le schéma électrique. Ce langage

universel utilise des symboles pour décrire le voyage de l'énergie, de sa naissance à son utilisation finale.

Comprendre ces symboles revient à savoir lire une carte. Une carte qui montre non pas des routes, mais le chemin du courant à travers les générateurs, les transformateurs et jusqu'au congélateur qui garde le poisson frais à Mbandaka.

## A. Sources d'Énergie et Production

Toute installation électrique commence par une source. Chaque type de source possède son propre symbole normalisé pour une identification immédiate sur un plan.

Les principales sources sont : - **Génératrice ou Alternateur :** Un cercle contenant la lettre 'G'. Le symbole '~' est souvent ajouté pour indiquer un courant alternatif. - **Batterie ou Accumulateur :** Une série de traits longs et courts, parallèles. Le trait long représente la borne positive (+). - **Cellule Photovoltaïque :** Un symbole de diode dans un cercle, avec des flèches pointant vers elle pour représenter la lumière du soleil. C'est la base des panneaux solaires.

## B. Appareils de Transformation

Le courant produit est rarement utilisé à sa tension d'origine. Le transformateur est l'appareil clé pour cette adaptation. Son symbole représente sa fonction.

Un transformateur est symbolisé par deux bobines dessinées côte à côte. - Elles peuvent être deux cercles entrelacés ou deux enroulements en zigzag. - Un trait vertical entre les deux bobines indique un noyau de fer, commun dans les transformateurs de puissance. - La bobine recevant l'énergie est le primaire. Celle qui la fournit est le secondaire.

## C. Récepteurs et Équipements Courants

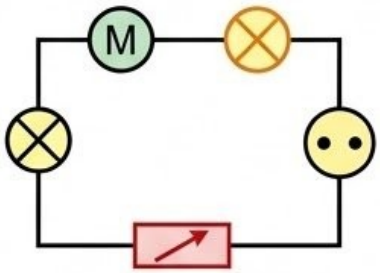
Les récepteurs sont les appareils qui utilisent l'énergie électrique pour produire de la lumière, de la chaleur ou du mouvement. Leur symbolisation est essentielle pour comprendre la finalité d'un circuit.

## Figure 3 : Réf. IMG (0867-2636-1907)

Symboles normalisés pour récepteurs et équipements domestiques courants en électricité.

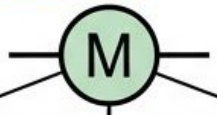
### a. L'essentiel visible du circuit

- Moteur électrique → M → Produit une force motrice (mouvement)
- Lampe d'éclairage → ⊗ → Produit de la lumière
- Appareil de chauffage → ↗ → Produit de la chaleur
- Prise de courant → ●● → Point de connexion pour équipements




Ils montrent le but de l'installation

### b. Le moteur et la force motrice




Convertit l'énergie électrique en énergie mécanique.



Moteur de ventilateur domestique



Moteur de pompe hydraulique (ex: Kasaï)



Moteur industriel (ex: Zone de Maluku)

### c. La lumière, la chaleur et la prise

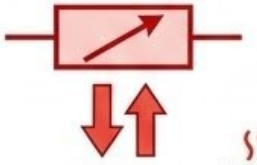
Lampe (Éclairage)



Conversion en énergie lumineuse



Chauffage



Conversion en énergie thermique



Prise de courant



Un point de connexion: Porte ouverte pour brancher divers équipements mobiles.



Symboles normalisés internationaux pour un diagnostic rapide.