



ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

**Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION**

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE N°: 14 REPARATION DES
INSTALLATIONS
ELECTRIQUES**

SECTEUR : ELECTROTECHNIQUE

**SPECIALITE : ELECTRICITE
DE BÂTIMENT**

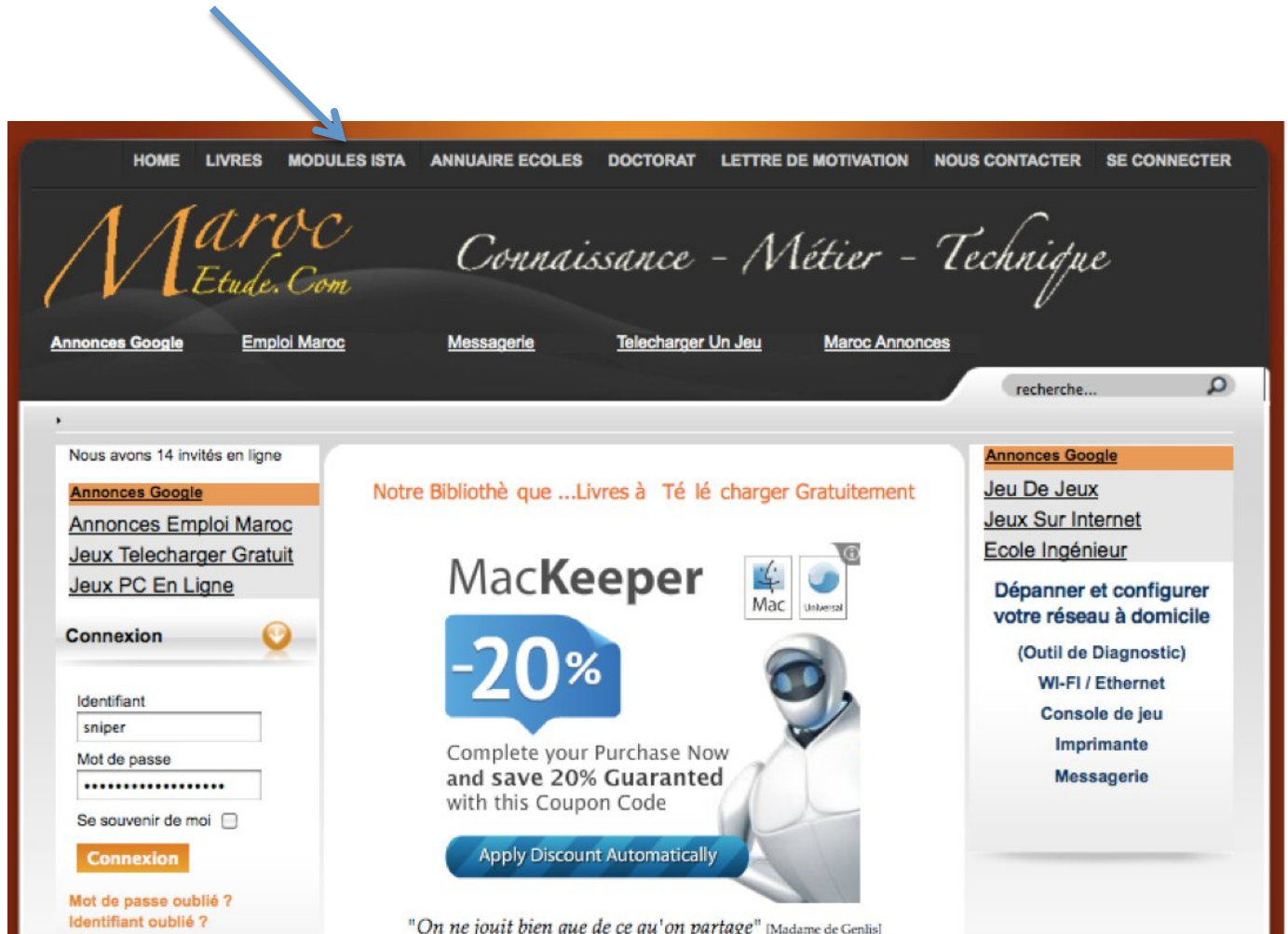
NIVEAU : SPECIALISATION

PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : www.marocetude.com

Pour cela visiter notre site www.marocetude.com et choisissez la rubrique :

[MODULES ISTA](#)



The screenshot shows the website's interface. At the top, a navigation bar contains the following links: HOME, LIVRES, **MODULES ISTA**, ANNUAIRE ECOLES, DOCTORAT, LETTRE DE MOTIVATION, NOUS CONTACTER, and SE CONNECTER. Below the navigation bar is the site's logo, "Maroc Etude.Com", and the tagline "Connaissance - Métier - Technique". A secondary navigation bar includes links for "Annonces Google", "Emploi Maroc", "Messagerie", "Telecharger Un Jeu", and "Maroc Annonces". A search bar is located on the right side of the page.

The main content area features a central advertisement for MacKeeper. The ad includes the text "Notre Bibliothèque que ...Livres à Télé charger Gratuitement", the MacKeeper logo, a "-20%" discount badge, and the text "Complete your Purchase Now and save 20% Guaranteed with this Coupon Code". A button labeled "Apply Discount Automatically" is also present. Below the ad, a quote reads: "On ne jouit bien que de ce qu'on partage" [Madame de Genlis].

On the left side of the page, there is a section for "Connexion" with a login form. The form includes fields for "Identifiant" (containing "sniper") and "Mot de passe", a "Se souvenir de moi" checkbox, and a "Connexion" button. Below the form are links for "Mot de passe oublié ?" and "Identifiant oublié ?".

On the right side, there is a sidebar with a search bar and a list of links under the heading "Annonces Google": "Jeu De Jeux", "Jeux Sur Internet", "Ecole Ingénieur", "Dépanner et configurer votre réseau à domicile", "(Outil de Diagnostic)", "Wi-Fi / Ethernet", "Console de jeu", "Imprimante", and "Messagerie".

Document élaboré par :

<i>Nom et prénom</i>	<i>EFP</i>	<i>DR</i>
<i>KISSIOVA-TABAKOVA Raynitchka</i>	<i>CDC Génie Electrique</i>	<i>DRIF</i>

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

SOMMAIRE

Présentation du Module.....	7
RESUME THEORIQUE.....	8
1. REGLEMENTS, NORMES ET LABELS.....	9
1.1. Règlements.....	9
1.2. Normes et labels.....	10
1.3. Contrôle.....	12
2. COMPOSANTS DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES.....	13
2.1. Sources d'alimentation.....	13
2.1.1. Réseau de distribution.....	13
2.1.2. Sources autonomes.....	15
2.2. Charges.....	20
2.2.1. Moteurs.....	20
2.2.2. Eléments chauffants.....	24
2.2.3. Lampes d'éclairage.....	24
2.2.4. Transformateurs.....	27
2.3. Appareillage d'ouverture et de fermeture.....	27
2.3.1. Interrupteur.....	27
2.3.2. Contacteur.....	27
2.3.3. Prises de courant.....	28
2.4. Moyens de protection.....	28
2.4.1. Coupe-circuit.....	29
2.4.2. Disjoncteur.....	29
2.4.3. Relais de protection.....	30
2.5. Appareillage de réglage.....	31
2.5.1. Variateur.....	31
2.6. Instruments et appareillage de contrôle et de mesure.....	32
2.7. Conducteurs et leurs interconnexions.....	34
2.7.1. Conducteurs.....	34
2.7.2. Conduits.....	34
3. UTILISATION DES PLANS ET DES MANUELS TECHNIQUES.....	34
3.1. Plan d'une installation électrique.....	34
3.2. Lecture des plans d'une installation électrique.....	34
3.3. Notes techniques.....	37
3.3.1. Emplacement des canalisations et des appareillages électriques.....	37
3.3.2. Salle d'eau.....	37
4. IDENTIFICATION DES DIFFERENTES ETAPES DE VERIFICATION ET D'ENTRETIEN DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES.....	40
4.1. Principe de la maintenance.....	40
4.2. Détection des problèmes.....	41
4.2.1. Indice d'une coupure.....	41
4.2.2. Constatation d'un court-circuit.....	42
4.2.3. Détection d'une mise à la terre.....	42
4.2.4. Détection d'un mélange.....	43
4.3. Localisation des défauts.....	44
4.3.1. Localisation des défauts des câbles.....	44
4.3.2. Localisation d'une mise à la terre.....	45

4.3.3. Localisation d'une coupure	46
4.4. Repérage électrique	47
4.4.1. Repérage des conducteurs d'une installation courte	49
4.4.2. Repérage des conducteurs d'une installation très longue	50
5. PROCEDURE DE DEPANNAGE DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES	52
5.1. Méthode de diagnostic	52
5.2. Exemples de diagnostic	54
<i>GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES</i>	56
TP1 – Prendre connaissance des Directives, des Plans et des Manuels	57
Techniques	57
TP 2 – Analyser l'état réel de l'équipement	61
TP3 – Montage d'une installation électrique	63
TP4 – Décrire la procédure de dépannage d'une installation électrique.....	65
<i>EVALUATION DE FIN DE MODULE</i>	68
<i>Liste des références bibliographiques</i>	70

MODULE : 14

**REPARATION
DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES**

Durée : 45 h

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

COMPORTEMENT ATTENDU

*Pour démontrer sa compétence le stagiaire doit **réparer des installations électriques**, selon les conditions les critères et les précisions qui suivent.*

CONDITIONS D'EVALUATION

- Individuellement
- A partir de
 - directives
 - installation comportant de l'équipement électrique
 - situations simulées..

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- Choix et utilisation corrects de l'outillage et des appareils de vérification
- Respect des limites d'utilisation
- Respect des règles de sécurité .

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

**PRECISIONS SUR LE
COMPORTEMENT ATTENDU**

**CRITERES PARTICULIERS DE
PERFORMANCE**

A) Prendre connaissance des plans

- ✓ *Interprétation exacte des symboles et des conventions du plan.*

B) Analyser l'état réel de l'équipement.

- ✓ *Vérification minutieuse et complète de l'équipement.*
- ✓ *Justesse de la comparaison de l'état réel à l'état de référence de l'équipement.*

C) Poser un diagnostic.

- ✓ *Justesse du diagnostic.*
- ✓ *Indication valable du phénomène destructeur.*
- ✓ *Choix judicieux des correctifs à apporter.*

D) Remplacer les composants défectueux.

- ✓ *Choix approprié du composant de remplacement.*
- ✓ *Démontage et montage précis.*
- ✓ *Mise en place correcte et solidité des composants de remplacement.*

E) Vérifier le fonctionnement de l'équipement.

- ✓ *Prise en considération des spécifications de fonctionnement.*
- ✓ *Mise en marche appropriée et sécuritaire de l'équipement.*
- ✓ *Fonctionnement approprié :*
 - *des dispositifs de commande;*
 - *des dispositifs de protection.*

F) Ranger et nettoyer.

- ✓ *Rangement approprié et propreté des lieux.*

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

LE STAGIAIRE DOIT MAITRISER LES SAVOIRS, SAVOIR FAIRE, SAVOIR PERCEVOIR OU SAVOIR ETRE JUGE PREALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

Avant d'apprendre à prendre connaissance des plans et des manuels techniques le stagiaire doit (A) :

1. Reconnaître les composants des installations électriques.
2. Utiliser des plans et des manuels techniques.

Avant d'apprendre à analyser l'état réel de l'équipement le stagiaire doit (B) :

3. Identifier les différentes étapes de vérification et d'entretien des installations électriques.
4. Identifier les principaux instruments utilisés pour la vérification des installations électriques.

Avant d'apprendre à poser un diagnostic le stagiaire doit (C) :

5. Distinguer les sources de problèmes des installations électriques.
6. Décrire la procédure de réparation des installations électriques.

Avant d'apprendre à remplacer les composants défectueux le stagiaire doit (D) :

7. Sélectionner les composants de remplacement.
8. Utiliser les outils de l'électricien.
9. Reconnaître les règles de sécurité relatives à la réparation des installations électriques.

Avant d'apprendre à vérifier le fonctionnement de l'équipement le stagiaire doit (E) :

10. Décrire la procédure de vérification des installations et de l'équipement électrique.

Avant d'apprendre à ranger et nettoyer le stagiaire doit (F) :

11. Expliquer l'importance de la propreté et du soin à porter aux aires de travail, aux outils et à l'équipement.

Présentation du Module

« **Réparation des installations électriques** » est le module qui donne aux stagiaires de la spécialité « Électricien de bâtiment » les connaissances relatives aux différents types de défauts des installations et de l'équipement électrique ainsi qu'au remplacement de composants défectueux. Il vise à rendre le stagiaire apte à réparer les défauts des installations et de l'équipement électrique.

L'objectif de ce module est non seulement d'informer le stagiaire sur la matière mais aussi de lui proposer la suite adéquate des consignes à suivre afin d'obtenir des habilités durables au travail pour arriver à des manipulations sécurisées dans le domaine.

***Module 14 : REPARATION DES
INSTALLATIONS ELECTRIQUES***

RESUME THEORIQUE

1. REGLEMENTS, NORMES ET LABELS

A une époque où l'information est diffusée en masse dans les secteurs les plus variés, le consommateur devient plus exigeant. Mieux informés, ceux qui s'intéressent de près ou de loin à la construction ne sont plus les néophytes et considèrent l'acte de bâtir comme une affaire sérieuse, bien loin de bricolage. La connaissance artisanale fait place à une connaissance normalisée et réglementée.

1.1. Règlements

Les installations électriques doivent respecter les règlements administratifs en vigueur pour le pays concerné. A défaut de tels il est obligatoire d'adopter ceux des pays qui sont les plus proches dans les exigences.

Pour le **Royaume du Maroc** les exigences applicables sont données en général par les Règles Techniques concernant l'exécution et l'entretien des installations électriques de Ière catégorie (Annexe à l'arrêté N° 350-67 du 15 juillet 1967 du Ministère des Travaux Publics et des Communications).

Pour la France les installations électriques doivent respecter les règlements administratifs parmi lesquels :

- *Décret du 14 novembre 1988* relatif à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques ;
- *Arrêté interministériel du 22 octobre 1969* (J.O. du 30 novembre 1969) relatif à la conformité aux normes des installations électriques des bâtiments d'habitation ;
- *Décret du 14 décembre 1972* relatif au contrôle et à l'attestation de conformité des installations électriques intérieures aux règlements et normes de sécurité en vigueur (J.O. du 20 novembre 1972) ;

- *Décret du 12 juin 1973 et arrêté du 22 juin 1973* relatifs à l'équipement en télécommunication des immeubles de logements collectifs (J.O. du 15 juin 1973) ;
- *Décret du 31 octobre 1973 et arrêté du 23 mars 1965* relatifs au règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public, notamment ceux de 5e catégorie ;
- *Décret du 15 novembre 1967 et arrêté du 18 octobre 1977* concernant la construction des immeubles de grande hauteur et la protection contre les risques d'incendie et de panique.

1.2. Normes et labels

Les règlements font référence aux normes en vigueur. A défaut de normes marocaines, on utilise les règles et normes publiées par l'Union Technique de l'Electricité (UTE) en France.

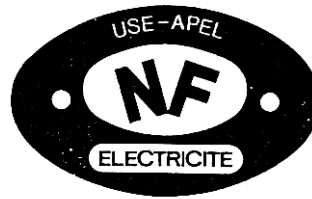
Les installations électriques devront être conformes aux homologues marocains des normes NF C 15 -100 et NF C 90 –120. La norme NF C 15 –100 parue en mars 1990, homologuée le 13 mai 1991, est obligatoire depuis cette date pour les logements neufs. Elle définit :

- les règles d'emploi des matériels,
- les règles de mise en œuvre des canalisations,
- les règles d'application des moyens de protection contre les chocs électriques,
- les prescriptions de contrôle et d'entretien.

Lorsqu'un matériel utilisé dans une installation électrique fait l'objet d'une ou plusieurs normes, il doit être conforme aux normes en vigueur. La conformité aux normes est attestée par un certificat de conformité fourni par le constructeur (ou le fabricant) ou par l'attribution d'une « marque de conformité » (le macaron « NM » figurant sur les matériels de fabrication marocaine, « NF » pour les matériels de fabrication française et le dernier temps « CE » pour tous les matériels produits dans les pays de la Communauté Européenne).



Label marocain



Label français



Label européen

Fig.1-1

Les organismes de normalisation à noter sont :

- **Au Maroc :**

- a) Conseil Supérieur Interministériel de la Qualité et de la Productivité- sous la tutelle du Premier Ministre ou son représentant : il étudie toute question relative à la normalisation
- b) SNIMA (Service de Normalisation Industrielle Marocaine) auprès du Ministère chargé de l'Industrie : il s'occupe à coordonner les activités des Comités Techniques de normalisation
- c) Comités Techniques de Normalisation regroupant les représentants de l'administration, des fabricants, des utilisateurs, des laboratoires, des instituts de recherches, dirigés par un Département ministériel concerné par la normalisation pour le secteur industriel: ils réalisent toute étude technique concernant la normalisation et élaborent les projets de normes .

- **En France :**

- a) AFNOR : Association Française de Normalisation, créée en 1926, elle centralise et coordonne tous les travaux d'études concernant la normalisation. C'est une association privée, déclarée d'utilité publique.
- b) UTE : Union Technique d'Electricité ; c'est l'organisme qui est chargé par l'AFNOR de l'élaboration des normes relatives à l'électrotechnique.

- **En Europe**

a) CENELEC : Comité Européen de Normalisation en Electrotechnique ; il a pour rôle d'harmoniser les normes des pays européens (France, Allemagne, Angleterre, etc.)

- **Dans le monde**

a) ISO : Organisation Internationale de Normalisation (International Standard Organisation)

b) CEI (Commission Electrotechnique Internationale) ou IEC (International Electrotechnical Commission) ; cet organisme dépend de ISO dont l'AFNOR est le membre.

1.3. Contrôle

Afin d'assurer la sécurité des personnes et des biens contre les dangers d'origine électrique résultant d'installations défectueuses, les pouvoirs publics certifient les organismes, chargés du contrôle et de l'attestation de la conformité des installations électriques intérieures aux règlements et aux normes de sécurité en vigueur.

La vérification est nécessaire pour s'assurer :

- que l'isolement est bon, les protections efficaces ;
- que les règles et les prescriptions sont respectées ;
- que les travaux sont correctement exécutés.

ONE ne mettra l'installation électrique sous tension qu'à condition d'être en possession du certificat de conformité délivré par un organisme certifié.

Ensuite il faut exécuter une vérification périodique sous la responsabilité de l'utilisateur pour contrôler :

- la valeur des isollements ;
- l'état des matériels et des connexions ;
- la continuité de l'efficacité des protections et du respect de la réglementation.

Les vérifications doivent être effectuées après chaque extension ou modification puis tous les 1, 3 ou 10 ans suivant la rigueur des influences externes.

Les installations exécutées par un non professionnel ou un nouvel installateur sont vérifiées systématiquement.

2. COMPOSANTS DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES

2.1. Sources d'alimentation

Une installation électrique est constituée par un ensemble de circuits de toutes tensions et natures de courant et par un ensemble de matériels électriques associés en vue de l'utilisation de l'énergie électrique.

On peut déterminer deux types principaux de sources d'alimentation :

- réseau de distribution ;
- sources autonomes.

2.1.1. Réseau de distribution

L'alimentation en énergie électrique (fig.2-1) se fait le dernier temps surtout en courant alternatif. Les trois grands étapes sont essentiellement : la production, le transport et la distribution.

La **production** comprend l'ensemble des usines électriques produisant le courant électrique. Les générateurs sont des alternateurs triphasés qui donnent la puissance la plus élevée relativement à leur masse et à leurs dimensions. La puissance actuelle est égale à 900 et 1300 MVA (mégavoltampère).

Le courant alternatif sinusoïdal de fréquence 50 Hz se prête aisément à la transformation des tensions : élévation au départ de la ligne et abaissement à l'arrivée. La fréquence de 50 Hz est retenue pour la plupart des pays en Europe et en Afrique alors que les Etats-Unis d'Amérique ont adopté la fréquence de 60 Hz. On peut, en première analyse, dire qu'il s'agit d'un compromis entre la puissance

massique des machines électriques et les pertes dans les lignes électriques. La puissance est supérieure en 60 Hz, les pertes, par contre, sont inférieures en 50 Hz.

Le **transport** est effectué par artères ou grandes lignes acheminant l'énergie électrique en haute tension. Ces artères sont interconnectées entre elles au niveau national et souvent international. Ces lignes « très haute tension » de 225 kV, 380 kV pouvant atteindre 750 kV sont des lignes aériennes sur pylônes en câbles d'aluminium avec une âme d'acier. Les échanges par câbles sous-marins entre la France et la Grande-Bretagne sont assurés en courant continu.

Grâce à de puissants convertisseurs statiques à semi-conducteurs le courant triphasé est transformé en courant continu 400 kV au départ, puis il est reconverti en courant triphasé à son arrivée. Les pertes dues à ce transport sont plus faibles en courant continu : seule la résistance ohmique provoque des pertes par effet Joule. Par contre, en courant alternatif, l'impédance (somme géométrique de la résistance, de l'inductance et de la capacité) provoque des pertes plus importantes.

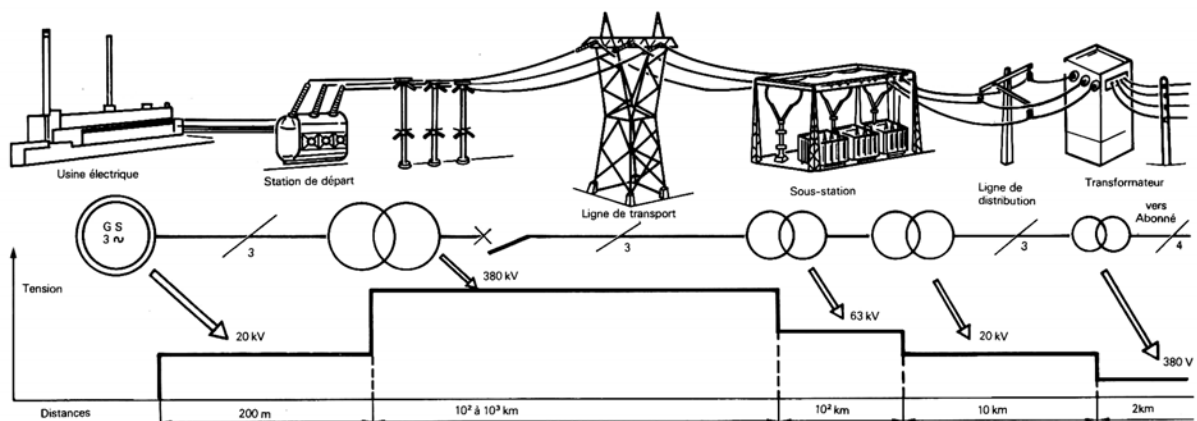
La **distribution** commence à partir des sous-stations et des postes de transformation avec l'aide des lignes basse tension jusqu'aux abonnés. L'ONE a le monopole de la production, mais non à la distribution qui est accordée aux différentes sociétés (par exemple, LYDEC).

Le poste de transformation constitue le dernier maillon de la chaîne de distribution et concerne tous les usagers du courant électrique. Il assure la distribution du courant électrique en basse tension aux collectivités, quartiers d'immeubles, villages ruraux ou industries et entreprises. Son fonctionnement statique n'exige que très peu d'intervention et il est même parfois ignoré de ses utilisateurs.

Il doit cependant répondre à des exigences précises :

- livrer à un abonné un courant électrique adapté à ses besoins en tension et en intensité avec le maximum de fiabilité;

- protéger les installations, le réseau basse tension et le transformateur lui-même en cas de décharges atmosphériques, de défauts dans les lignes ou dans les récepteurs;
- protéger le personnel à tous les niveaux (de l'arrivée jusqu'aux récepteurs);
- permettre l'accès du technicien responsable et la manœuvre des différents équipements d'interruption, de protection, de contrôle, de surveillance et d'entretien.



Réseau de production, de transport et de distribution de l'énergie électrique

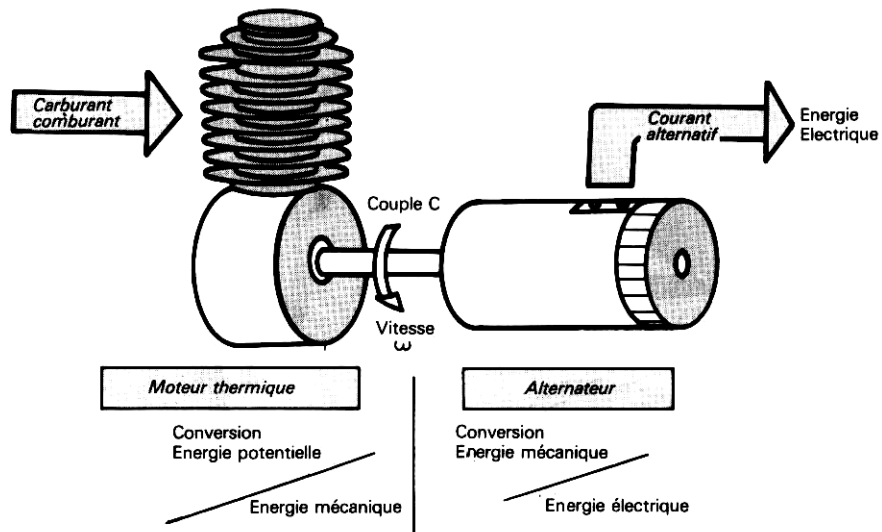
Fig.2-1

2.1.2. Sources autonomes

a) Groupe électrogène

Les groupes autonomes de production de courant électrique ou groupes électrogènes sont construits par association d'un moteur thermique (moteur à essence ou moteur diesel à gazole) et d'un générateur de courant électrique continu ou alternatif (fig.2-2).

Les groupes électrogènes de courant alternatif monophasé ou triphasé ont des puissances variant de 1 kW à plusieurs milliers de kW. Comme dans le cas des transformateurs, leur puissance s'exprime plus précisément en kVA : la puissance apparente prend en compte le réseau récepteur.

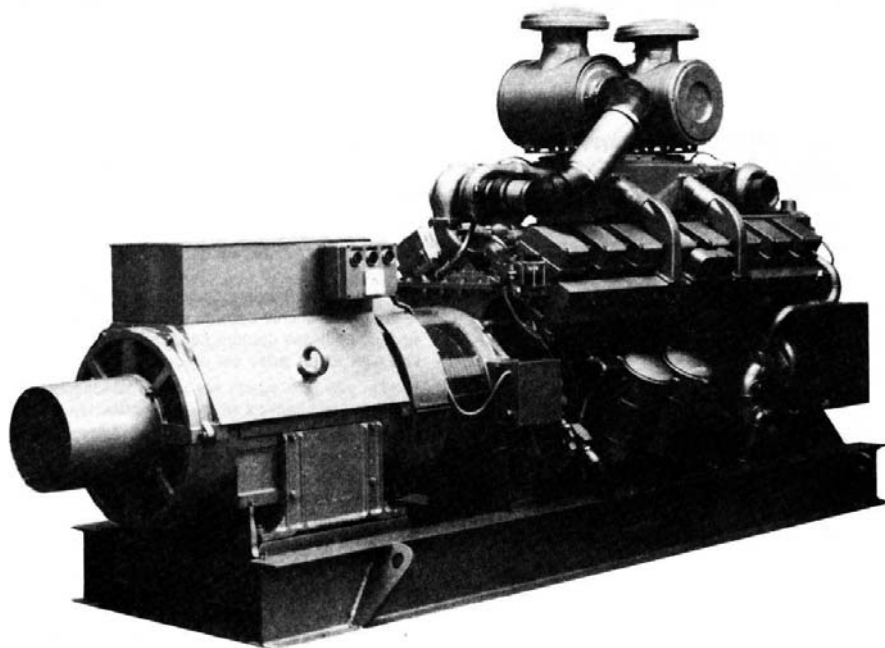


Conversion des énergies

Fig.2-2

Les groupes électrogènes peuvent être fixes ou mobiles :

- Groupes électrogènes fixes



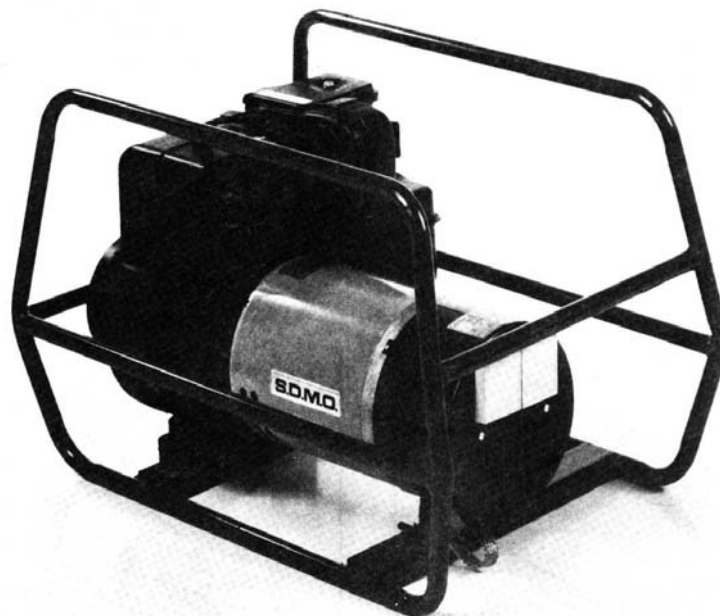
Groupe électrogène fixe

Fig.2-3.

Ces groupes électrogènes sont employés dans les centrales électriques autonomes (non reliées à un réseau) de plusieurs milliers de kVA et dans les stations de secours (hôpitaux, collectivités) de plusieurs centaines de kVA. (fig.2-3).

- Groupes électrogènes mobiles

Ces groupes électrogènes sont employés dans les locomotives et loco-tracteurs dits diesel-électriques de plusieurs milliers de kW (dans ce cas le ou les générateurs débitent le plus souvent du courant continu), dans les chantiers industriels ou les usages artisanaux (quelques dizaines de kVA) et pour un usage individuel (quelques kVA) (fig.2-4).



Groupe électrogène mobile

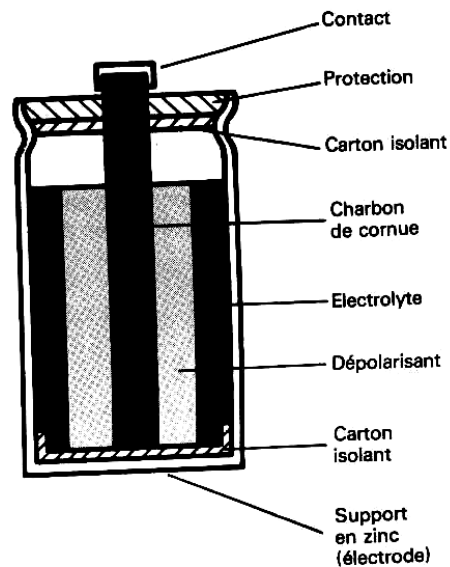
Fig.2-4

Les générateurs de courant alternatif délivrent des tensions normalisées 220 V ou 380 V à la fréquence 50 Hz. Les groupes électrogènes débitent un courant monophasé ou triphasé.

Pour quelques applications, en particulier la recharge des batteries d'accumulateurs, il existe des groupes à courant continu 12 ou 24 V.

b) Piles

Une pile classique est constituée par deux électrodes, l'une en charbon de cornue aggloméré en masse poreuse, l'autre en zinc amalgamé au mercure et un électrolyte aqueux (fig.2-5). Ce type de pile est dit sèche car une substance immobilise l'électrolyte.



Pile classique

Fig.2-5

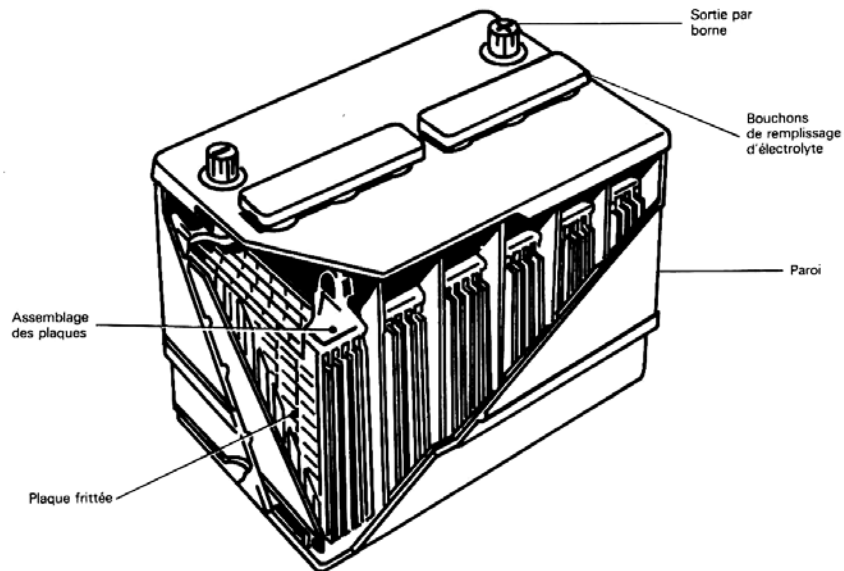
L'électrolyte utilisé est une solution de sel d'ammonium (d'où le nom de pile saline). Le remplacement de la solution saline par une solution alcaline a permis d'accroître la capacité, d'adopter de nouveau couple d'électrodes et d'augmenter la tension (couples oxyde de cuivre – zinc, argent – zinc, oxyde mercurique – zinc), d'augmenter le rendement de décharge et de réduire l'encombrement.

Des études ont été réalisées sur le fonctionnement à température variable. A l'approche du point de congélation d'un électrolyte (-30°C), un élément de pile normal ne débite presque plus.

De nouveaux générateurs d'énergie à anode de lithium sont apparus avec des f.é.m. par élément de 1,5 à 3 V. Le lithium offre la plus forte densité d'énergie théorique qui soit et le plus haut potentiel de tous les éléments.

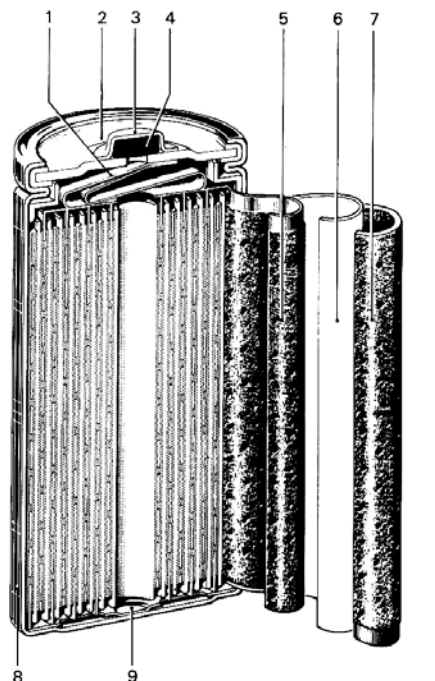
c) Accumulateurs

Les accumulateurs au plomb sont les plus répandus : ils sont lourds, assez fragiles et contiennent un liquide corrosif (fig.2-6).



Accumulateur au plomb

Fig.2-6



Accumulateur alcalin

1 – Connexions positives; 2 – Couvercle; 3 – Bossage central (pôle positif); 4 – Dispositif de sécurité;
5 – Plaque positive; 6 – Séparateur; 7 – Plaque négative; 8 – Bac en acier nickelé; 9 – Connexions négatives

Fig.2-7

On réalise des accumulateurs alcalins dont les électrodes sont des plaques de fer et de nickel plongeant dans une solution de soude. Il existe d'autres accumulateurs alcalins à électrodes : nickel – zinc, nickel – cadmium, zinc – bronze (fig.2-7).

2.2. Charges

2.2.1. Moteurs

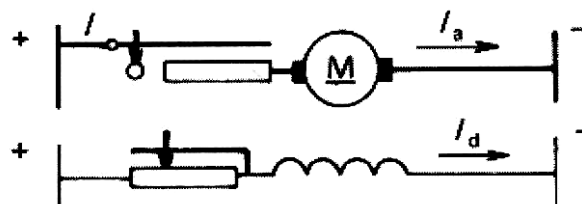
a) Moteurs à courant continu

Principe. Les conducteurs actifs qui constituent le rotor ou l'induit du moteur à courant continu sont soumis, lorsqu'un courant continu les parcourt, à un ensemble de forces électromagnétiques dont la loi de Laplace exprime la valeur. L'ensemble des forces qui s'exercent sur chaque conducteur actif crée un couple moteur qui assure la rotation de l'induit).

Différents types de moteurs. Les moteurs sont classés en fonction de la nature de leur excitation :

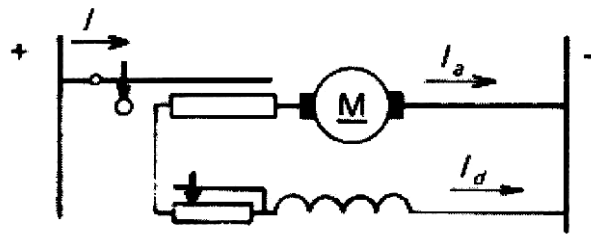
- moteur à excitation séparée (excitation indépendante du courant d'induit) (fig.2-8a)
- moteur à excitation en dérivation (shunt) (fig.2-8b)
- moteur à excitation série (excitation assurée totalement par le courant d'induit) (fig.2-8c)
- moteur à excitation composée (excitation dépendant en partie du courant d'induit) (fig.2-8d).

Les moteurs à excitation indépendante



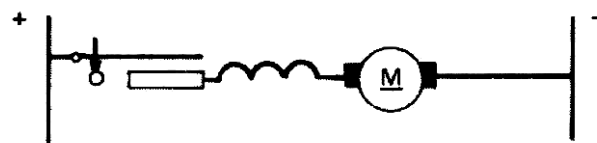
a)

Les moteurs à excitation en dérivation
(shunt)



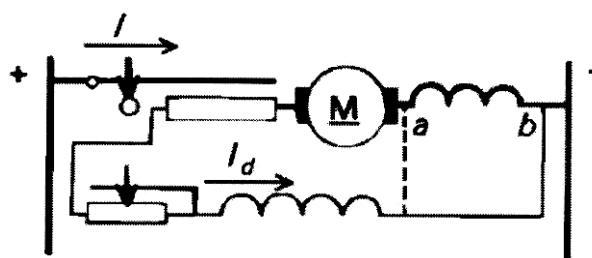
b)

Les moteurs à excitation série.



c)

Les moteurs à excitation composée



d)

Fig. 2-8

Démarrage. A l'instant du décollage, mise sous tension du moteur, l'expression :

$$E' = U - R_a I_a$$

Dans laquelle $E' = 0$ (moteur à l'arrêt) montre que le courant prend une valeur très grande dépendant uniquement des grandeurs U et R_a .

$$I_d \approx I_a = U / R_a$$

avec : I_d – le courant de démarrage (en toute rigueur I_d est égal à la somme des courants induit et inducteur); U – la tension continue d'alimentation; R_a – la résistance d'induit (de l'ordre de quelques 1/10 d'ohms).

La limitation du courant de démarrage est obtenue :

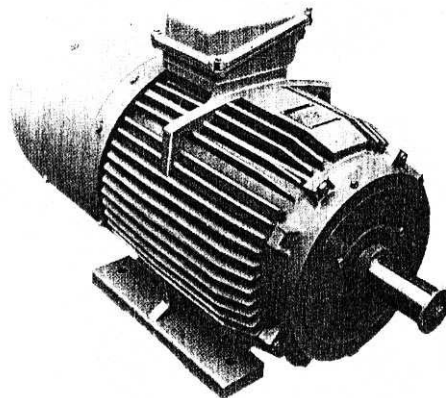
- soit par une diminution de la tension d'alimentation;
- soit par une augmentation de la résistance de circuit de l'induit.

Inversion du sens de rotation. Le sens du couple électromagnétique dépend du signe du courant induit et du signe du champ inducteur. Deux solutions sont possibles, inverser le branchement induit ou inverser les inducteurs.

Les risques consécutifs à la surtension créée par les enroulements inducteurs au moment de leur coupure font que seule la première solution est retenue pour assurer l'inversion de marche.

b) Moteurs asynchrones triphasés

Principe. Le moteur asynchrone ou moteur à induction est un transformateur à champ tournant : le stator en est le primaire, il est alimenté par le réseau d'énergie; le rotor en court-circuit et libre de tourner constitue le secondaire (fig.2-9).



Vue générale d'un moteur asynchrone triphasé

Fig.2-9

La plaque signalétique précise le régime nominal du moteur. Elle indique :

- la valeur nominale U_n des tensions statoriques (prises entre deux bornes de phase) : on lit souvent deux tensions (par exemple, 220 / 380 V), dans ce cas, la première des deux tensions est toujours la valeur nominale des tensions appliquées sur chacune des phases statoriques;
- la valeur nominale I_n des courants dans les fils de phase ainsi que le facteur de puissance $\cos \varphi$.
- la valeur nominale de la fréquence de rotation (par exemple, $n = 1425$ tr/min) et de la puissance utile (c'est-à-dire de la puissance mécanique; par exemple $P_u = 5$ kW).

Fonctionnement. Les courants triphasés alimentant le stator donnent naissance à un champ tournant qui induit des courants dans les conducteurs du rotor. L'action du champ sur les courants rotoriques génère des forces électromagnétiques qui font tourner le rotor (voir Module 13 « Installation et branchement des commandes semi-automatiques des moteurs asynchrones »)..

Démarrage. Mise à part le démarrage direct, les différents procédés de démarrage ont pour objectif fondamental de limiter l'intensité absorbée tout en maintenant les performances mécaniques de l'ensemble « moteur – machine entraînée » conformes au cahier des charges.

Dans le cas du moteur asynchrone cette limitation de courant est obtenue par :

- une réduction de la tension d'alimentation, le courant est proportionnel à la tension (démarrage par couplage étoile-triangle, élimination de résistances statoriques, auto-transformateur);
- une augmentation de la résistance rotorique (démarrage par élimination de résistances rotoriques, moteurs à cages multiples).

L'inconvénient du premier procédé consiste en réduction du couple moteur au démarrage étant donné qu'il est proportionnel au carré de la tension.

c) *Moteurs à courant alternatif monophasé*

Les moteurs monophasés désignés sous le nom de moteurs fractionnaires ont une puissance utile inférieure au kilowatt. Ils sont utilisés pour des applications à faible puissance : électroménager (machines à laver, aspirateurs...), accessoires de toilette (rasoir électrique, séchoir...), outillage portatif (perceuse, scie...).

2.2.2. Eléments chauffants

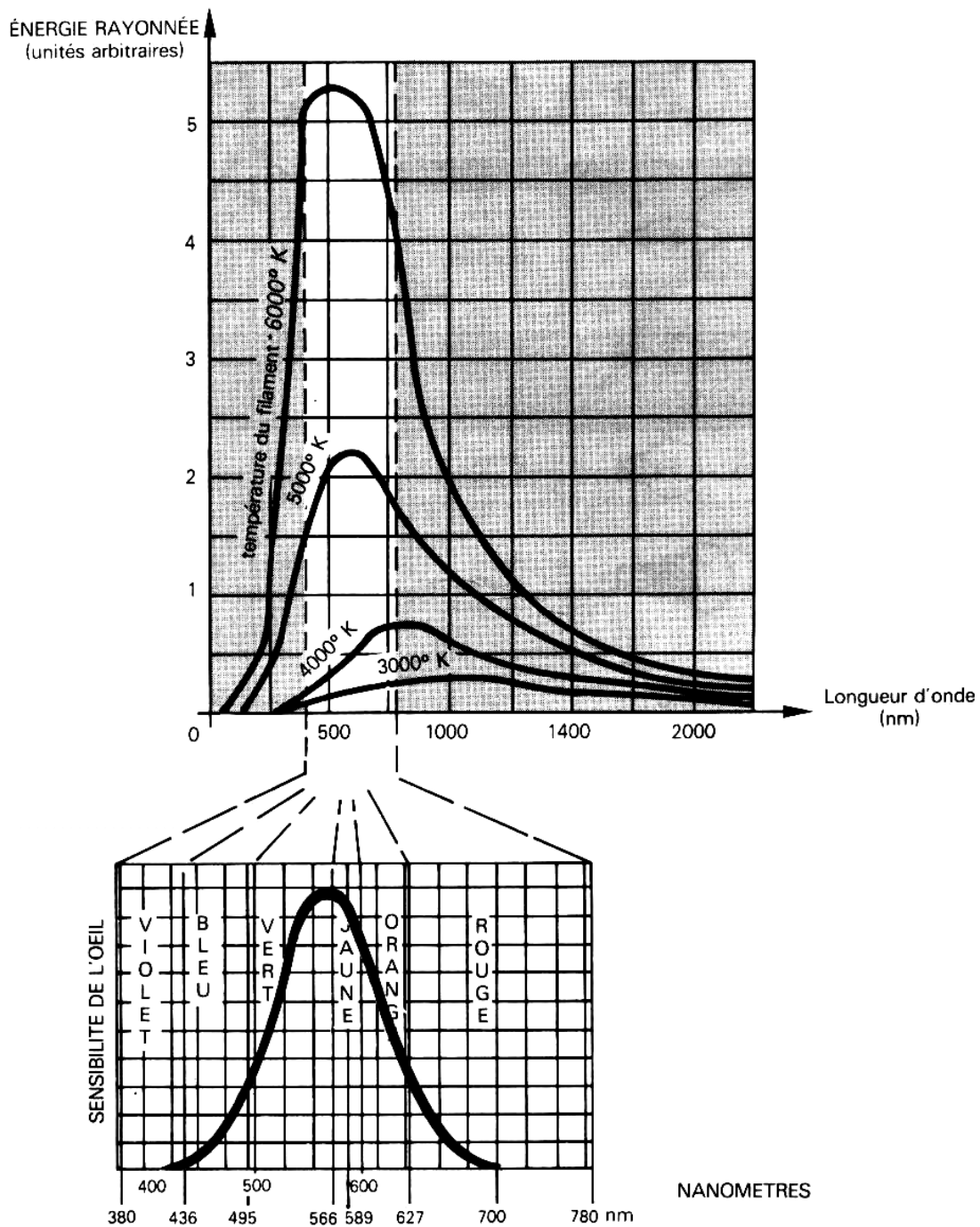
Les besoins du logement en énergie sont les quantités de chaleur à fournir à tout instant afin de maintenir le confort thermique désiré. Une installation de chauffage doit donc assurer les fonctions suivantes : produire la chaleur ; émettre la chaleur à l'endroit désiré ; ajuster la chaleur émise aux besoins (voir Module 12 « Installation et branchement des appareils de chauffage électrique »).

2.2.3. Lampes d'éclairage

Une source lumineuse produit un rayonnement visible appelé « lumière ». Le rayonnement est défini comme émission ou le transfert d'énergie sous forme d'ondes électromagnétiques (théorie électromagnétique) ou de particules (théorie quantique) (voir Module 9 « Installation et branchement des luminaires et leurs commandes »).

La lumière est définie comme toute radiation capable de provoquer directement une sensation visuelle. Les ondes visibles n'occupent qu'une très faible partie du spectre de rayonnement électromagnétique (fig. 2-10).

Dans le tableau ci-dessous on trouve les principales sources lumineuses utilisées pour l'habitat et dans un grand nombre de locaux industriels avec leurs caractéristiques les plus importantes.



Le spectre visible peut être divisé en plusieurs zones de longueur d'onde, chacune correspondant à une impression de couleur sur l'œil humain. La sensibilité de l'œil varie avec la longueur d'onde. Elle passe par un maximum à 555 nm, c'est-à-dire au « jaune-vert ».

Lumière et température de filament

Spectre des ondes visibles

Fig.2-10

CATÉGORIE	TYPES	CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES	GAMME DE PUISSANCE ET DE FLUX	EFFICACITÉ LUMINEUSE	DURÉE UTILE MOYENNE	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
LAMPES A INCANDESCENCE	Lampes standard		40 à 1 000 W 430 à 18 800lm	≈ 10 à 20 ℓm/W	1 000 h	<ul style="list-style-type: none"> • Branchement direct sur le secteur sans l'intermédiaire d'aucun appareillage • Prix d'achat peu élevé • Faible encombrement • Allumage instantané 	<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité lumineuse relativement faible • Exploitation onéreuse • Exalte les couleurs chaudes (rouge, jaune) • Dissipation de chaleur très sensible aux éclairagements élevés
	Lampes à miroir	Faisceau lumineux dirigé	40 à 300 W				
LAMPES A INCANDESCENCE AUX HALOGENES	Spot	Spot intégré ou non intégré	15 à 35 W	17 à 27 ℓm/W	2 000 h	<ul style="list-style-type: none"> • Branchement direct sur le réseau de distribution • Allumage et rallumage instantanés • Excellent rendu des couleurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité lumineuse assez faible • Prix élevé • Position horizontale obligatoire pour les simples enveloppes
	Simple enveloppe Double enveloppe		300 à 2 000 W				
LAMPES TUBULAIRES FLUORESCENTES	Standard Ø 38 mm Blanc soleil	3 000 K Exhale des teintes chaudes 4 000 K Bon rendu des couleurs. IRC = 85	20 à 65 W 850 à 3 300 ℓm	50 à 63 ℓm/W	5 000 h (si la fréquence d'allumage n'est pas trop élevée)	<ul style="list-style-type: none"> • Exploitation économique • Permet de réaliser des éclairagements élevés • Possibilité de choisir la teinte de la lumière la mieux adaptée 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite un équipement plus complexe et plus encombrant que l'incandescence (appareillage auxiliaire)
	Blanc brillant						
	HAUT RENDEMENT Ø 26 mm Chroma confort Chroma soleil Chroma brillant	IRC = 85 2 700 K Ambiance intime teinte chaude 3 000 K 4 000 K Apport de lumière naturelle	18 à 58 W 1 300 à 5 400 ℓm	90 à 96 ℓm/W			
LAMPES FUORESCENTES COMPACTES	Lampes standard	Ampoule claire striée ou opale Culot à vis ou bayonnette 2 700 K IRC = 85	9 à 25 W 425 à 1 200 ℓm	46 à 50 ℓm/W	> 5 000 h	<ul style="list-style-type: none"> — Branchement direct — exploitation économique 	<ul style="list-style-type: none"> — fonctionnement déconseillé sur gradateur ou minuterie

2.2.4. Transformateurs

Principe. Le transformateur permet de transformer les caractéristiques de l'énergie électrique – tension et intensité de courant avec un excellent rendement. C'est un appareil statique très robuste qui est souvent monophasé (voir Module 10 « Installation des appareils de signalisation »), mais il existe aussi la variante triphasé pour le transport et la distribution de l'énergie électrique (voir Module 11 « Installation de branchement des consommateurs triphasés »).

2.3. Appareillage d'ouverture et de fermeture

Ce sont les appareillages de commande qui doivent assurer l'ouverture ou la fermeture d'un circuit électrique. La commande est manuelle, semi-automatique ou automatique. (voir Module 9 « Installation et branchement des luminaires et leurs commandes »).

2.3.1. Interrupteur

Ils sont le plus souvent unipolaires, c'est-à-dire avec un seul conducteur du circuit coupé. La coupure doit être rapide pour éviter les effets de self-induction qui engendrent des arcs électriques. Les appareils de commande unipolaire doivent être placés sur le conducteur de phase.

2.3.2. Contacteur

C'est un appareil mécanique de connexion ayant une seule position de repos, commandé autrement qu'à la main, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris les conditions de surcharge en service (voir Module 13 « Installation et branchement des commandes semi-automatiques des moteurs asynchrones »).

Un contacteur dont les contacts principaux sont fermés dans la position de repos est appelé rupteur.

2.3.3. Prises de courant

Elles assurent une liaison entre une partie fixe appelée « socle » et une partie mobile appelée « fiche » (voir Module 9 « Installation et branchement des luminaires et leurs commandes »).

Le calibre des prises de courant varie suivant la puissance maximale des appareils qu'elles peuvent alimenter.

2.4. Moyens de protection

Généralité. Les perturbations pouvant survenir dans une installation électrique sous tension sont :

- une surintensité, qui peut avoir pour cause : une surcharge momentanée des machines ou de l'éclairage ; un démarrage de moteur trop rapide ; un court-circuit dans une machine ou dans l'installation ; une perte à la terre.

Tous ces dérangements peuvent provoquer un échauffement des lignes et des bobinages des machines électriques.

- une surtension du réseau, pouvant provenir : d'une décharge atmosphérique sur la ligne ; d'un contact avec une autre ligne à tension plus élevée ; de l'ouverture d'un circuit comportant une inductance ou une forte capacité.

Ces phénomènes peuvent provoquer la perforation de l'isolation du bobinage d'un transformateur ou d'une machine électrique, ainsi que la fusion des filaments des lampes d'éclairage en service.

- une sous-tension, qui peut être causée par : une surcharge de la ligne ; une perturbation des machines de la centrale ; une perte en ligne (mauvais état d'isolateurs).

Une baisse de tension du réseau peut provoquer l'échauffement des machines en service et le fonctionnement défectueux d'appareils industriels ou domestiques (électro-aimants manquant d'attraction, aspirateurs n'aspirant plus, etc.). Une faible sous-tension entraîne un grand affaiblissement de l'éclairage des lampes.

- un manque total de tension, qui peut provenir : d'une panne de machine à la centrale ; du claquage d'un transformateur ; d'une rupture de la ligne aérienne, par suite de la chute d'un arbre, surcharge de givre, claquages d'isolateurs.

Une panne de courant peut être dangereuse pour un moteur en service lorsqu'il est dépourvu d'appareil de déclenchement à minimum de tension et quand le curseur du rhéostat de démarrage est demeuré sur la position « marche ». Lorsque le courant sera rétabli, le moteur ne pouvant démarrer, son bobinage grillera.

Les dispositifs de protection doivent être tels qu'ils fonctionnent avant que les circuits et appareils qu'ils protègent risquent d'être endommagés. En règle générale, les dispositifs assurant la protection des circuits doivent être placés au début même de ces circuits.

2.4.1. Coupe-circuit

Le coupe-circuit permet de couper automatiquement le circuit d'une installation lorsque l'intensité devient très importante et risque d'endommager les canalisations. Il est composé d'un élément fusible, d'un porte fusible et d'un socle (voir Module 9 « Installation et branchement des luminaires et leurs commandes »).

2.4.2. Disjoncteur

Les disjoncteurs permettent de protéger les lignes et les appareils électriques contre l'échauffement dus aux surintensités. Ils sont adaptés aux besoins de chaque cas particulier permettant d'utiliser les installations de la façon la plus économique. Les disjoncteurs ont comme avantage de résister aux coupe-circuits étant donné qu'ils sont branchés en amont.

La construction des disjoncteurs dépend de la puissance de l'installation à protéger : jusqu'à 36 kW et supérieure à 36 kW. Les premiers sont utilisés dans les installations domestiques et pour les installations dans les petites et moyennes entreprises. Les deuxièmes (conforme à la norme NF C 63-120) sont de type industriel et ne comportent pas de dispositif différentiel incorporé. Dans ce cas l'installation comprise entre les bornes aval du disjoncteur et les dispositifs DR doit être réalisée avec un matériel dont l'isolation supplémentaire rend négligeable les probabilités de défaut à la terre sur cette partie de l'installation.

Pour les disjoncteurs jusqu'à 36 kW on détermine deux types:

- *Sans fonction différentielle* : Ces appareils, prévus pour fonctionner sur la basse tension, comportent, outre l'interrupteur proprement dit, un dispositif de déclenchement. Le mode de fermeture des interrupteurs disjoncteurs est le même que pour les interrupteurs ordinaires. L'ouverture doit s'effectuer sans qu'il soit nécessaire de leur fournir une énergie extérieure autre que celle utilisée pour le fonctionnement des déclencheurs.
- *Avec fonction différentielle* : Le dispositif différentiel à courant résiduel (dispositif DR) a été conçu pour assurer la protection des personnes contre les contacts indirects (voir Module 8 « Installation d'une prise de terre »).

2.4.3. Relais de protection

Ce sont des appareils de contrôle d'intensité du courant électrique dans un circuit. Leur rôle consiste à fermer ou à ouvrir le circuit de commande d'un appareil plus important, tel un disjoncteur, ou à agir directement sur un déclenchement provoquant l'ouverture d'un appareil de coupure.

Suivant leur fonctionnement les relais peuvent être classifiés comme : électromagnétique, thermique et statique (électronique).

Le relais *électromagnétique* est un électro-aimant à armature mobile. La cause de défaillance (surcharge du récepteur, court-circuit ou défaut de la tension du réseau) donne naissance à un courant qui provoque l'excitation (ou la désexcitation) de la

bobine de l'électro-aimant qui est suivie d'un mouvement de l'armature mobile. Ce mouvement agit instantanément, respectivement suivant le cas, sur l'ouverture ou la fermeture des contacts dans le circuit à protéger. La remise en marche se fait par les boutons poussoirs après la limitation de la défaillance.

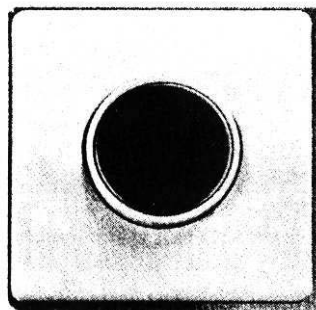
Le relais *thermique* est un appareil qui peut admettre, sans déclencher, une pointe de courant au démarrage du moteur et des surcharges passagers (voir Module 13 « Installation et branchement des commandes semi-automatiques des moteurs asynchrones »). Ils n'agissent que si les surcharges se produisent à des intervalles trop rapprochés et pour un dépassement prolongé, quoique minime, du courant admis par le réglage de l'appareil.

2.5. Appareillage de réglage

L'appareillage de réglage comporte des dispositifs à l'aide desquels on peut faire varier les caractéristiques des installations – courant, tension, fréquence – dans des limites déterminées.

2.5.1. Variateur

Les variateurs sont les interrupteurs munis d'un système électronique comportant deux bornes et permettant, au moyen d'un curseur, de faire varier le courant dans le circuit. Ils sont utilisés dans les dispositifs d'éclairage (fig.2-11).



VARIATEUR

Fig. 2-11

2.6. Instruments et appareillage de contrôle et de mesure

Les entreprises de distribution de l'énergie électrique établissent un contrat d'abonnement avec leurs clients pour le paiement de la consommation réelle. Pour la mesure de l'énergie électrique consommée sont utilisés les compteurs électriques.

Suivant la puissance mesurée les compteurs électriques sont :

- compteurs monophasés ;
- compteurs triphasés (3 fils et 4 fils).

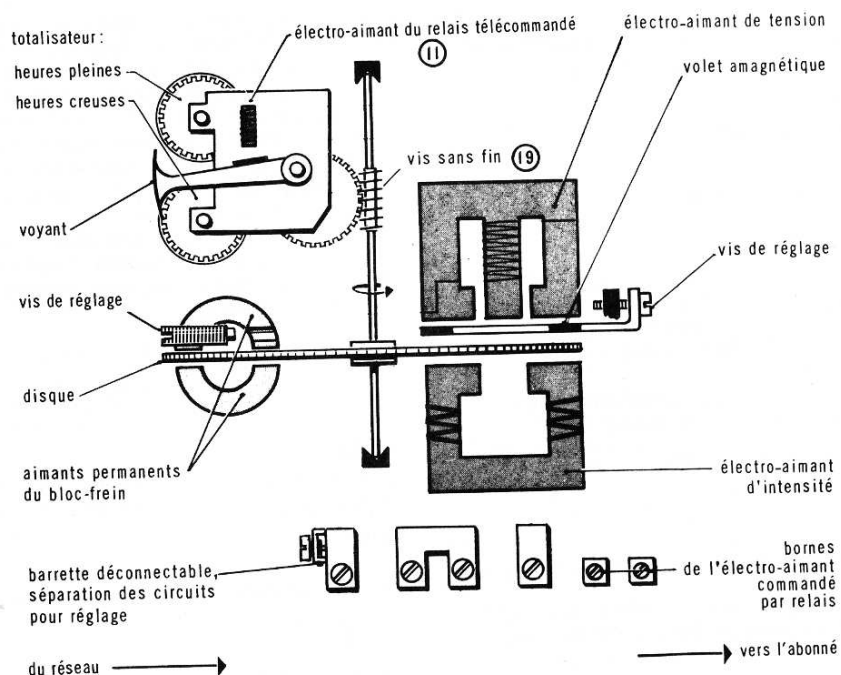


Schéma de principe du compteur étudié (doc . Schlumberger)

Fig.2-12

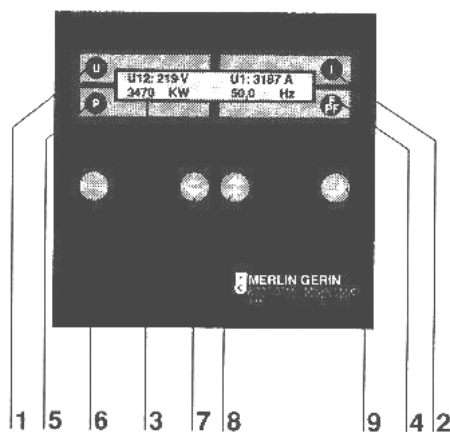
Dans les installations domestiques on utilise le plus souvent les compteurs monophasés parce que l'installation intérieure à 2 fils est beaucoup plus simple à réaliser et à entretenir.

Le compteur électrique est un appareil qui totalise et qui affiche l'énergie consommée par un abonné. Il est le plus souvent du type à induction (fig. 2-12).

Le développement de l'électronique a fait apparaître les compteurs d'énergie électroniques qui présentent des caractéristiques plus précises et répondent aux besoins les plus variés des exploitants.

Il existe déjà des systèmes de contrôle de la distribution (fig. 2-13 – centrale de mesures Digipact – Merlin Gérin)) qui permettent de mieux gérer l'énergie électrique :

- en améliorant sa disponibilité ;
- en réduisant la facture d'électricité ;
- en améliorant la sécurité de l'exploitant ;
- en augmentant le confort de son exploitation.



1. lecture des tensions et des taux de distorsion.
2. lecture des courants et des taux de distorsion.
3. afficheur LCD rétroéclairé : visualisation des différentes mesures.
4. lecture de la fréquence et du facteur de puissance.
5. lecture des puissances et des énergies.
6. touche de paramétrage.
- 7 et 8. touches de modification des paramètres.
9. touche de validation des paramètres sélectionnés.

Fig. 2-13

2.7. Conducteurs et leurs interconnexions

2.7.1. Conducteurs

Les conducteurs et câbles servent à transporter le courant aux divers appareils : lampes, appareils domestiques, etc. La canalisation est constituée par un ou plusieurs conducteurs électriques (voir Module 6 « Installation et raccordement des câbles et conducteurs »).

2.7.2. Conduits

L'encastrement direct des conducteurs sans conduit est interdit dans les matériaux de construction. Les conduits canalisent et assurent une protection mécanique des conducteurs. L'ensemble est appelé *canalisation électrique* (voir Module 5 « Installation des canalisations électriques »).

3. UTILISATION DES PLANS ET DES MANUELS TECHNIQUES

3.1. Plan d'une installation électrique

L'électricien doit respecter la normalisation en vigueur, en connaître les différents éléments constructifs et choisir la nature ainsi que la répartition des différents récepteurs (voir le Module 3 « Lecture des plans et des schémas électriques »).

3.2. Lecture des plans d'une installation électrique

L'installation électrique intérieure d'un local à usage d'habitation doit être en conformité avec la norme NF C 15 100. Elle commence aux bornes « aval » de l'appareil général de commande et de protection (disjoncteur de branchement) et comprend l'ensemble des conducteurs et des appareils nécessaires à la distribution de l'énergie électrique (fig.3-1).