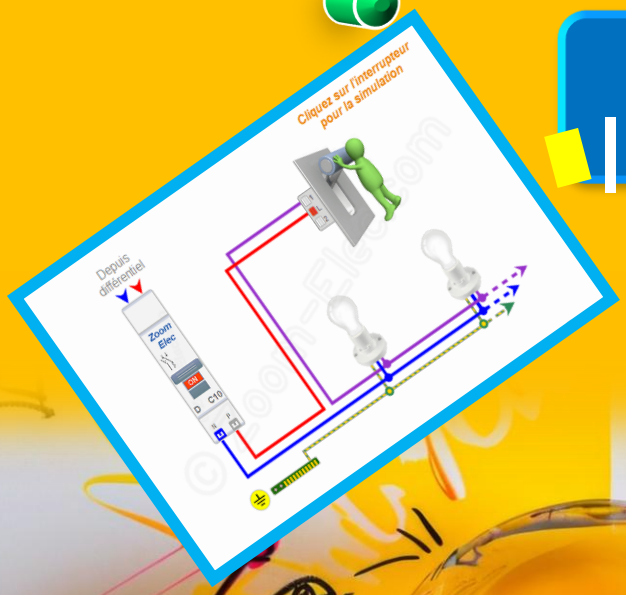
# SCHÉMAS ÉLECTRIQUES

EDITION 2025

CONFORME AU PROGRAMME NATIONAL

3ème Année

Option Electricité








# TABLE DES MATIÈRES

**PRÉLIMINAIRES**.....**1**

1. Objectifs Généraux du Cours.....1
   - 1.1. Maîtrise de la Lecture et de l'Interprétation.....1
   - 1.2. Développement de la Compétence d'Analyse.....1
   - 1.3. Acquisition de la Capacité de Conception.....1
   - 1.4. Consolidation de la Rigueur Normative.....1

2. Approche Pédagogique Recommandée.....2
   - 2.1. De la Représentation Symbolique à l'Analyse Fonctionnelle.....2
   - 2.2. Une Progression par Systèmes Complets.....2
   - 2.3. L'Articulation Théorie-Atelier.....2

3. Prérequis du Cours.....2
   - 3.1. Maîtrise des lois fondamentales de l'électrocinétique.....2
   - 3.2. Identification et fonction des composants passifs et actifs.....3
   - 3.3. Compétences en lecture de schémas simples.....3
   - 3.4. Aisance en manipulation algébrique.....3

**PARTIE 1. FONDEMENTS DU DESSIN ÉLECTROTECHNIQUE INDUSTRIEL**.....**4**

a. Le schéma comme langage universel.....4

b. La grammaire du dessin : les normes.....4

c. Circuits de puissance et circuits de commande.....4

d. De la feuille de papier à l'armoire électrique.....4

**CHAPITRE 1. NORMES ET REPÉRAGE DANS LES SCHÉMAS INDUSTRIELS**.....**5**

1.1. Les Normes Internationales (CEI 61082, CEI 81346).....5
   - a. Le langage universel de l'électricien.....5
   - A. La Norme CEI 61082 : La Grammaire du Dessin.....5

**FIGURE 1 : RÉF. IMG (5961-5133-4845)**.....**7**

Comparaison d'un schéma non normalisé et d'un schéma normalisé CEI 61082.....7
   - B. La Norme CEI 81346 : La Carte d'Identité des Composants.....7

**FIGURE 2 : RÉF. IMG (7545-9990-7486)**.....**10**

Exemple de repérage structuré selon la norme CEI 81346.....10
   - b. L'anecdote de l'électricien de Goma et du technicien de Matadi.....10

1.2. Le Repérage Fonctionnel des Composants.....12

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

- a. L'ordre avant l'action....12
- A. La grammaire du repérage fonctionnel....12

**FIGURE 3 : RÉF. IMG (7764-2436-5458)....15**

Décomposition d'un code de repérage fonctionnel sur un schéma électrique....15

- B. Les préfixes de fonction essentiels (Lettre-code)....15

**FIGURE 4 : RÉF. IMG (6450-4557-0041)....18**

Circuit de démarrage moteur avec repérage fonctionnel des différents composants....18

- Scénarios et Exercices....18

1.3. Références Croisées, Repérage des Borniers et des Conducteurs....20

- a. Le fil d'Ariane de l'électricien....20
- A. Les Références Croisées : Le GPS du Schéma....20

**FIGURE 5 : RÉF. IMG (3780-6382-7619)....22**

Exemple de référence croisée sur la bobine d'un contacteur KM1....22

- B. Le Repérage des Borniers : La Frontière Organisée....22
- C. Le Repérage des Conducteurs : L'Identité de Chaque Fil....23

**FIGURE 6 : RÉF. IMG (3612-5551-1565)....25**

Schéma montrant le repérage des fils et des bornes....25

- b. Anecdote : Le grand silence de l'usine de Kisangani....25

**CHAPITRE 2. SCHÉMAS DE PUISSANCE ET SCHÉMAS DE COMMANDE....28**

2.1. Distinction Fondamentale....28

- a. Le cerveau et les muscles de l'électricité....28
- A. Le Schéma de Puissance : La force brute....28
- B. Le Schéma de Commande : L'intelligence de l'installation....28

**FIGURE 7 : RÉF. IMG (1416-9059-1956)....30**

Séparation des circuits de puissance et de commande pour un moteur....30

- SCÉNARIOS ET EXERCICES....30

2.2. Le Schéma de Puissance....32

- a. Le muscle du système....32
- A. Définition et Fonction....32
- B. Représentation des Conducteurs....32

**FIGURE 8 : RÉF. IMG (6812-7036-3019)....35**

Schéma de puissance multifilaire pour un démarrage direct de moteur....35

- C. Symboles des Composants de Puissance....35


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

**FIGURE 9 : RÉF. IMG (8979-0183-1926)..... 37**

Représentation unifilaire simplifiée du même circuit de démarrage moteur..... 37

- b. Scénarios et Exercices..... 37

2.3. Le Schéma de Commande..... 39

- a. L'intelligence derrière la force..... 39
- A. Définition et Rôle..... 39
- B. Principes de Lecture..... 39

**FIGURE 10 : RÉF. IMG (0838-6273-3938)..... 42**

Lecture d'un schéma de commande de démarrage direct simple..... 42

- Scénarios et Exercices..... 42

2.4. L'Articulation entre Puissance et Commande..... 44

- a. Le cerveau et les muscles d'une machine..... 44
- A. Deux Mondes, Deux Fonctions..... 44
- B. Le Pont de Liaison : La Bobine du Contacteur..... 45

**FIGURE 11 : RÉF. IMG (0314-0314-7795)..... 47**

Schéma de principe illustrant la séparation des circuits commande et puissance..... 47

- Une histoire d'huile de palme à Bandundu..... 47

**CHAPITRE 3. UTILISATION DU DAO POUR LES SCHÉMAS ÉLECTROTECHNIQUES..... 50**

3.1. Les Logiciels de DAO Électrique..... 50

- a. L'ère du crayon est terminée..... 50
- A. Définition et avantages du DAO électrique..... 50
- B. Les familles de logiciels..... 50

**FIGURE 12 : RÉF. IMG (2734-4521-8445)..... 53**

Interface typique d'un logiciel de DAO électrique avec ses bibliothèques..... 53

- Anecdote : Le plan fantôme du barrage d'Inga..... 53

3.2. Création et Gestion de Bibliothèques de Symboles..... 55

- a. L'analogie du bon commerçant..... 55
- A. Le processus de création d'un symbole..... 55
- B. L'organisation stratégique des bibliothèques..... 56

3.3. Fonctions Automatisées..... 58

- a. Le dessin intelligent..... 58
- A. Le Foliotage et le Repérage Automatiques..... 58

**FIGURE 13 : RÉF. IMG (1046-9886-6122)..... 61**

Interface de DAO montrant le foliotage automatique des fils électriques..... 61

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

- B. La Génération des Nomenclatures.....61

**FIGURE 14 : RÉF. IMG (6250-3642-9023).....64**

Exemple de nomenclature générée automatiquement à partir d'un schéma électrique.....64

- C. Les Références Croisées Intelligentes.....64

3.4. Génération Automatique de Nomenclatures et de Borniers.....66

- a. L'intelligence cachée du schéma.....66
- A. La nomenclature : la carte d'identité de l'armoire.....66

**FIGURE 15 : RÉF. IMG (4559-5616-4035).....69**

Exemple d'une nomenclature générée par un logiciel de DAO.....69

- B. Le plan de bornier : le pont entre l'armoire et le terrain.....69

**FIGURE 16 : RÉF. IMG (6776-8460-5029).....72**

Représentation schématique d'un plan de bornier automatisé.....72

- b. La mésaventure de l'électricien Mbuta à Matadi.....72

**PARTIE 2. SCHÉMAS DE DISTRIBUTION DE PUISSANCE ET DE MOTEURS.....75**

a. Le voyage du courant, de la source à l'usage.....75

b. Les gardiens de l'installation.....75

c. Le moteur, muscle de l'industrie.....75

d. La logique de commande du moteur.....75

**CHAPITRE 4. REPRÉSENTATION DES ÉQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION.....76**

4.1. Le Schéma Unifilaire de Distribution.....76

- a. La carte du courant.....76
- A. Définition et Utilité.....76
- B. Les Symboles Fondamentaux.....76

**FIGURE 17 : RÉF. IMG (3023-2043-6040).....78**

Symboles normalisés essentiels pour un schéma unifilaire de distribution.....78

- C. Lecture d'un Schéma Simple.....78

**FIGURE 18 : RÉF. IMG (4661-5292-2853).....80**

Exemple de schéma unifilaire simple pour l'alimentation d'un atelier.....80

- Anecdote : Le Dépannage à Mbuji-Mayi.....80

4.2. Représentation d'un Poste de Transformation MT/BT.....82

- a. La cabine qui parle une autre langue.....82
- A. La structure d'un schéma unifilaire.....82


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

**FIGURE 19 : RÉF. IMG (9270-4035-8160)** ..... **85**

Schéma unifilaire d'un poste de transformation MT/BT de type cabine ..... 85

- B. Les symboles normalisés ..... 85

**FIGURE 20 : RÉF. IMG (0725-6478-3111)** ..... **88**

Symboles normalisés pour les équipements d'un poste de distribution électrique ..... 88

- b. La panne de courant à Matadi ..... 88

4.3. Schémas des Tableaux Généraux Basse Tension (TGBT) ..... 90

- a. Le cœur électrique du bâtiment ..... 90
- A. Rôle et Structure d'un TGBT ..... 90
- B. Le Schéma Unifilaire : La Langue de l'Électricien ..... 91

4.4. Dessin de l'Implantation d'une Armoire Électrique ..... 93

- a. Le plan, une garantie contre le chaos ..... 93
- A. Règles d'Or de la Conception ..... 93
- B. Les Vues Normalisées du Dessin ..... 94

**FIGURE 21 : RÉF. IMG (5918-4633-4824)** ..... **96**

Exemple d'une platine d'armoire électrique bien organisée et légendée ..... 96

- Anecdote : Le casse-tête de l'armoire de Papa Bolingo ..... 96

**CHAPITRE 5. SCHÉMAS DE DÉMARRAGE DES MOTEURS ASYNCHRONES** ..... **99**

5.1. Le Démarrage Direct ..... 99

- a. La solution la plus évidente ..... 99
- A. Principe du Démarrage Direct ..... 99
- B. Circuits de Puissance et de Commande ..... 99

**FIGURE 22 : RÉF. IMG (1505-0834-6505)** ..... **101**

Schéma de puissance et de commande pour un démarrage direct moteur ..... 101

- C. Bilan : Avantages et Inconvénients ..... 101

5.2. L'Inversion du Sens de Marche ..... 104

- a. Le temps et le moteur ..... 104
- A. Le Principe Physique de l'Inversion ..... 104

**FIGURE 23 : RÉF. IMG (9440-5109-7048)** ..... **106**

Schéma de principe de l'inversion de phases d'un moteur triphasé ..... 106

- B. Le Schéma de Puissance à Deux Contacteurs ..... 106

**FIGURE 24 : RÉF. IMG (0554-8936-7592)** ..... **109**

Circuit de puissance pour l'inversion de sens avec deux contacteurs ..... 109

- C. Le Schéma de Commande Associé ..... 109

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

5.3. Le Démarrage Étoile-Triangle....111
- a. Une astuce pour démarrer en douceur....111
- A. Principe de Fonctionnement en Deux Temps....112

**FIGURE 25 : RÉF. IMG (6125-4230-0234)....114**

Schéma de puissance du démarrage étoile-triangle avec ses trois contacteurs....114
- B. Le Schéma de Commande : Le Cerveau de l'Opération....114

5.4. Le Démarrage par Autotransformateur....117
- a. La ruse du transformateur incomplet....117
- A. Principe de fonctionnement....118
- B. La séquence de démarrage en trois temps....119

**FIGURE 26 : RÉF. IMG (5951-3086-3349)....121**

Schéma de commande pour démarrage par autotransformateur....121
- L'anecdote du grand broyeur....121

5.5. Démarrage par Résistances Statoriques et Rotoriques....123
- a. L'analogie du robinet....123
- A. Le Démarrage par Résistances Statoriques....124
- B. Le Démarrage par Résistances Rotoriques....124

**PARTIE 3. SCHÉMAS D'AUTOMATISME ET DE RÉGULATION....127**

De l'interrupteur à l'intelligence....127

Le cerveau de la machine : la logique câblée....127

Maintenir le cap : le principe de régulation....127

L'enjeu de la fiabilité et de la précision....127

**CHAPITRE 6. SCHÉMAS DE LOGIQUE CÂBLÉE....128**

6.1. Relais, Contacteurs Auxiliaires et Blocs de Temporisation....128
- a. Le cerveau de la machine....128
- A. Le Relais Électromagnétique : Le Messager....128

**FIGURE 27 : RÉF. IMG (3883-7111-7658)....130**

Schéma de principe d'un circuit d'auto-maintien avec un relais....130
- B. Le Bloc de Temporisation : Maître du Temps....130

6.2. Les Capteurs et Détecteurs (TOR)....133
- a. L'œil et l'oreille de la machine....133
- A. Définition et Rôle d'un Capteur TOR....133
- B. Les Grandes Familles de Détecteurs....133

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

**FIGURE 28 : RÉF. IMG (0472-1033-1606)** ..... **136**

Les quatre familles principales de détecteurs TOR en automatisme industriel ..... 136

- Scénarios et Exercices ..... 136
- Une pompe devenue intelligente ..... 136

6.3. Conception d'un Cycle Automatique Simple ..... 138

- a. Le paradoxe de l'action unique ..... 138
- A. Le GRAFCET : La grammaire de l'automatisme ..... 138

**FIGURE 29 : RÉF. IMG (9029-2402-2570)** ..... **140**

Structure de base d'un GRAFCET avec une étape et une transition ..... 140

- B. Traduction en schéma électrique (Logique câblée) ..... 140

**FIGURE 30 : RÉF. IMG (6785-3526-4680)** ..... **143**

Schéma de principe pour l'activation et la désactivation d'une étape ..... 143

- Anecdote : Le presse-huile du Kasaï ..... 143

**CHAPITRE 7. INTRODUCTION AUX SCHÉMAS D'AUTOMATES PROGRAMMABLES (API)** ..... **146**

7.1. Principe et Avantages de l'Automate Programmable ..... 146

- a. Le passage de la logique câblée à la logique programmée ..... 146
- A. Principe de Fonctionnement de l'API ..... 146

**FIGURE 31 : RÉF. IMG (5130-3411-8632)** ..... **148**

Comparaison visuelle entre une armoire câblée et une armoire avec API ..... 148

- B. Avantages sur la Logique Câblée ..... 148

7.2. Architecture d'un API (CPU, E/S, Alimentation) ..... 150

- a. L'automate, une structure ordonnée ..... 150
- A. Le Cerveau : L'Unité Centrale (CPU) ..... 151
- B. Les Sens et les Muscles : Les Modules d'Entrées/Sorties (E/S) ..... 151

**FIGURE 32 : RÉF. IMG (1707-1114-7479)** ..... **153**

Schéma bloc de l'architecture interne d'un Automate Programmable Industriel ..... 153

- C. Le Cœur : L'Alimentation ..... 153

7.3. Le Schéma de Raccordement d'un API ..... 155

- a. Le cerveau de la machine ..... 155
- A. L'Alimentation : L'Énergie Vitale de l'Automate ..... 155

**FIGURE 33 : RÉF. IMG (2415-9159-7325)** ..... **157**

Schéma de raccordement de l'alimentation d'un automate programmable industriel ..... 157

- B. Les Entrées et Sorties : Les Sens et les Muscles ..... 157

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

**FIGURE 34 : RÉF. IMG (6716-8223-0930)** ..... **160**

Raccordement des entrées (capteurs) et sorties (actionneurs) sur un API ..... 160

- a. L'anecdote de Papa Mbiya, le technicien de la Tshopo ..... 160

7.4. Du Schéma à Contacts (Langage Ladder) au Câblage ..... 162

- a. Le pont entre le virtuel et le réel ..... 162
- A. Le Principe de Correspondance Directe ..... 163
- B. L'Illustration : De la Ligne de Code au Fil de Cuivre ..... 163

**FIGURE 35 : RÉF. IMG (3550-4314-9634)** ..... **165**

Correspondance entre un schéma Ladder et le câblage physique d'un API ..... 165

- C. Les Bonnes Pratiques de Câblage ..... 165

**PARTIE 4. PROJET DE SYNTHÈSE ET DOCUMENTATION TECHNIQUE** ..... **168**

De la théorie au chantier ..... 168

Le projet de synthèse : l'épreuve du réel ..... 168

La documentation technique : la mémoire de l'installation ..... 168

Vers l'autonomie et la rigueur professionnelle ..... 168

**CHAPITRE 8. CAHIER DES CHARGES ET AVANT-PROJET** ..... **169**

8.1. Analyse d'un Cahier des Charges Fonctionnel ..... 169

- a. L'art de bien commander avant de construire ..... 169
- A. Définition et Rôle du Cahier des Charges Fonctionnel ..... 169
- B. Les Fonctions de Service et les Contraintes ..... 169

**FIGURE 36 : RÉF. IMG (8783-1301-0254)** ..... **172**

Le diagramme "bête à cornes" pour analyser un besoin client ..... 172

- b. Scénarios et Exercices ..... 172

8.2. Bilan de Puissance et Choix des Technologies ..... 174

- a. L'inventaire avant les travaux ..... 174
- A. Le Bilan de Puissance : La méthode de l'inventaire ..... 174

**FIGURE 37 : RÉF. IMG (0850-0875-0141)** ..... **177**

Tableau de bilan de puissance pour une résidence simple ..... 177

- B. De la Puissance au Matériel : Coefficients et choix ..... 177

**FIGURE 38 : RÉF. IMG (4523-3314-6263)** ..... **180**

Schéma de principe du choix de l'alimentation générale ..... 180

- b. L'anecdote de Papa Kanku à Kananga ..... 180

8.3. Élaboration du Schéma Unifilaire Général ..... 183

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

- a. L'essentiel en un seul trait....183
- A. Définition et Rôle Stratégique....183
- B. Les Composants Indispensables du Schéma Unifilaire....183

**FIGURE 39 : RÉF. IMG (0739-6626-8891)....185**

Structure d'un schéma unifilaire général de base pour une habitation....185

- C. Principes de Lecture et Symboles Normalisés....185

8.4. Implantation Générale des Équipements....188

- a. Le plan sur le papier et la réalité du terrain....188
- A. Les Principes Directeurs de l'Implantation....188
- B. Du Plan d'Architecte au Plan d'Implantation....188

**FIGURE 40 : RÉF. IMG (5718-1704-6483)....191**

Plan d'implantation d'un atelier de menuiserie à Lisala....191

- L'anecdote du dispensaire de Matadi....191

**CHAPITRE 9. RÉALISATION DU DOSSIER DE SCHÉMAS D'EXÉCUTION....194**

9.1. Dessin des Schémas de Puissance....194

- a. Le muscle de l'installation....194
- A. Définition et Rôle du Schéma de Puissance....194

**FIGURE 41 : RÉF. IMG (7369-5449-2337)....196**

Composants fondamentaux d'un schéma de puissance moteur triphasé....196

- B. Principes de Dessin et Conventions....196

**FIGURE 42 : RÉF. IMG (5437-0985-3543)....199**

Exemple de schéma de puissance pour un démarrage direct moteur asynchrone....199

- b. Scénarios et Exercices....199

9.2. Dessin des Schémas de Commande....201

- a. Le cerveau de l'installation....201
- A. Principes Fondamentaux du Schéma de Commande....201

**FIGURE 43 : RÉF. IMG (4212-5274-1590)....203**

Symboles normalisés pour un circuit de commande simple....203

- B. Méthodologie du Tracé et Repérage....203

**FIGURE 44 : RÉF. IMG (5627-1764-8127)....205**

Exemple de schéma de commande pour un démarrage direct moteur....205

- a. L'anecdote de l'électricien de Goma....205

9.3. Dessin des Schémas de Borniers et de Câblage....207


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

- a. Le plan de l'horloger.....207
- A. Le Schéma de Borniers : Le Point de Connexion Central.....208
- B. Le Schéma de Câblage : La Feuille de Route du Monteur.....208

**FIGURE 45 : RÉF. IMG (3055-9127-8906).....210**

Représentation schématique d'un bornier pour un moteur triphasé.....210

- a. L'anecdote de l'électricien de Gemena.....210

9.4. Dessin de l'Aménagement de l'Armoire.....212

- a. L'ordre avant l'énergie.....212
- A. De la théorie à la réalité physique.....212
- B. Les règles d'or de l'implantation.....212

**CHAPITRE 10. FINALISATION DU DOSSIER TECHNIQUE.....216**

10.1. Établissement de la Nomenclature et du Devis Estimatif.....216

- a. Le plan sans la liste, une coquille vide.....216
- A. La Nomenclature : La carte d'identité du matériel.....216
- B. Le Devis Estimatif : La traduction financière du projet.....216

**FIGURE 46 : RÉF. IMG (4924-7578-2147).....219**

Exemple de ligne de nomenclature pour une armoire de commande simple.....219

- C. L'articulation entre les deux documents.....219

10.2. La Rédaction des Notes de Calcul.....221

- a. Le calcul, une assurance contre le hasard.....221
- A. Finalité et Justification d'une Note de Calcul.....222
- B. Contenu Essentiel et Structure Type.....222

10.3. Constitution et Présentation du Dossier Final.....224

- a. L'ultime étape du professionnel.....224
- A. Les Pièces Maîtresses du Dossier Technique.....225

**FIGURE 47 : RÉF. IMG (5727-0315-1629).....227**

Structure exemplaire d'un dossier technique professionnel bien relié et organ.....227

- B. Règles de Présentation et Lisibilité.....227

**FIGURE 48 : RÉF. IMG (7238-3396-1835).....229**

Comparaison entre un schéma brouillon et un schéma propre et normalisé.....229

- Scénarios et Exercices.....229

**ANNEXES.....232**

Ressources Techniques, Catalogues Constructeurs et Glossaire.....232

- A. Normes et Réglementations de Référence.....232


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

- B. Méthodologie d'Analyse des Catalogues Constructeurs.....233
- C. Glossaire Technique Approfondi.....234


MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

# PRÉLIMINAIRES

## 1. Objectifs Généraux du Cours

### 1.1. Maîtrise de la Lecture et de l'Interprétation

L'acquisition d'une lecture fluide des schémas électriques complexes est la compétence fondamentale. L'élève doit pouvoir décoder sans ambiguïté les circuits de puissance, de commande et de signalisation. Cette aptitude implique une reconnaissance instantanée des symboles normalisés et la compréhension de leurs interactions fonctionnelles au sein d'un système global, qu'il soit industriel ou domestique.

### 1.2. Développement de la Compétence d'Analyse

Développer une logique de diagnostic constitue le second pilier. Face à un schéma, l'élève apprend à appliquer un raisonnement hypothético-déductif pour identifier l'origine d'une panne. Il doit pouvoir simuler mentalement le fonctionnement du circuit, isoler les séquences défaillantes et proposer des hypothèses de dépannage vérifiables sur l'installation réelle.

### 1.3. Acquisition de la Capacité de Conception

La finalité de ce cursus est de rendre l'élève capable de concevoir. Partant d'un cahier des charges simple, il doit pouvoir traduire une problématique technique en un schéma électrique fonctionnel et sécurisé. Cette compétence synthétise toutes les autres, depuis le choix rationnel des appareils de protection et de commande jusqu'à leur représentation graphique correcte.

### 1.4. Consolidation de la Rigueur Normative

Finalement, l'enseignement insiste sur le respect absolu des normes. Un schéma est un document technique qui engage la responsabilité de son auteur. L'élève intègre la rigueur graphique et symbolique comme une discipline indispensable à la sécurité des personnes et des biens, et comme le support d'un langage technique universel.

# 2. Approche Pédagogique Recommandée

## 2.1. De la Représentation Symbolique à l'Analyse Fonctionnelle

L'enseignement du schéma électrique vise à dépasser la simple mémorisation des symboles normalisés. Son objectif premier est de cultiver une compétence d'analyse fonctionnelle. Chaque symbole et chaque liaison doivent être immédiatement associés à une fonction technique précise : protection, commande, conversion d'énergie. Progressivement, l'élève apprend à lire un schéma non comme un dessin statique, mais comme la description d'un processus logique et matériel.

## 2.2. Une Progression par Systèmes Complets

Une progression par systèmes électriques complets est recommandée, même pour les montages les plus simples au départ. Isoler l'étude d'un composant, tel un contacteur ou un relais thermique, sans son contexte applicatif immédiat limite la compréhension de son utilité. En présentant d'emblée un circuit fonctionnel, comme un démarrage direct simple, l'élève saisit l'interaction entre les différents organes. Cette approche systémique prépare efficacement aux futurs diagnostics de pannes.

## 2.3. L'Articulation Théorie-Atelier

Le schéma est le lien indispensable entre les savoirs théoriques et la pratique en atelier. La démarche pédagogique suit une séquence logique et itérative. Premièrement, l'analyse détaillée du schéma de puissance et du schéma de commande. Deuxièmement, la sélection et l'identification du matériel physique correspondant. Troisièmement, la réalisation effective du câblage en se référant constamment au schéma. Le dessin n'est donc pas une finalité, mais bien l'outil cardinal de la mise en œuvre pratique et du dépannage.

---

# 3. Prérequis du Cours

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

La maîtrise des lois fondamentales de l'électrocinétique est un socle indispensable. L'apprenant doit pouvoir appliquer sans hésitation la loi d'Ohm ( $U = R \times I$) pour les circuits résistifs. Une compréhension approfondie des lois de Kirchhoff, relatives aux nœuds et aux mailles, est également attendue pour l'analyse des circuits plus complexes. Les calculs de puissance électrique ( $P = U \times I$) doivent être automatiques.

## 3.2. Identification et fonction des composants passifs et actifs

L'identification des symboles normalisés et la compréhension de la fonction des composants électriques de base sont primordiales. Cela inclut les composants passifs (résistances, condensateurs, bobines) et les composants actifs fondamentaux (diodes, transistors). La connaissance des appareils de commande et de protection (interrupteurs, sectionneurs, relais, fusibles) est aussi un prérequis.

## 3.3. Compétences en lecture de schémas simples

L'aptitude à lire et interpréter des schémas de type unifilaire et multifilaire pour des installations simples, comme le simple allumage ou le va-et-vient, est supposée acquise. Cette compétence inclut le repérage clair entre les circuits de puissance et les circuits de commande au sein d'un même plan.

## 3.4. Aisance en manipulation algébrique

Finalement, une aisance dans la manipulation des équations du premier degré est fondamentale. L'extraction d'une inconnue dans une formule et la résolution de systèmes simples d'équations sont des opérations mathématiques qui seront constamment mobilisées durant l'analyse quantitative des circuits.

# Partie 1. Fondements du Dessin Électrotechnique Industriel

## a. Le schéma comme langage universel

Un électricien de Matadi, au Kongo Central, doit comprendre un plan conçu à Kisangani, dans la Tshopo. Le schéma électrique est ce langage commun. Il traduit une installation complexe en un document graphique précis et sans ambiguïté. Sans lui, chaque intervention devient une improvisation dangereuse. Cette rigueur assure la communication parfaite, la sécurité des personnes et la maintenance efficace des équipements industriels.

## b. La grammaire du dessin : les normes

Un simple dessin n'est pas un schéma. La différence fondamentale est l'application stricte des normes, notamment celles de la Commission Électrotechnique Internationale (CEI). Ces règles définissent chaque symbole, chaque trait, chaque repérage. Suivre cette "grammaire" garantit que le circuit sera non seulement fonctionnel, mais aussi sûr et interopérable. L'absence de norme mène directement au désordre et au risque électrique.

## c. Circuits de puissance et circuits de commande

Le dessin industriel dissocie toujours deux logiques complémentaires. D'un côté, le circuit de puissance gère le passage de l'énergie brute, celle qui fait tourner les moteurs d'une usine textile à Lubumbashi. De l'autre, le circuit de commande est le cerveau. Il pilote les contacteurs et les relais avec une tension de sécurité. La maîtrise des deux schémas est la clé du dépannage et de l'automatisation.

## d. De la feuille de papier à l'armoire électrique

L'objectif final est purement pratique : lire un plan et agir. Un technicien à Mbuji-Mayi, face à une armoire électrique en panne, ne devine pas. Il déplie son schéma, identifie le contacteur $KM3$ ou le relais thermique $F2$. Ce document est sa feuille de route pour diagnostiquer, câbler ou modifier une installation. Le schéma n'est pas une fin, c'est l'outil indispensable du professionnel de terrain.

# Chapitre 1. Normes et Repérage dans les Schémas Industriels

## 1.1. Les Normes Internationales (CEI 61082, CEI 81346)

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

Un des faits les plus surprenants du monde technique est sa capacité à créer des langages universels. Sans un vocabulaire commun et une grammaire partagée, un électricien de Kananga et un ingénieur de Boma ne pourraient jamais collaborer efficacement sur un projet complexe comme la maintenance d'une turbine au barrage d'Inga.

Ces langages techniques sont appelés des "normes". Elles ne sont pas des lois, mais des règles du jeu acceptées par tous pour garantir la sécurité, la clarté et l'interopérabilité. Une armoire électrique bien conçue doit pouvoir être comprise par n'importe quel technicien qualifié sur la planète, de l'Équateur au Kongo Central.

### A. La Norme CEI 61082 : La Grammaire du Dessin

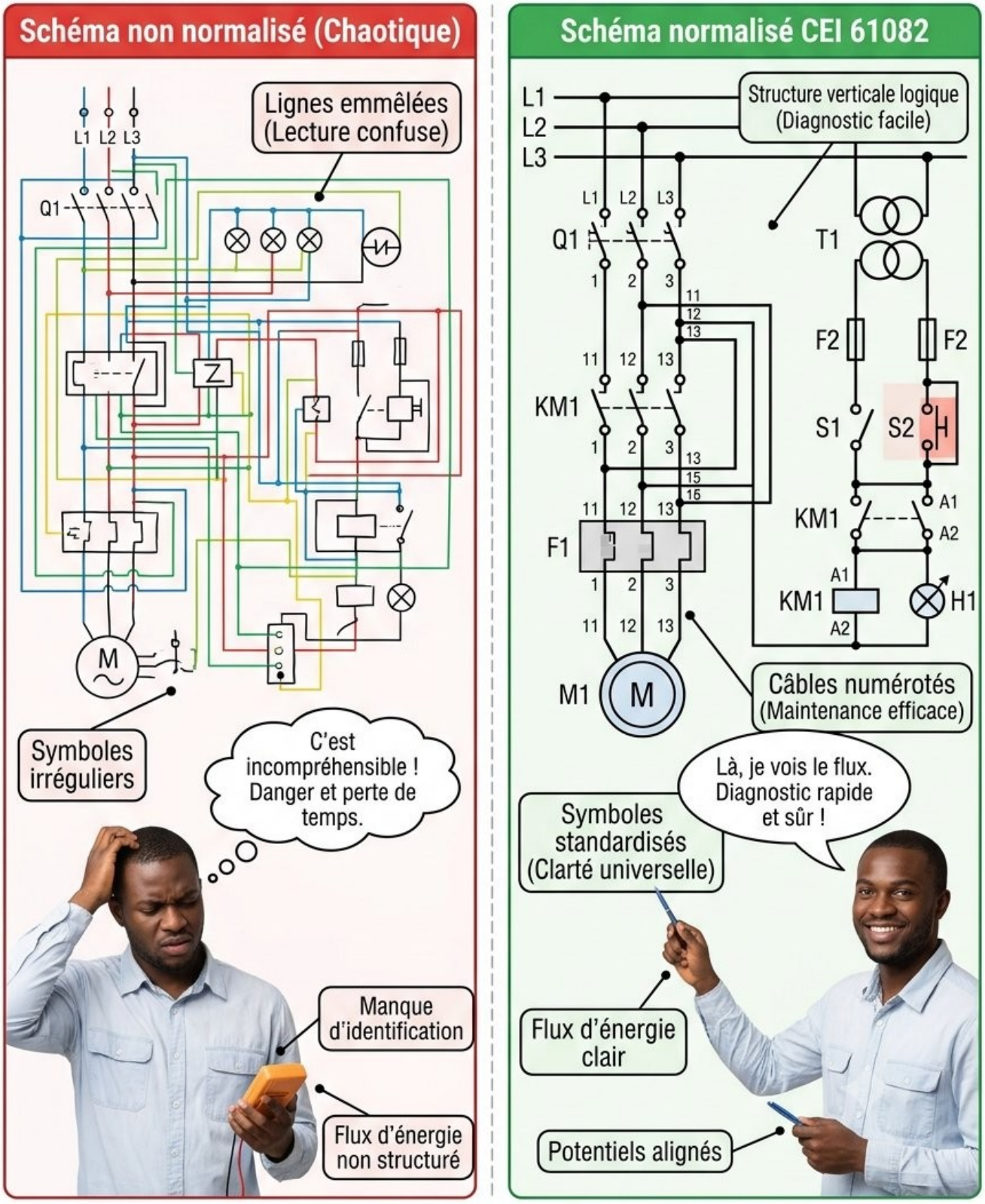
La norme CEI 61082 définit les règles de présentation des documents utilisés en électrotechnique. Elle est la grammaire du schéma électrique. Elle précise comment tracer les lignes, organiser l'information et structurer les pages.

Son objectif principal est la lisibilité. Un schéma qui suit cette norme est clair, sans ambiguïté et facile à lire.

Les principes fondamentaux incluent : - L'orientation des schémas (généralement, l'alimentation en haut, les récepteurs en bas). - La représentation des connexions et des croisements de fils. - Les informations à faire figurer dans le cartouche (titre, auteur, date, indice de révision).

## Figure 1 : Réf. IMG (5961-5133-4845)

Comparaison d'un schéma non normalisé et d'un schéma normalisé CEI 61082



## Figure 1 : Réf. IMG (5961-5133-4845)

## Comparaison d'un schéma non normalisé et d'un schéma normalisé CEI 61082

### a. Le schéma chaotique

Un schéma dessiné sans suivre de norme ressemble à un plat de spaghettis. Les fils se croisent sans indication claire, les symboles sont de tailles variables et l'information essentielle est manquante. La maintenance devient un véritable casse-tête.

### b. La clarté de la norme CEI 61082

Le même circuit, dessiné selon la norme CEI 61082, est immédiatement compréhensible. Les lignes sont droites, les potentiels sont alignés horizontalement, et chaque fil est clairement identifiable. La structure verticale du circuit de commande facilite le diagnostic.

### c. L'efficacité du diagnostic

Devant un schéma normalisé, un technicien peut suivre le flux du courant logiquement, de la protection à la commande, puis au récepteur. Il gagne un temps précieux lors d'une panne, réduisant les temps d'arrêt de production.

### d. La sécurité avant tout

Un schéma clair élimine les risques d'erreurs d'interprétation. Une mauvaise connexion due à un dessin confus peut entraîner des courts-circuits, des destructions de matériel ou des accidents graves pour le personnel.

■ ■ ■

## B. La Norme CEI 81346 : La Carte d'Identité des Composants

La norme CEI 81346 établit un système de repérage structuré, souvent appelé RDS (Reference Designation System). Elle donne une "carte d'identité" unique à chaque composant dans une installation. Ce repérage permet de savoir *où* se trouve un composant et *quelle* est sa fonction.

La structure de base utilise des préfixes pour indiquer la nature de l'objet : - = pour la fonction (Ex: =M1 pour la fonction "moteur 1"). - + pour le lieu d'installation (Ex: +A1 pour l'armoire électrique A1). - - pour le produit lui-même (Ex: -Q1 pour le disjoncteur Q1).

Un repère complet comme +A1=M1-Q1 signifie : le disjoncteur Q1 du moteur M1 situé dans l'armoire A1.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

**Figure 2 : Réf. IMG (7545-9990-7486)** Exemple de repérage structuré selon la norme CEI 81346

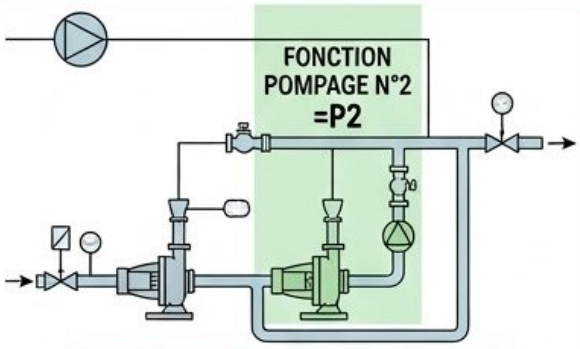



Identification complète → **+Z1=P2-M1** ← Décomposition logique

**b.** **b. Décoder le lieu : le préfixe "+Z1"**

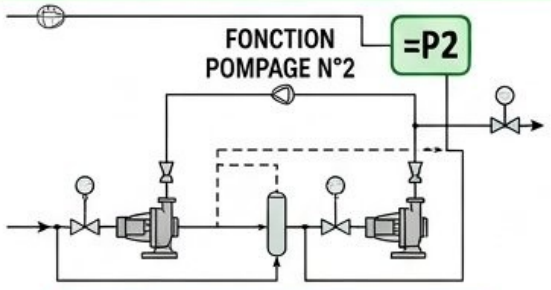



**Z1 = Zone 1**
(Lieu physique précis)




**P2 = Fonction Pompage N°2**
(Système fonctionnel)

**c.** **c. Décoder la fonction : le préfixe "=P2"**




**P2 = Fonction Pompage N°2**
(Système fonctionnel)

**d.** **d. Décoder le produit : le préfixe "-M1"**




**M1 = Moteur N°1**
(Composant physique identifié)

## Figure 2 : Réf. IMG (7545-9990-7486)

## Exemple de repérage structuré selon la norme CEI 81346

### a. La structure du repère

L'image montre un moteur de pompe avec son repère complet : +Z1=P2-M1. L'analyse de ce code est immédiate pour un technicien formé. Il ne s'agit pas d'une suite de caractères aléatoires, mais d'une adresse précise.

### b. Décoder le lieu : le préfixe "+Z1"

Le signe + indique un lieu physique. Z1 pourrait désigner la "Zone 1" d'une usine de traitement d'eau à Lemba Imbu. Le technicien sait donc exactement où se rendre géographiquement pour trouver l'équipement concerné par sa mission de maintenance.

### c. Décoder la fonction : le préfixe "=P2"

Le signe = désigne une fonction. P2 pourrait signifier "Fonction Pompage N°2". Dans une grande installation, il peut y avoir plusieurs fonctions de pompage. Ce repère identifie le système fonctionnel auquel le composant appartient.

### d. Décoder le produit : le préfixe "-M1"

Le signe - identifie le produit, le composant physique. M1 désigne le "Moteur N°1" de cette fonction pompage. Ce repère est celui qui est physiquement inscrit sur le bornier et la plaque signalétique du moteur.

---

## b. L'anecdote de l'électricien de Goma et du technicien de Matadi

Sur un chantier de rénovation d'une usine textile à Kisangani, dans la Tshopo, on a fait appel à deux excellents spécialistes. Papa Kabasele venait de Goma, habitué à ses propres méthodes de repérage "maison", très logiques pour lui. Monsieur Nzinga, lui, arrivait de Matadi, fraîchement certifié et ne jurant que par la norme CEI 81346. Le premier jour, le chef de chantier leur demande de vérifier le circuit du "moteur du grand ventilateur". Papa Kabasele part chercher son "MOT-VENT-G", tandis que M. Nzinga cherche la référence +BAT2=F3-M1 sur le plan. Pendant deux heures, ils ont cherché au mauvais endroit, chacun persuadé d'avoir raison. Le chef de chantier, amusé et un peu

exaspéré, a fini par décréter : "À partir de maintenant, tout le monde parle la langue de la CEI, sinon on va finir par câbler la cafetière sur le transformateur de puissance !"

## Exercice 1 : Le mystère de la pompe de Mbuji-Mayi

**Énoncé :** Un technicien de la REGIDESO à Mbuji-Mayi, dans le Kasaï-Oriental, reçoit un ordre de travail pour intervenir sur un composant portant le repère +PZ1=P2-K1. Le plan indique que +PZ1 est le "local pompes de la zone 1", =P2 est la "fonction de surpression N°2" et -K désigne un contacteur. Que doit-il comprendre ?

**Résolution pas-à-pas :**

1. **Étape 1 : Identifier le lieu** Le préfixe + indique le lieu. Le code +PZ1 signifie que le composant se trouve physiquement dans le "local pompes de la zone 1". Le technicien sait où se diriger.
2. **Étape 2 : Identifier la fonction** Le préfixe = indique la fonction. Le code =P2 signifie que le composant appartient au système qui assure la "fonction de surpression N°2". Cela le distingue d'autres systèmes de pompage.
3. **Étape 3 : Identifier le produit** Le préfixe - indique le produit. Le code -K1 désigne le "contacteur N°1" de cette fonction. Le technicien sait qu'il doit chercher un contacteur, et non un moteur ou un disjoncteur.

## Exercice 2 : Repérage au complexe sucrier de Kwilu-Ngongo

**Énoncé :** Dans la nouvelle ligne de broyage du complexe sucrier de Kwilu-Ngongo, au Kongo Central, vous devez créer le repère complet pour le disjoncteur magnétothermique du moteur principal du convoyeur N°3. - Le lieu est l'armoire électrique AG02. - La fonction est "Convoyage N°3". - Le composant est un disjoncteur moteur, dont le symbole normalisé est Q. C'est le premier de cette fonction.

**Résolution pas-à-pas :**

1. **Étape 1 : Définir le repère de lieu** La norme utilise le préfixe + pour le lieu. L'armoire étant AG02, le repère de lieu est +AG02.
2. **Étape 2 : Définir le repère de fonction** La norme utilise le préfixe = pour la fonction. Pour "Convoyage N°3", on peut utiliser le code =C3.

3. **Étape 3 : Définir le repère de produit** La norme utilise le préfixe - pour le produit. Le composant est un disjoncteur (Q) et c'est le premier (1). Le repère produit est donc -Q1.
4. **Étape 4 : Assembler le repère complet** En assemblant les trois parties, le repère complet et normalisé du disjoncteur est : +AG02=C3-Q1.

---

## 1.2. Le Repérage Fonctionnel des Composants

### a. L'ordre avant l'action

Pendant une visite au grand marché de Matadi, chaque étal est organisé. Les vendeuses de fumbwa ne sont pas mélangées avec les vendeurs de poissons salés. Cette organisation logique permet de trouver rapidement ce que l'on cherche. Une armoire électrique industrielle obéit au même principe absolu de clarté.

Le repérage fonctionnel est la langue universelle de cette organisation. Il donne un "nom de famille" à chaque composant selon son rôle précis dans le circuit. Ce système assure une maintenance rapide et sans erreur, que l'on soit à Lubumbashi ou à Mbandaka. Il répond à la norme internationale IEC 61346.

### A. La grammaire du repérage fonctionnel

Chaque composant reçoit une identité unique. Cette identité est un code alphanumérique qui décrit sa fonction, sa localisation et son numéro. La structure de base est simple et suit une logique stricte.

Le code fonctionnel se décompose généralement ainsi : =[Localisation]+ [Fonction]-[Numéro].

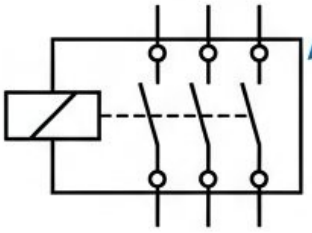
- **Le signe égal (=)** introduit la localisation. Il précise l'armoire, la machine ou la partie de l'installation où se trouve le composant. Par exemple, =A1 peut désigner l'armoire principale.
- **Le signe plus (+)** indique la position physique. Il affine la localisation à l'intérieur d'une armoire, comme un bornier ou une platine. Par exemple, +T1 peut désigner le bornier N°1.
- **Le signe moins (-)** précède l'identification de la fonction. C'est le cœur du repérage. Il est toujours suivi d'une lettre-code et d'un numéro d'ordre.

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

## Figure 3 : Réf. IMG (7764-2436-5458)

Décomposition d'un code de repérage fonctionnel sur un schéma électrique

### a Le symbole et son code



Symbole de contacteur

**-KM1** ← Code de repérage unique (-KM1)

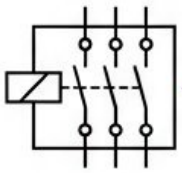
Identifie l'appareil de manière unique.

### b L'analyse du préfixe fonctionnel

Signe d'annonce de fonction → **-** **K** **M** ← Complément courant: "Main" ou "Moteur"

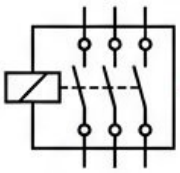
Lettre-code normalisée pour relais/contacteurs (IEC) → **K**

### c L'analyse du numéro d'ordre



Premier contacteur moteur KM dans le schéma (numéro d'ordre 1)

-KM1



Deuxième contacteur moteur KM (numéro d'ordre 2)

-KM2

### d La synthèse du repérage

Contrôleur de fonction (K) — type moteur (M)

**-KM1**

Contrôleur de fonction (K) — numéro 1



## Figure 3 : Réf. IMG (7764-2436-5458)

## Décomposition d'un code de repérage fonctionnel sur un schéma électrique

### a. Le symbole et son code

Un symbole de contacteur sur un schéma est accompagné de son repère, par exemple -KM1. Ce code est son nom officiel dans l'installation. Il est unique et non ambigu. Sans ce code, le symbole est anonyme et inutile pour la maintenance.

### b. L'analyse du préfixe fonctionnel

Le préfixe -KM identifie la fonction. Le signe - annonce la fonction. La lettre K est la lettre-code normalisée pour les relais et les contacteurs. La lettre M est un complément courant qui précise "Main" ou "Moteur", indiquant un contacteur de puissance pour un moteur.

### c. L'analyse du numéro d'ordre

Le chiffre 1 est le numéro d'ordre. Il signifie qu'il s'agit du premier contacteur moteur (KM) dans le schéma ou dans la partie concernée du schéma. S'il y avait un deuxième contacteur moteur, il serait repéré -KM2.

### d. La synthèse du repérage

Ainsi, -KM1 se lit : "Contrôleur de fonction (contacteur), de type moteur, numéro 1". Cette lecture est immédiate pour tout électricien formé, facilitant le diagnostic et l'intervention. Il n'y a aucune place pour l'interprétation.

■ ■ ■

## B. Les préfixes de fonction essentiels (Lettre-code)

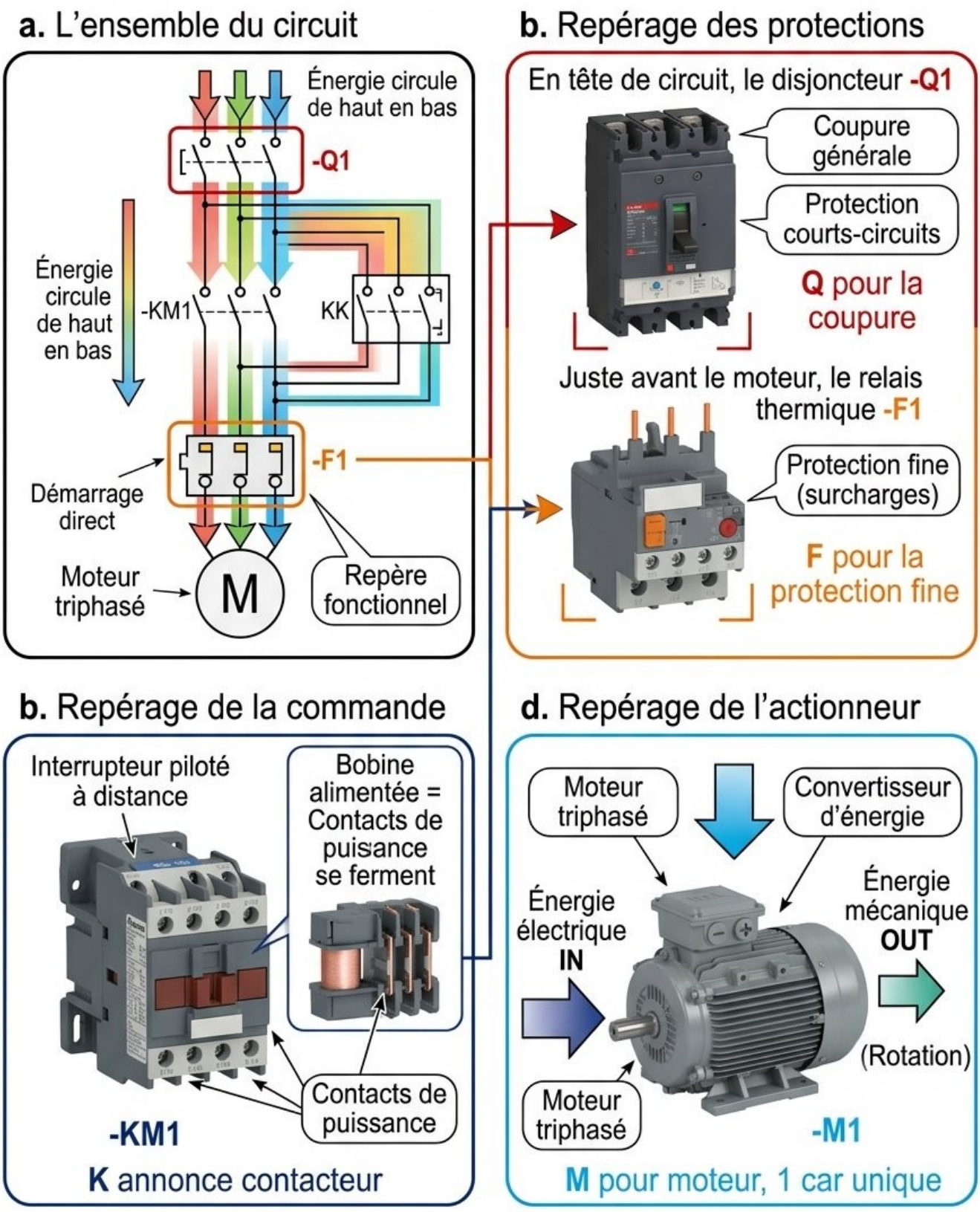
La première lettre après le signe - est capitale. Elle définit la nature même du composant. Connaître les lettres-codes principales est une compétence fondamentale.

Voici une liste non exhaustive des lettres les plus courantes :

- -F : Appareil de **protection** (fusible, relais thermique, disjoncteur magnétothermique).
- -Q : Appareil de **coupure** de puissance (disjoncteur, sectionneur).
- -K : **Relais** et **contacteur**.

- -S : Appareil de **commande** manuel (bouton-poussoir, commutateur).
- -M : **Moteur**.
- -P : Appareil de **mesure** (voltmètre, ampèremètre).
- -H : Appareil de **signalisation** (voyant lumineux, sirène).
- -T : **Transformateur**.

**Figure 4 : Réf. IMG (6450-4557-0041)** Circuit de démarrage moteur avec repérage fonctionnel des différents composants



## Figure 4 : Réf. IMG (6450-4557-0041)

## Circuit de démarrage moteur avec repérage fonctionnel des différents composants

### a. L'ensemble du circuit

Ce schéma représente un circuit de démarrage direct pour un moteur triphasé. Chaque composant possède un repère fonctionnel qui clarifie son rôle. L'énergie circule de haut en bas, depuis la protection jusqu'à l'actionneur.

### b. Repérage des protections

En tête de circuit, le disjoncteur -Q1 assure la coupure générale et la protection contre les courts-circuits. Juste avant le moteur, le relais thermique -F1 le protège contre les surcharges. Q pour la coupure, F pour la protection fine.

### c. Repérage de la commande

Le contacteur -KM1 est l'organe de commande. Il agit comme un interrupteur piloté à distance. Quand sa bobine est alimentée, ses contacts de puissance se ferment pour laisser passer le courant vers le moteur. K annonce sa nature de contacteur.

### d. Repérage de l'actionneur

Enfin, le moteur triphasé -M1 est l'actionneur. C'est lui qui convertit l'énergie électrique en énergie mécanique. Son repère -M1 est simple : M pour moteur, 1 car c'est le premier (et unique) moteur de ce circuit.

## Scénarios et Exercices

Papa Tshibangu est technicien de maintenance dans une grande minoterie du Kasaï, à Kananga. Un matin, le convoyeur qui achemine les sacs de farine de maïs s'arrête brutalement. La production est bloquée. La pression monte. Au lieu de paniquer, il ouvre l'armoire électrique principale, son plan en main. Le schéma indique que le moteur du convoyeur est -M3. Il suit la ligne d'alimentation de ce moteur et repère immédiatement le contacteur -KM3 et sa protection thermique -F3. Un simple test lui montre que la bobine du contacteur -KM3 est coupée. Le repérage fonctionnel lui a permis d'isoler la panne en moins de 5 minutes, au lieu de tester des dizaines de composants au