

# TECHNOLOGIE D'ÉLECTROTECHNIQUE

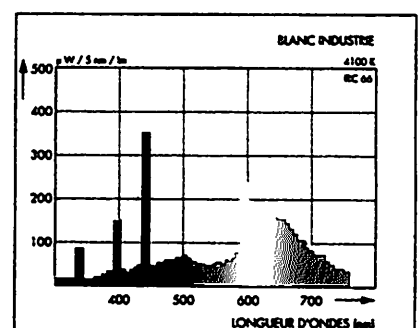
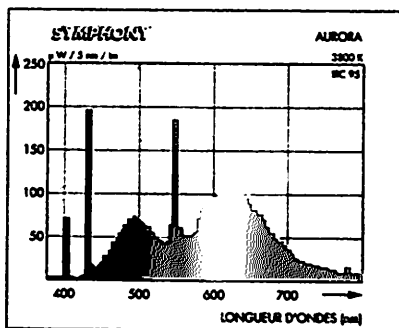
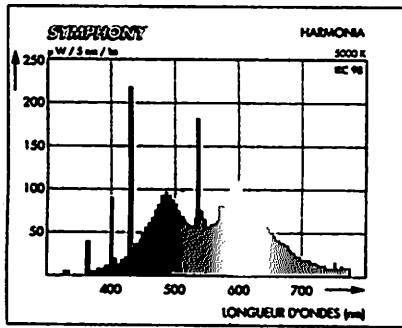
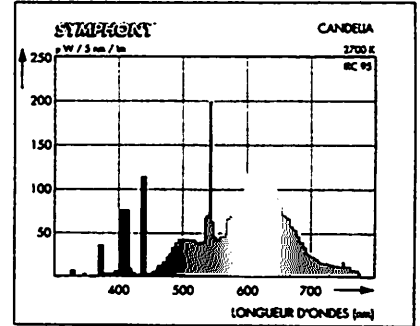
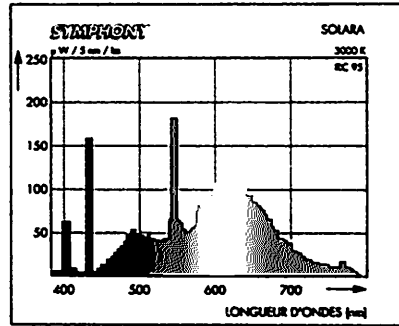
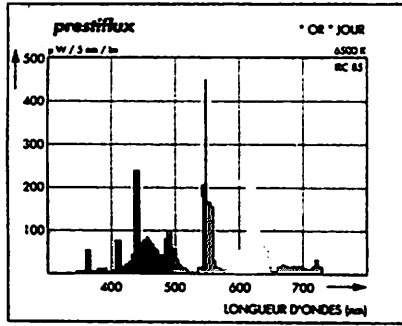
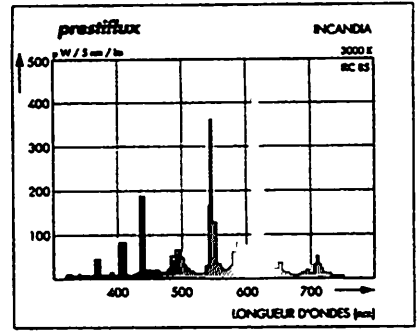
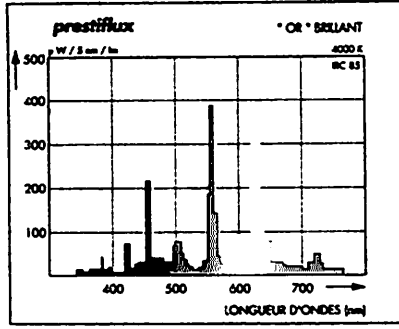
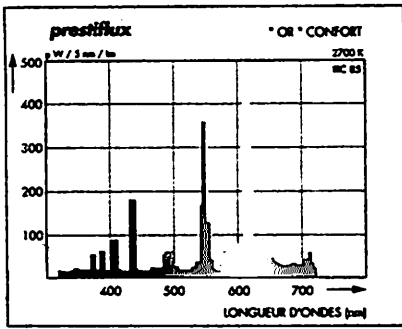
Henri Ney

BEP

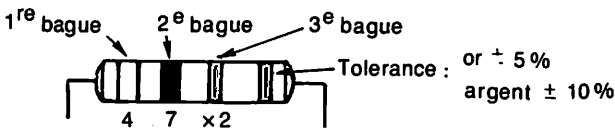
2<sup>e</sup>

professionnelle

NATHAN  
TECHNIQUE



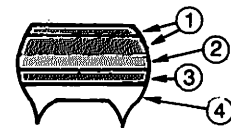
### MARQUAGE DES RESISTANCES



1 <sup>re</sup> bande 1 <sup>er</sup> chiffre	2 <sup>e</sup> bande 2 <sup>e</sup> chiffre	3 <sup>e</sup> bande multiplicateur
0	0	× 1
1	1	× 10
2	2	× 100
3	3	× 10 <sup>3</sup>
4	4	× 10 <sup>4</sup>
5	5	× 10 <sup>5</sup>
6	6	× 10 <sup>6</sup>
7	7	× 10 <sup>7</sup>
8	8	× 10 <sup>8</sup>
9	9	× 10 <sup>9</sup>

Exemple : 47 × 100 = 4700 Ω ± 10%

### MARQUAGE DES CONDENSATEURS PLASTIQUES



1 1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup> chiffres significatifs	2 Multiplicateur	3 Tolérance	4 Tension
0	× 1		
1	× 10		100 V
2	× 10 <sup>2</sup>		250 V
3	× 10 <sup>3</sup>		
4	× 10 <sup>4</sup>		400 V
5	× 10 <sup>5</sup>	5 %	
6	× 10 <sup>6</sup>		630 V
7	× 10 <sup>7</sup>		
8	× 10 <sup>8</sup>		
9	× 10 <sup>9</sup>	10 %	

Exemple : 10 × 10<sup>3</sup> = 10 000 pF ± 5 % 400 V

Laouissid  
Saleb

LYCEE JEAN ROSTAND  
RUE F. BODET  
78200 MANTES LA JOLIE  
Tél 30.94.09.21 - Fax 30.33.44.50

# TECHNOLOGIE D'ÉLECTROTECHNIQUE

**Henri Ney**  
professeur agrégé d'électrotechnique

**2<sup>e</sup>** professionnelle

**NATHAN**  
**TECHNIQUE**

Édition : Patrick Gonidou  
Coordination artistique : Évelyn Audureau  
Maquette intérieure et couverture : Marc Henry  
Composition et schémas : APS  
Dessins : Hubert Blatz

*Nous tenons à remercier toutes les sociétés qui nous ont aidés dans notre recherche documentaire, et qui nous ont donné l'autorisation de reproduire leurs documents :*

**Airelec, Agetem, Alcatel Câble, Arnould fabrique d'appareillage électrique, Crouzet, Hager, Legrand, Mazda, Merlin Gérin, Parker Pneumatic, Promotelec, Technibel, Télémechanique, Thomson, UTE, Vulcanic.**

Crédit photographique :  
Couverture : © Image Bank/George Loehr  
P. 6 : © Archives Nathan  
P. 7 : © Archives Nathan  
P. 8 : © Archives Nathan  
P. 265 : haut © Jerrican/Berenguier ; bas © Archives Nathan  
Les photos de tête de chapitre (chapitres 1 à 7 et 11 à 14) : © Frédéric Hanoteau



*'Le photocopillage, c'est l'usage abusif et collectif de la photocopie sans autorisation des auteurs et des éditeurs.  
Largement répandu dans les établissements d'enseignement, le photocopillage menace l'avenir du livre, car il met en danger son équilibre économique. Il prive les auteurs d'une juste rémunération.  
En dehors de l'usage privé du copiste, toute reproduction totale ou partielle de cet ouvrage est interdite.'*

© Éditions Nathan, 9, rue Méchain, 75014 Paris, 1999  
ISBN 2 09 178585 7



# Avant-Propos

Ce livre de technologie d'électrotechnique s'adresse aux élèves de **seconde professionnelle du BEP électrotechnique**, ainsi qu'aux élèves de **CAP électrotechnique**.

Son objectif : **développer les capacités des élèves à s'informer, à préparer leur intervention et à intervenir**. À partir du référentiel, en fixant les contenus de connaissances à acquérir, l'auteur propose des situations ou des activités permettant à l'élève de mettre en œuvre son savoir et son savoir-faire pour accomplir des tâches.

Cet ouvrage comporte 28 chapitres, au début desquels sont indiqués les objectifs à atteindre et les savoirs technologiques correspondants du programme (S 1 à S 6). Les chapitres sont regroupés **en quatre grandes parties** :

- les installations électriques et la sécurité,
- l'utilisation de l'énergie pour l'éclairage, le chauffage et la climatisation,
- les équipements électriques et les systèmes automatisés,
- les réseaux domotiques.

Chaque chapitre contient :

- **le cours**, abondamment illustré, présentant des notions simples et précises, des tableaux, et la définition des caractéristiques des appareils ou installations étudiés ;
- **une synthèse des notions de base**, « L'essentiel », et un questionnaire Vrai/Faux permettant de contrôler les connaissances du cours ;
- **des fiches de schémas** regroupant les symboles et les schémas électriques de base, des sujets ou des corrigés d'exercices ;
- **des fiches de documentation** qui sont des extraits de normes ou de catalogues de constructeurs. Elles participent à la mise en situation professionnelle de l'élève pour la résolution des exercices ;
- **des exercices** : les exercices résolus donnent la méthode à appliquer à chaque type de problème technique. Les exercices à résoudre ont pour rôle d'entraîner les élèves à résoudre les difficultés technologiques.

Cet ouvrage, par rapport au manuel précédent, a largement été restructuré pour les parties chauffage et domotique, et une actualisation des fiches de documentation a été réalisée (indices IK, nouvelles désignations des conduits, bus EIB en domotique...).

Nous tenons à remercier les professeurs de lycées professionnels, et en particulier M. Alain Darmedru et M. Guy Cartoux, pour leur aide et leurs précieux conseils.

Nous souhaitons que ce livre soit utile aux professeurs et aux élèves. Il sera, en particulier, une aide à la mise en relation entre les tâches à exécuter et les connaissances à acquérir pour le développement des compétences et des capacités des professionnels de l'électrotechnique.

Henri Ney

# Sommaire

## Savoirs technologiques

### Installations électriques



1. Installations électriques	6	S 3.1 - S 6.3
2. Dossier technique d'une installation	15	S 3.1
3. Structure d'une installation électrique	24	S 3.1 - S 6.2
4. Conducteurs et câbles	35	S 3.1
5. Canalisations électriques	46	S 3.1 - S 6.3
6. Les modes de pose	57	S 3.1 - S 6.3
7. Réalisation d'une installation	66	S 3.1 - S 6.3



8. Prévention des accidents d'origine électrique	77	S 6.2
9. Appareillage de connexion et de commande	87	S 3.1
10. Protection par fusibles et disjoncteurs	98	S 3.1

### Utilisation de l'énergie



11. Les procédés d'éclairage	107	S 2.1
12. Lumière et photométrie	116	S 2.1
13. Les appareils d'éclairage	123	S 2.1
14. Projet d'éclairage	131	S 2.1



15. Chauffage électrique des locaux	142	S 2.2
16. Projet de chauffage	152	S 2.2
17. Chauffage électrique industriel	164	S 2.2
18. Climatisation	173	S 2.3

### Équipements électriques des systèmes



19. Structure d'un ensemble de production	180	S 3.2
20. Les fonctions logiques	188	S 5.1
21. Le Grafcet	195	S 5.2
22. Circuit électrique de commande	205	S 3.2
23. Circuit électrique de puissance	219	S 3.1 - S 3.2
24. Équipements pneumatiques	231	S 2.7

### Domotique



25. Alarmes anti-intrusion	241	S 8.1
26. Alarmes incendie et techniques	253	S 8.1
27. Communication	265	S 8.2
28. Gestion des utilitaires	275	S 8.3

<b>Index alphabétique</b>	286	
---------------------------	-----	--

## Fiches de schémas électriques

Chap.	pages
1.	
2. Symboles et classification - Plans architecturaux .....	19 et 20
3. Plan de villa T4 - Appartement T2 .....	29 et 30
Principaux symboles (NF C 03-203) .....	31
4. Montages lumière .....	41
5.	
6. Montages lumière .....	63
7.	
8.	
9. Télérupteur - Minuterie .....	93 et 94
10.	
11.	
12. Symboles et schémas d'éclairage .....	121
13.	
14. Méthodes de calcul (projet d'éclairage) .....	137 et 138
15. Commutateurs de couplage.....	148 et 149
Alimentation chauffage électrique .....	150
16. Programmation chauffage électrique.....	161 et 162
Régulateur de chauffage .....	163
17.	
18.	
22. Symboles d'appareillage (NF C 03-207) .....	212 et 213
23. Règles générales pour les schémas - Contacteur - Repérage .....	224 à 227
24. Équipement pneumatique d'un poste de perçage.....	237
25. Principe des alarmes filaires .....	248
26. Alarme incendie et technique .....	259 et 260
27. Interphonie - Accès de bureau Distribution de l'heure .....	271 et 272
28. Distribution avec bus de contrôle - Gestion des utilitaires.....	282

## Fiches de documentation

	pages
Influences externes A, B, C (NFC 15-100) .....	11 à 14
Plan de villa - Cahier des charges.....	21 à 23
Règles pour locaux d'habitation ( <b>Promotelec</b> ) .....	32
Disjoncteurs et coffrets ( <b>Schneider-Merlin Gérin</b> ) ..	33 et 34
Câbles H 07-VU et U 1000 R 02 V ( <b>Alcatel Câble</b> ) ..	42 à 45
Mouleurs et plinthes ( <b>Legrand</b> ).....	52
Choix de câbles et de conduits (NFC 15-103) .....	53 à 56
Exemples de modes de pose (NFC 15-100) .....	64 et 65
Boîtes d'encastrement ( <b>Legrand</b> ).....	74 et 75
Conduits et attaches ( <b>Arnould et Legrand</b> ) .....	76
Transformateurs de sécurité ( <b>Legrand</b> ).....	86
Appareillage lumière ( <b>Legrand</b> ).....	95 à 97
Coupe-circuit sectionneur - Fusibles ( <b>Legrand</b> ) .....	105
Disjoncteurs ( <b>Schneider-Merlin Gérin</b> ) .....	106
Lampes et tubes ( <b>Mazda</b> ).....	113 à 115
Lampes à faisceau dirigé - Lampes halogènes ( <b>Mazda</b> ).....	122
Éclairages - Appareils d'éclairage ( <b>Mazda</b> ) ..	129 et 130
Tableaux d'utilance ( <b>Mazda</b> ).....	139 et 140
Convecteurs - Radiateurs ( <b>Airelec</b> ).....	151
Cuisinière électrique ( <b>Thomson</b> ) .....	164
Programmateurs - Régulateurs - Thermostats ( <b>Hager</b> ).....	171 et 172
Climatiseurs ( <b>Technibel</b> ).....	179
Boutons-poussoirs - Interrupteurs de position - Relais - Détecteurs inductifs et photoélectriques ( <b>Schneider-Télémechanique</b> ).....	214 à 218
Sectionneurs - Contacteurs - Relais tripolaires - ( <b>Schneider-Télémechanique</b> ).....	228 à 230
Mini-vérins - Distributeurs - Interfaces ( <b>Parker Pneumatic</b> ).....	238 à 240
Alarme intrusion - Contrôle d'accès ( <b>Legrand</b> )..	249 à 252
Équipement alarme incendie ( <b>Legrand</b> ).....	261 à 264
Portier de villa et d'immeuble - Commande par téléphone ( <b>Legrand</b> ) .....	273 et 274
Gestionnaire d'énergie - Modules Tebis ( <b>Hager</b> ) .....	283 à 285

# 1

## Installations électriques

Que ce soit au bureau, à l'atelier ou dans la salle de bains, des installations électriques assurent la présence de l'électricité partout dans notre vie. C'est bien souvent à la faveur d'une coupure de courant que l'on se rend compte à quel point l'électricité est utile :

- pour s'éclairer ou se chauffer,
- pour actionner les appareils ou les machines,
- pour signaler ou communiquer avec les autres.

Si l'électricité est utile, elle peut aussi être dangereuse. Aussi les installations électriques sont-elles l'objet d'une réglementation très stricte. La norme NF C 15-100, établie par l'Union Technique de l'Électricité réunit tous les textes officiels concernant les installations électriques basse tension jusqu'à 1000 V en courant alternatif et 1500 V en courant continu (*fig. 1*).

De manière générale, cette norme assure que :

« Toutes les installations électriques doivent être établies et maintenues pour assurer :

- la sécurité des personnes, des animaux domestiques et d'élevage,
- la conservation des biens.

Et lorsqu'elles sont alimentées par un réseau de distribution publique, pour éviter toute cause de trouble dans le fonctionnement de ce réseau. »

Plus particulièrement, cette norme précise les règles spécifiques applicables à une installation électrique, selon le type de local où elle se situe. Elle établit pour cela une distinction entre :

- **les locaux domestiques** (les maisons et les appartements),
- **les exploitations agricoles** (les fermes, les granges, les hangars...),
- **les locaux recevant du public** (les bureaux, les commerces...),
- **les locaux recevant des travailleurs** (les ateliers, les usines...),
- **les installations et emplacements spéciaux** (piscines, chantiers, parcs de caravanes, marinas...).

En effet, ces types de locaux correspondent, chacun, à des environnements dont il convient d'examiner les particularités.

### OBJECTIF

Être capable de situer les différentes installations électriques :

- domestiques,
  - agricoles,
  - commerciales,
  - industrielles,
- afin de pouvoir réunir et décoder les normes et les textes réglementaires qui les concernent.

### SAVOIRS TECHNOLOGIQUES

S 3.1 et S 6.3

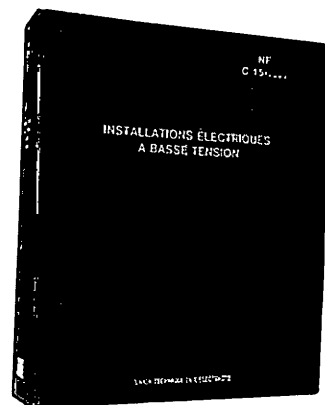


Fig. 1 : Classeur contenant tous les tests relatifs à la norme NF C 15-100.

## 1 Locaux d'habitation

Les règlements les appellent locaux domestiques. Il s'agit essentiellement des maisons individuelles (pavillons ou villas), et des appartements (faisant partie d'immeubles plus ou moins importants) (*fig. 2*).

Leurs installations électriques doivent, bien évidemment, être conformes à toutes les règles de sécurité. Nous étudierons, plus particulièrement :

- la protection des circuits et l'appareillage adapté,
- les canalisations encastrées ou apparentes,



Fig. 2 : Immeubles à usage d'habitation.

- le cas des salles d'eau,
- le chauffage électrique intégré,
- les prises de terre.

## 2 Exploitations agricoles

L'exploitation agricole associe des locaux affectés à l'habitation et des locaux affectés à l'exploitation (étables, porcheries, granges...). Souvent, ces locaux sont indépendants les uns des autres (fig. 3).

Dans de tels locaux, les particularités des installations électriques portent sur :

- la séparation des circuits par bâtiments,
- la prévention des risques sévères (chocs, acidité, incendie, foudre),
- la surveillance et les alarmes,
- les applications particulières (chauffage des sols pour la culture ou les locaux d'élevage, clôtures électriques...) (fig. 4).

Pour toutes ces installations, on veillera à bien appliquer toutes les règles de sécurité.

## 3 Locaux commerciaux (Établissements recevant du public)

Cette dénomination recouvre une grande variété d'établissements, tous classés comme établissements recevant du public. En fonction du nombre de personnes accueillies, ils sont répartis en cinq catégories :

- **1<sup>re</sup> catégorie** : au-dessus de 1 500 personnes,
- **2<sup>e</sup> catégorie** : de 701 à 1 500 personnes,
- **3<sup>e</sup> catégorie** : de 301 à 700 personnes,
- **4<sup>e</sup> catégorie** : 300 personnes et au-dessous, sauf s'ils relèvent de la 5<sup>e</sup> catégorie,
- **5<sup>e</sup> catégorie** : définie par le tableau ci-dessous, en fonction de l'activité exercée et du nombre de personnes accueillies.

Les locaux recevant du public sont tous assujettis aux règles générales sur les installations. Ils sont en outre assujettis à des règles particulières de sécurité, relatives notamment :

- à l'éclairage de sécurité (évacuation des personnes),
- aux systèmes d'alarmes (fig. 5).

Tableau 1 : Établissements recevant du public/5<sup>e</sup> catégorie

Nature de l'activité	Type	Effectif du public		
		Sous-sol	Étage	Total
Établissements de spectacle (1)	SP	(1)	50	50
Magasins, galeries marchandes	M	100	100	200
Restaurants, cafés, brasseries	N	100	200	300
Hôtels - pensions de famille	O			100
Salles de réunion, de jeux, bals	P	100	200	300
Salles de conférence	Q			100
Établissements d'enseignement	R	100	100	200
Bibliothèques, musées	S			100
Halls et salles d'exposition	T	100	100	200
Hôpitaux - cliniques	U			100
Établissements de culte	V	100	200	300
Banques - administrations	W		100	200
Établissements sportifs couverts	X			100

(1) Les salles de spectacle en sous-sol ne peuvent pas être en 5<sup>e</sup> catégorie.



Fig. 3 : Locaux affectés à l'exploitation agricole.

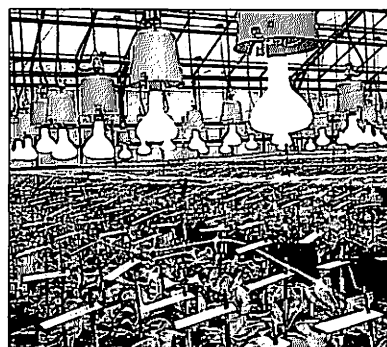


Fig. 4 : La culture des plantes en serre nécessite le contrôle de l'éclairage et du chauffage.



Fig. 5 : Des règles précisent le type de système d'alarme à utiliser dans les lieux où l'on reçoit du public.

## 4 Locaux industriels

Ces locaux sont soumis à des risques très importants, et en même temps très divers d'un type d'industrie à l'autre. S'agissant dans tous les cas de locaux recevant des travailleurs, ils sont soumis à des textes réglementaires particuliers :

- les décrets et articles du Code du travail,
- le décret du 14 novembre 1988 relatif à la protection des travailleurs dans les locaux qui mettent en œuvre des courants électriques (*fig. 6*).

Les locaux industriels relèvent, eux aussi, de la norme NF C 15-100, pour la basse tension.

Lorsqu'ils sont alimentés en haute tension (20 000 V = 20 kV), ces locaux dépendent, en plus, des normes :

- NF C 13-100 : postes de transformation,
- NF C 13-200 : installations haute tension (entre 1 kV et 50 kV).

Ces installations liées aux régimes de neutre seront plus particulièrement abordées en deuxième année. On entend par régime de neutre les liaisons à la terre ou non du neutre et des masses d'une installation électrique.

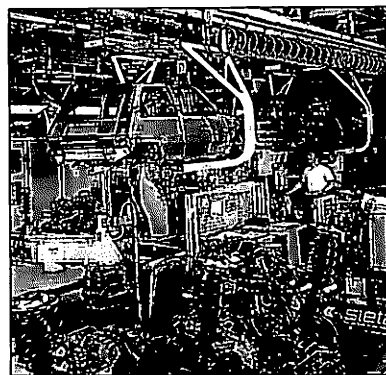


Fig. 6 : Locaux industriels.

## 5 Classification des locaux

Une installation électrique dépend de différents facteurs techniques, économiques, et d'environnement dont il faut tenir compte pour le choix des matériels et des canalisations (*fig. 7*). Selon les types de locaux, on a codifié les facteurs relatifs aux influences externes.

### 5.1. Influences externes

Chaque condition d'influence externe est désignée par un code comprenant toujours deux lettres majuscules et un chiffre.

- La première lettre concerne la catégorie générale des influences externes. Elles sont au nombre de 3 :

**A** pour Environnement (*tableau, page 11*)

**B** pour Utilisation (*tableau, page 11*)

**C** pour Construction des bâtiments (*tableau, page 11*)

- La seconde lettre concerne la nature de l'influence externe :

A, B, C, D...

- Le chiffre indique la classe de chaque influence externe de 1 à 8 maximum.

*Remarque* : les coefficients de conditions d'influences externes considérés comme ordinaires sont de la classe 1. Une salle de séjour sera de la classe 1 pour tous les paramètres, sauf pour le paramètre AA (température ambiante) qui sera lui de la classe 4 (– 5 °C à + 40 °C).

### 5.2. Classification d'un local en fonction des influences externes

Elle consiste pour un local donné à définir les coefficients pour chaque cas : AA, AD, AE... BA, BD... et CA, CB.

C'est cette codification du local qui permettra les choix des conduits, des câbles, de l'appareillage à installer.

*Remarque* : les tableaux des fiches de documentation facilitent les choix mais ce ne sont que des guides. On peut définir d'autres paramètres en fonction des conditions locales.

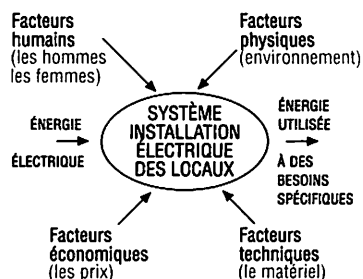
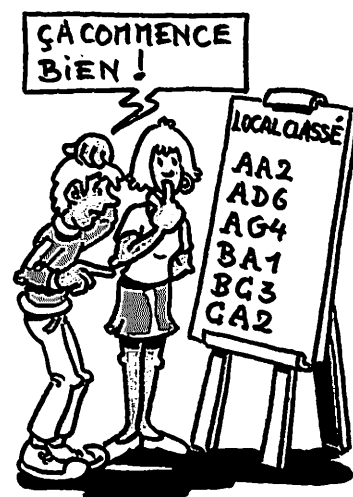


Fig. 7 : Différents facteurs dont dépend une installation.

*Exemples :*

AD3 signifie :

A : Environnement

D : Présence d'eau

3 : Aspersion d'eau

(pluie à 60° avec la verticale)

BE3 signifie :

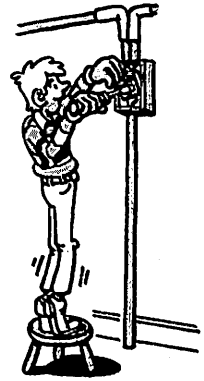
B : Utilisation

E : Nature des matières

3 : Risque d'explosion

## L'essentiel

- Les installations électriques sont exécutées et entretenues en bon état pour assurer la sécurité des personnes, des animaux, la conservation des biens. Elles ne doivent pas perturber le réseau d'alimentation électrique.
- Les locaux peuvent être classés en :
  - locaux domestiques : maison, appartement...
  - locaux agricoles : ferme, exploitation agricole...
  - locaux recevant du public : magasin, bureau...
  - locaux industriels : atelier, usine...
- Pour tenir compte de la diversité des influences auxquelles une installation électrique peut être soumise, on a défini trois catégories d'influences externes :
  - A – Environnement : température, eau, poussières, chocs...
  - B – Utilisation : compétence, résistance du corps...
  - C – Construction des bâtiments.
 On peut ainsi avoir une codification commune à tous les types de locaux.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. La norme NF-C 15 100 comporte les textes sur les installations électriques, pour la sécurité des personnes.
2. La sécurité des animaux domestiques ou d'élevage fait l'objet d'une autre norme.
3. Une maison individuelle, ou un immeuble de 60 logements sont considérés comme des locaux d'habitation.
4. Un cinéma pouvant accueillir 150 personnes est classé en 3<sup>e</sup> catégorie.
5. Une salle de conférence pouvant accueillir 500 personnes est classée en 2<sup>e</sup> catégorie.
6. Un magasin pouvant accueillir 90 personnes est classé en 5<sup>e</sup> catégorie.
7. Un local recevant du public doit avoir un éclairage de sécurité.
8. L'installation électrique d'une usine de produits chimiques doit être conforme au décret sur la protection des travailleurs.
9. Les installations électriques haute tension sont réglementées par la norme NF-C 15 100.
10. Pour les influences externes, la lettre A indique l'environnement.
11. Pour les influences externes, la lettre B indique la construction des bâtiments.
12. Pour les influences externes, la lettre C indique l'utilisation du bâtiment.
13. Le code AD4 signifie projection d'eau dans toutes les directions.
14. Le code BE2 signifie risque d'incendie négligeable.
15. Les lettres IP, dans le tableau A. (Environnement), signifient Inter Professionnel.
16. Les lettres IK signifient indice de protection contre les chocs.
17. Une salle d'exposition réalisée en bois est classée en CA2.
18. Un entrepôt dans lequel sont stockés des matières combustibles est classé en BE1.
19. Dans une cuisine, l'indice IP est de 24.
20. Dans une salle de séjour, l'indice IK est de 07.

# RÉSOLUS

1. Précisez les influences externes pour un appartement et plus particulièrement pour la cuisine, la salle de séjour, le séchoir. Que constatez-vous ?

**Solution : A - Environnement**

Nature du local	AA	AD	AE	AF	AG	AH
Cuisine	4	2	1	1	1	1
Salle de séjour	4	1	1	1	1	1
Séchoir	4	2	1	1	1	1

Les risques 4 pour AA et 1 pour les autres influences sont normaux.  
AD2 représente pour la cuisine et le séchoir un risque de chutes d'eau verticales.

**B - Utilisation**

Nature du local	BA	BB	BC	BE
Cuisine	1	2	3	1
Salle de séjour	1	1	2	1
Séchoir	1	2	2	1

BB2 : résistance électrique du corps humain normale, conditions humides.

BC3 : contacts des personnes avec le potentiel de terre fréquents (contacts avec les parois).

2. Que signifient les indications suivantes AA3 + AA4 relevées pour un terrain de camping ?

**Solution : AA3 : température - 25 °C à AA4 température + 40 °C**

3. Sachant que la première lettre de l'indice de protection IP correspond à la présence de corps solides, précisez pour une menuiserie, l'indice IP, et sa codification dans le facteur d'environnement.

**Solution : Pour une menuiserie, on relève dans le tableau des établissements industriels les valeurs suivantes :**

IP = 50,

Présence de corps solides AE = 4.

Ce qui correspond dans le tableau 1 à la présence de poussières fines.

AE = 4 définit le risque dans le local, alors que l'indice IP définit le degré de protection de l'appareillage électrique qui sera installé.

# À RÉSOUDRE

1. Précisez les influences externes pour une ferme comportant une étable, un élevage de volailles, un fenil. Quels sont les risques les plus importants ?

2. On vous demande d'effectuer l'installation électrique d'un terrain de camping. Indiquez les facteurs d'environnement et d'utilisation supérieurs à 1. Quel est le plus grand risque ?

3. On donne pour une piscine les codes suivants : AD7, AE2, BA4, BB3  
Quelle est leur signification ?

4. Pour une discothèque située en sous-sol et pouvant recevoir 200 personnes, indiquez :  
a) la catégorie de l'établissement,  
b) les facteurs d'environnement qui vous semblent les plus dangereux.

5. Précisez les facteurs d'utilisation à prendre en compte dans un bloc opératoire. En déduire les précautions à mettre en œuvre.

6. Recherchez parmi les locaux industriels ceux qui présentent les plus gros risques :

- a) d'incendie,
- b) d'explosion,
- c) de contamination.

7. Recherchez quels sont les locaux où les risques de présence d'eau sont égaux ou supérieurs à AD4.

8. Donnez les facteurs d'environnement et d'utilisation pour une sucrerie et analysez les risques égaux ou supérieurs à 3.

9. Sachant que la deuxième lettre de l'indice de protection IP correspond à la présence d'eau, précisez pour une tannerie, l'indice IP, et sa codification dans le facteur d'environnement.

10. Sachant que la première lettre de l'indice de protection IP correspond à la présence de corps solides, précisez pour une distillerie, l'indice IP, et sa codification dans le facteur d'environnement.

11. Sachant que l'indice de protection IK correspond à la protection contre les chocs mécaniques, précisez pour une cimenterie, l'indice IK, et sa codification dans le facteur d'environnement.



## Extrait de norme - Influences externes

### A. Environnement

Code	Classification et caractéristiques	Indice de protection IP (1)	Code	Classification et caractéristiques	Indice de protection IK (2)
AA1	<b>AA. Température ambiante</b> Frigorifique - 60 °C + 5 °C Très froide - 40 °C + 5 °C Froide - 25 °C + 5 °C Tempérée - 5 °C + 40 °C Chaude + 5 °C + 40 °C Très chaude + 5 °C + 60 °C Extérieur abrité - 25 °C + 55 °C Extérieur - 50 °C + 40 °C		<b>AF. Présence de substances corrosives ou polluantes</b> AF1 Négligeable AF2 Origine atmosphérique AF3 Actions intermittentes AF4 Actions permanentes	<b>AG. Chocs mécaniques</b> AG1 Faibles (énergie ≤ 0,25 J) AG2 Moyens (énergie ≤ 2 J) AG3 Importants (énergie ≤ 20 J) AG4 Importants (énergie > 0,25 J)	IK 02 IK 07 IK 08 IK 10
AA2					
AA3					
AA4					
AA5					
AA6					
AA7					
AA8					
AD1					
AD2					
AD3					
AD4					
AD5					
AD6					
AD7					
AD8					
AE1	<b>AE. Présence de corps solides</b> Négligeable Petits objets (dimension = 2,5 mm) Très petits objets (dimension = 1 mm) Poussières	IP 0 × IP 3 × IP 4 × IP 5 × ou IP 6 ×	<b>AQ. Foudre</b> AQ1 Négligeable AQ2 Indirect (provenance du réseau) AQ3 Direct (exposition du matériel)		
AE2					
AE3					
AE4					

(1) L'indice de protection ou IP caractérise la protection de l'appareillage électrique par des enveloppes contre : les poussières, l'eau.

(2) L'indice de protection IK caractérise la protection de l'appareillage électrique contre les chocs mécaniques.

### B. Utilisation

Code	Classification et caractéristiques	Code	Classification et caractéristiques
BA1	<b>BA. Compétence des personnes</b> Personnes non averties Enfants se trouvant dans des locaux qui leur sont destinés Handicapés, personnes ne disposant pas de toutes leurs capacités physiques ou intellectuelles Personnes suffisamment informées Personnes qualifiées	<b>BC. Contacts des personnes avec le potentiel de la terre</b> BC1 Nuls BC2 Faibles BC3 Fréquents BC4 Continus } contacts avec des parois	<b>BD. Évacuation des personnes en cas d'urgence</b> BD1 Normale, occupation faible, évacuation facile BD2 Longue, occupation faible, évacuation difficile BD3 Encombrée, occupation importante, évacuation facile BD4 Longue et encombrée, occupation importante et évacuation difficile
BA2			
BA3			
BA4			
BA5			
BB1	<b>BB. Résistance électrique du corps humain</b> Normale, conditions sèches, ou humides Faible, conditions mouillées Très faible, conditions immergées	<b>BE. Nature des matières</b> BE1 Risques négligeables BE2 Risques d'incendie BE3 Risques d'explosion BE4 Risques de contamination	
BB2			
BB3			

### C. Construction des bâtiments

Code	Classification et caractéristiques	Code	Classification et caractéristiques
CA1	<b>CA. Matériaux de construction</b> Risques négligeables Bâtiments en matériaux combustibles	<b>CB. Structure des bâtiments</b> CB1 Risques négligeables CB2 Facilite la propagation d'incendie CB3 Risques dus à des mouvements de structure CB4 Constructions flexibles ou instables	
CA2			

## Extrait de norme

### Influences externes pour les locaux d'habitation

Influences externes  Désignation des locaux (habitations ou bureaux)	A. ENVIRONNEMENT						B. UTILISATION				Indices de protection poussières eau IP	Indices de protection chocs mécaniques IK
	Température	Eau	Corps solides	Corrosion	Chocs	Vibrations	Compétence	Résistance du corps	Contacts	Matières		
	AA	AD	AE	AF	AG	AH	BA	BB	BC	BE		
<b>1.1. Locaux domestiques</b>												
Buanderies	4	4	1	1	1,2	1	1	3	3	1	24	07
Caves-cellers	4	2	1	1	1,2	1	1	2	3	1	21	02-07
Chambres	4	1	1	1	1	1	1	1	1,2,3	1	20	02
Cours	3+4	4,5	1	1,2	1	1	1	3	3	1	24	02-07
Cuisines	4	2	1	1	1	1	1	2	3	1	24	02-07
Greniers	4	1	1	1	1	1	1	1	3	2	20	02
Jardins	3+5	4,5	1	1,2	1	1	1	3	3	1	24	02-07
Lieux d'aisance	4	2	1	3	1	1	1	2	3	1	20	02
Locaux à poubelles	4	3	1	1	1	1	1	2	3	1	25	02-07
Lingerie - Salle de repassage	4	2	1	1	1	1	1	1	3	1	21	02
Salle { Volume 0	4	7	1	1	1	1	1	4	3	1	27	02
d'eau { Volume 1											24	02
Volume 2											23	02
Autres emplacements	4	2	1	1	1	1	1	2	3	1	20	02
Salles de séjour	4	1	1	1	1	1	1	1	1,2,3	1	21	02
Séchoirs	4	2	1	1	1	1	1	2	1,2,3	1	21	02
Sous-sols	4	2	1	1	1	1	1	2	3	1	21	02-07
Toilette (cabinets de)	4	2	1	1	1	1	1	2	3	1	21	02

Les indices IP et IK permettent de sélectionner les canalisations électriques, ainsi que la protection de l'appareillage électrique.

### Influences externes pour les exploitations agricoles

<b>1.7. Locaux domestiques</b>												
Bergeries (fermées)	4	4	1	3	2	1	2	3	1	2	35	07
Buanderies	4	4	1	1	2	1	2	3	1	1	24	07
Bûchers	3+4	1	2	1	2	1	2	3	1	2	30	10
Caves de distillation	4	3	1	1,3	2	1	2	3	1	2	23	07
Chais	4	3	1	1	2	1	2	3	1	2	23	07
Çours	3+5	5	1	1,2	2	1	3	3	1	1	35	07
Élevage de volailles	4	4,5	1	3	2	1	3	3	1	2	35	07
Écuries	3+4	5	3	3	2	1	3	3	1	2	35	07
Étables	3+4	5	3	3	2	1	3	3	1	2	35	07
Fumières	3+4	4	1	3	2	1	3	3	1	1	25	07
Fourrages (entrepôts-Fenils)	4	1	4	1	2	1	2	3	1	2	50	07
Greniers-Granges	3+4	1	4	1	2	1	2	3	1	2	50	07
Paille (entrepôts de)	4	1	4	1	2	1	2	3	1	2	50	07
Serres	6	3	1	1	2	1	2	3	1	1	23	07
Poulaillers	4	4	3	3	2	1	3	3	1	2	35	07
Porcheries	4	4	1	3	2	1	3	3	1	1	35	07
<b>1.8. Installations diverses</b>												
Terrains camping-caravaning	3+4	4	2	1,2	2	1	3	3	1	1	34	07
Quais	3+4	6	2	1,2	1	1	3	3	1	1	36	07
Chantiers	3+4	5	2	1,2	3	3	3	3	1	1	44	08
Rues, cours, jardins	3+4	4	2	1,2	2	1	2,3	3	1	1	34	07
Établissements forains	3+6	3	2	1	2	1	2,3	3	3	1	33	07
Piscines { Volume 0	4	7	2	1	1	1	4	3	1	1	38	02
Volume 1	4	5	2	1	1	1	4	3	1	1	35	02
Volume 2	4	4	2	1	1	1	2	3	1	1	34	02
Saunas	6	4	2	1	1	1	3	3	1	1	34	02

\* Suivant emplacement

1,2,3 : le choix du chiffre approprié dépend des conditions particulières

3+5 : les conditions s'ajoutent

## Influences externes pour les établissements recevant du public

Parmi les règlements administratifs qui sont à respecter, en plus de la norme C 15-100, les établissements recevant du public sont assujettis aux dispositions du décret du 31 octobre 1973 dont les différents articles ont été codifiés R 123-1 à R 123-55 dans le code de la construction et de l'habitation. Enfin, un arrêté du 25 juin 1980 a refondu les dispositions générales communes à tous les établissements, notamment pour les installations électriques. Deux dispositions sont essentielles :

- l'éclairage de sécurité,
- les systèmes d'alarme et d'incendie.

Les indices IP et IK donnés dans ce tableau permettent de sélectionner l'appareillage et les canalisations utilisés dans ces locaux.

Influences externes  Désignation des locaux (établissements recevant du public)	A. ENVIRONNEMENT						B. UTILISATION					Indices de protection	Indices de protection chocs mécaniques
	Température	Eau	Corps solides	Corrosion	Chocs	Vibrations	Compétence	Résistance du corps	Contacts	Évacuation	Matières		
	AA	AD	AE	AF	AG	AH	BA	BB	BC	BD	BE		
<b>1. Établissements de spectacles <sup>(1)</sup></b>													
SA = Salles	4	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	20	02
SC = Aménagements scéniques	4	1	1	1	3	1	1	2	3	1	2	20	07
Cl = { Locaux de projection cinématographique	4	1	1	1	1	1	1	2	3	1	2	20	02
AD = Locaux d'administration	4	1	1	1	1	1	1	1	2,3	1	1	20	02
AD = Magasins de costumes, réserves	4	1	1	1	3	1	1	1	2,3	1	2	20	07
AD = { Ateliers Loges d'artistes	4	1	1	1	3	1	1	2	2,3	1	2	20	07
	4	1	1	1	1	1	1	1	2,3	1	1	20	02
<b>2. Autres établissements <sup>(1)</sup></b>													
M = { Magasins de vente, bazars Réserves, locaux de réception d'emballage, d'exposition, resserres, ateliers, garages	4	1	1	1	3*	1	1	2	3	3	1,2	20	08
	4	1	1	1	3*	1	1	2	3	1	2		
N = { Restaurants, cafés, brasseries, débits de boissons, bars Cuisines (grandes)	4	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	20	02
	4	5**	2	3	2	1	1	3	1	4	24	07	
O = Hôtels, pensions de famille	4	1	1	1	1	1	1	1	2,3	3	1	20	02
P = { Bals, dancings, salles de réunions, salles de jeux	4	1	1	1	2	1	1	2	2,3	3	1	20	07
Q = Salles de conférences	4	1	1	1	1	1	1	1	2,3	3	1	20	02
R = Établissements d'enseignement	4	1,2	1	1	1,2	1	1	1,2	2,3	3	1	20	02
S = Bibliothèques, Archives, Musées	4	1	1	1	1	1	1	1	2,3	3	2	20	02
T = { Expositions : - Halls et salles - Réserves, locaux de réception et d'emballage, ateliers, garages	4	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	21	07
	4	1	1	1	3*	1	1	1	3	1	2	21	08
U = { Établissements sanitaires, crèches Blocs opératoires	4	1	1	1	1,2	1	2,3	2	3	3	1	20	02
	4	1	1	1	2	1	3	2	3	1	1,3	20	07
V = Établissements de cultes	4	1	1	1	1	1	1	2	2,3	3	1	20	02
W = Banques, administrations	4	1	1	1	1	1	1	1	2,3	3	1	20	02

\* Peuvent être classés en établissements industriels.

(1) Les lettres précédant la désignation des établissements sont celles des articles du règlement de sécurité.

## Influences externes pour les établissements industriels

La législation (nomenclature et réglementation des établissements dangereux, insalubres ou incommodes) définit les inconvénients (ou risques) que présentent les établissements industriels. Les numéros de cette nomenclature sont donnés en dernière colonne.

Les influences BA (compétence) et BD (évacuation) sont toujours égales à 1, de même BC (contacts) est toujours égal à 3 et ne figurent pas dans le tableau.

Les indices de protection IP et IK donnés dans ce tableau permettent de sélectionner l'appareillage et les canalisations utilisés dans ces locaux.

Influences externes  Désignation des locaux (établissements industriels)	A. ENVIRONNEMENT						B. UTILISATION		Indices de protection		Numéros de la nomenclature
	Température	Eau	Corps solides	Corrosion	Chocs	Vibrations	Résistance du corps	Matières			
	AA	AD	AE	AF	AG	AH	BB	BE	IP	IK	
Acides (fabrication et dépôts)	4	3	2	4	2	1	2	2,3	33	07	10-31
Blanchisseries	4	3,4	1	3	2	1	2,3	1	23	07	79
Boucheries	4	4,5	1	1	2	1	3	4	24	07	
Boulangeries	4	1	4	1	2	1	2	4	50	07	
Brasseries	4	4	1	2	2	1,2	3	4	24	07	86
Caoutchouc (transformation)	4	4	4	1,3	2	1	2	2	54	07	95 à 98
Cartoucheries	4	3	4	1	3	1	2	2+3	53	08	108-109
Cartons (fabrication)	4	3	2	1	2	1	2	1,2	33	07	330
Carrière	4	5	4	2	3	1	3	1	55	08	
Cellulose (fabrication)	4	4	2	1	3	1	3	2	34	08	112 bis
Charbon (entrepôts)	3+4	3	4	1	3	1	2	2	53	08	
Charcuteries	4	4,5	1	1	2	1	2	4	24	07	
Cimenteries	4	1	4	3	3	1	2	1	50	08	146
Cokeries	4+6	3	4	1	3	1	2	2,3	53	08	151
Combustibles liquides (dépôts)	3+4	2,3	2	1	3	1	2	2+3	31	08	253
Décapage	4	4	4	4	3	1	3	1	54	08	278-287
Distilleries	4	3	2	3	2	1	2	2	33	07	35-250
Électrolyse	4	3	1	4	3	1	2	3	23	08	288
Filatures	4	1	4	2	2	1	2	2	50	07	197
Frigorifiques (entrepôts)	2	3	2	3	2	1	2	1,2+3	33	07	361
Gaz (usines et dépôts)	3+4	2	2	3	3	1	2	2+3	31	08	207 à 212
Hydrocarbures (fabrication)	4	3,4*	2	4	3	1	2,3*	2+3	34	08	235
Imprimeries	4	1	1	1	3	1,2	2	2	20	08	
Laiteries	4	5	1	3	2	1	3	4	25	07	242
Laveries	4	5	1	1	2	1	3	1	25	07	91
Machines (salles des)	4	1	1	1	3	3	2	1	20	08	
Matières plastiques (fabrication)	4	2	4	4	3	1,2	2	2+3	51	08	271-272
Menuiseries	4	1	4	1	3	2	2	2,3	50	08	81
Métaux (traitement des)	4	2,3	2	3	3	2	2	1,2,3	31	08	277 à 289
Moteurs thermiques (essais)	4	1	2	1	3	3	2	2+3	30	08	298 à 300
Ordures ménagères (traitement)	4	3,4*	4	3	2	1	2,3*	2	53	07	322
Papier (fabrication)	4	3,4*	2	1	2	1,2	2,3*	2	33	07	330
Peintures (fabrication)	4	3	2	3	2	1,2	2	2,3	33	07	
Plâtres (broyage-dépôts)	4	1	4	3	2	2	2	1	50	07	123-125
Produits chimiques (fabrication)	4	1	2,4	4	3	1,2	2	2,3	30	08	divers
Raffineries de pétrole	3+4	4	2	3	2	1	3	2+3	34	07	
Savons (fabrication)	4	2	2	4	2	1	2	1	31	07	374
Scieries	4	1	4	1	3	3	2	2	50	08	81
Serrureries	4	1	2	1	3	1,2	2	1	30	08	375
Sucreries	4	5	4	3	2	1	3	2,3	55	07	387
Tanneries	4	5	2	3	2	1	3	1	35	07	393
Teintureries	4	5	2	3	2	1	3	2,3	35	07	395
Textiles, tissus (fabrication)	4	2	4	1	3	1,2	2	2	51	08	397
Vernis (fabrication, application)	4	2	2	3	2	1,2	2	2+3	31	07	404 à 407
Verreries	4	3	2	3	3	1,2	2	2+3	33	08	408-409

\* Suivant emplacements.

# 2

## Dossier technique d'une installation

Pour réaliser une installation électrique, l'électrotechnicien doit tenir compte à la fois :

- des besoins en électricité de l'utilisateur ;
- des règlements normatifs et de sécurité.

À partir de ces données, l'électrotechnicien doit être capable de déterminer les solutions technologiques à adopter en fonction du matériel existant dans les différents catalogues des constructeurs.

Le résultat de ce travail sera le projet d'installation qui comportera :

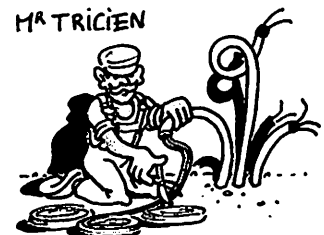
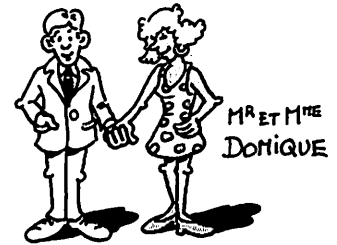
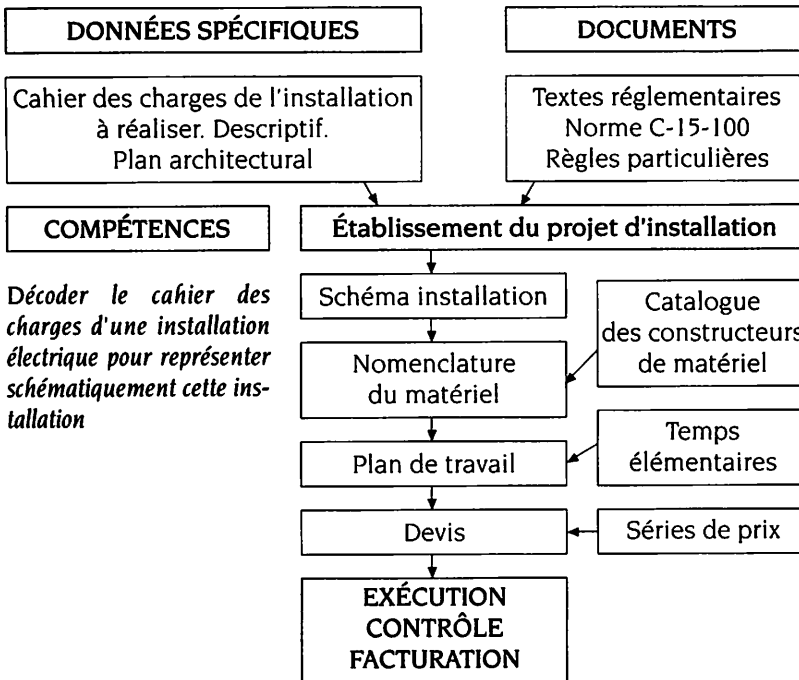
- les schémas de l'installation ;
- la nomenclature du matériel ;
- le plan de travail ;
- le devis.

### OBJECTIF

Être capable, préalablement à une installation, de réunir les informations nécessaires et de les décoder pour établir un schéma architectural de l'installation

### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 3.1



### 1 Cahier des charges

C'est le document qui sert de contrat entre le client (appelé maître d'ouvrage) et l'entrepreneur de construction.

Il est établi par l'architecte, souvent aidé d'un ingénieur ou d'un technicien spécialiste des fluides.

Il comprend essentiellement :

- un descriptif,
- des plans.

## 1.1. Le descriptif

Il précise, pour toutes les professions qui vont se succéder lors de la construction d'un bâtiment, les matériaux, les règlements, les dispositions particulières.

Plus spécialement, pour l'électricien, le descriptif va préciser, en fonction de la nature du local, les installations électriques à réaliser. Par exemple, en fonction de la nature des pièces d'une maison d'habitation (chambre, cuisine, salle de séjour) et de leurs dimensions, le client, le maître d'ouvrage, et l'architecte, décident ensemble du nombre de prises de courant, de points lumineux et d'appareils électroménagers.

*Exemple* : Chambre 4 : 1 point lumineux au centre commandé par va-et-vient ; 4 prises de courant 10/16 A avec terre.



## 1.2. Le plan architectural

Il représente le bâtiment avec ses formes et dimensions. C'est sur ce plan que sont indiqués les emplacements où l'on fixe les prises de courant et les points lumineux. L'installation électrique étant fixée aux parois et passant dans la dalle et le plafond, il est très important de connaître les techniques de construction pour savoir les parcours et les modes de pose et de fixation des canalisations (fig. 1).

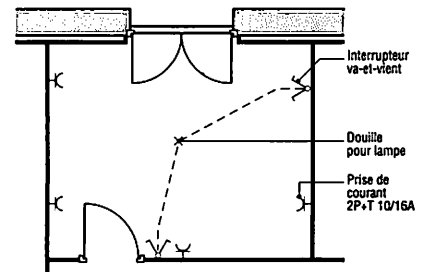


Fig. 1 : Représentation en schéma architectural.

## 2 Analyse fonctionnelle d'une installation

Toute installation électrique comporte :

- une **source d'énergie** ou arrivée de courant ;
- de l'**appareillage électrique** de commande, de protection ;
- des **appareils d'utilisation** ; éclairage, chauffage, force motrice... ;
- des **canalisations électriques** reliant l'ensemble.

Une représentation de la structure fonctionnelle d'une installation électrique est donnée figure 2. Elle met en relation les fonctions à assurer et les appareils qui remplissent ces fonctions (fig. 2).

On peut aussi utiliser la représentation fonctionnelle du système de distribution et d'utilisation de l'énergie électrique emprunté au modèle SADT (Structured Analysis and Design Technique) (fig. 3) :

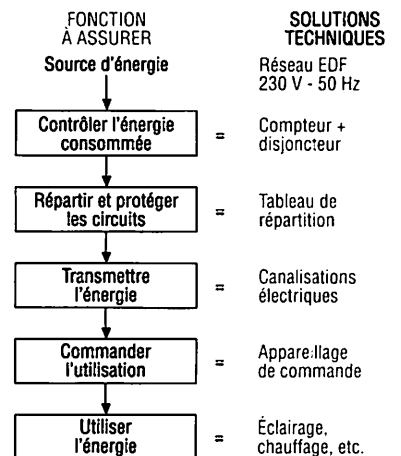


Fig. 2 : Structure fonctionnelle d'une installation électrique.

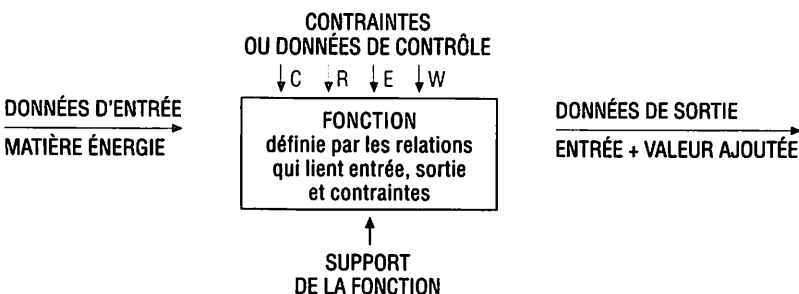


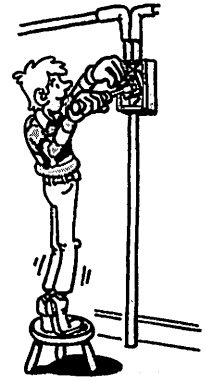
Fig. 3 : Représentation SADT de niveau A-1.

- **en entrée** on trouve des produits, de l'énergie ou des informations ;
- **en sortie**, ce qui était à l'entrée, plus une valeur ajoutée ;
- la fonction est réalisée en tenant compte de **contraintes** ou **données de contrôle** :

C = configuration, R = réglage, E = exploitation, W = énergie.

## L'essentiel

- La réalisation d'une installation électrique met en cause trois acteurs : l'utilisateur, le concepteur, le réalisateur.
- Le cahier des charges comporte obligatoirement :
  - un descriptif ;
  - les plans du bâtiment.
- Sachant qu'une installation électrique comporte une source d'énergie, de l'appareillage, des canalisations, des récepteurs ou appareils d'utilisation de l'énergie, l'analyse fonctionnelle fait apparaître les fonctions suivantes :
  - contrôler l'énergie consommée ;
  - répartir et protéger les circuits ;
  - transmettre l'énergie ;
  - commander l'utilisation ;
  - utiliser l'énergie en toute sécurité.
- Le schéma architectural représente les positions topographiques des différents appareils. Il est réalisé à partir des besoins de l'utilisateur.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Pour un projet d'installation on établit un cahier des charges.
2. Le cahier des charges doit être conforme à la norme NF-C 15 100.
3. Le descriptif est un schéma électrique.
4. Le descriptif donne le nombre d'interrupteurs et de prises de courant.
5. Le schéma architectural indique les constructeurs de matériel.
6. La liste du matériel est établie avec la norme NF C 15 100.
7. Les catalogues constructeur permettent d'établir la nomenclature.
8. Le maître d'ouvrage est celui qui fait construire.
9. Le maître d'ouvrage est l'installateur électrique.
10. Le schéma architectural est établi sur le plan de l'architecte.
11. La fonction répartir et protéger les circuits est réalisée par le tableau de répartition.
12. La fonction transmettre l'énergie est réalisée par l'appareillage de commande.
13. La fonction utiliser l'énergie est réalisée par un radiateur électrique.
14. La fonction contrôler l'énergie est réalisée par un ordinateur.
15. Dans une analyse fonctionnelle un réglage est une donnée de contrôle.
16. À l'intérieur du rectangle on écrit la fonction assurée sous forme d'un verbe à l'infinitif.
17. La liste du matériel, avec les références des constructeurs fait partie du cahier des charges.
18. Pour réaliser une installation, il n'est pas nécessaire de connaître la norme NF C 15 100.
19. Le client et l'architecte sont une même personne.
20. Le devis fait partie du cahier des charges.

## RÉSOLUS

1. Établissez le descriptif de l'installation électrique d'un cellier comportant un lave-linge, un sèche-linge, un congélateur avec un éclairage central.

**Solution :**

- 1 point lumineux au centre avec SA.
- 1 prise de courant 16 A + T lave-linge.
- 1 prise de courant 16 A + T sèche-linge.
- 1 prise de courant 16 A + T congélateur.

2. Établissez, d'après le plan de l'architecte, le schéma architectural de l'installation électrique d'un cellier comportant un lave-linge, un sèche-linge, un congélateur avec un éclairage central (fig. 4).

**Solution :** Le tracé en couleurs représente les éléments du schéma architectural.

3. Étant donné le plan de la villa de Monsieur Martin (p. 21) et le descriptif correspondant (p. 22), on vous demande d'établir le schéma architectural pour l'installation niveau habitation partie A1 du descriptif.

**Solution :** Pour réaliser le schéma architectural de cette installation, il faut :

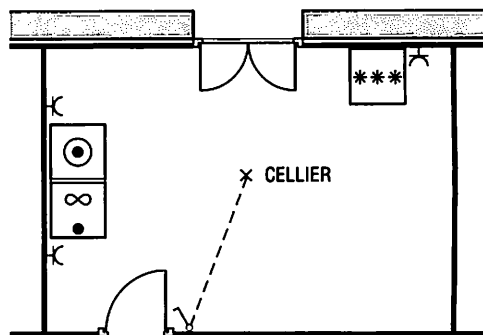


Fig. 4 : Plan architectural d'un cellier.

- utiliser les symboles contenus dans les planches de schéma, p. 19 et 20 ;
  - lire le descriptif (p. 22) ;
  - positionner les points lumineux ;
  - positionner les interrupteurs et commutateurs ;
  - les relier par des traits en pointillé ;
  - positionner les prises de courant (mettre toujours au moins une prise de courant entre deux ouvertures afin de ne pas avoir de fils qui passent devant une porte).
- Schéma architectural : voir p. 23.

## À RÉSOUDRE

1. Réalisez le schéma architectural concernant le poste A3 installation alarme-téléphone télévision, mais uniquement pour la chambre 1, la cuisine, la salle de séjour. Utilisez les symboles normalisés pour chaque prise.

2. Représentez pour le poste A2, installation de chauffage électrique, l'emplacement des radiateurs définis dans le descriptif. Ce tracé pourra être fait sur un plan de la maison.

3. Reconstituez en observant votre habitation le descriptif de l'installation électrique (éclairage et prises de courant).

4. Sur un plan de votre habitation, situez l'emplacement des prises, interrupteurs et points lumineux.

5. Effectuez le descriptif de l'installation électrique d'une salle de classe.

6. Représentez sur un plan architectural sommaire de votre salle de classe l'emplacement des appareils électriques.

7. Étant donné le plan architectural et le descriptif de cette salle de classe (fig. 5), établissez le schéma architectural. Descriptif :

- 4 points lumineux commandés en double allumage (DA) ;

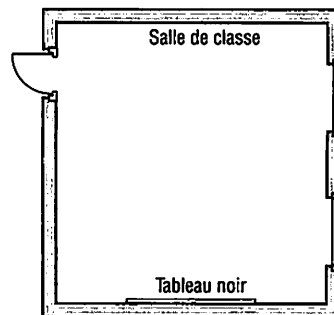


Fig. 5 .

- 3 prises de courant 10/16 A + T ;
- 1 point lumineux au-dessous du tableau simple allumage (SA).

8. Établissez le descriptif de l'installation électrique d'un garage particulier de largeur 3,5 m, et de longueur 7,5 m, avec une porte de 2 m sur la largeur, comportant 2 prises de courant et un éclairage central.

9. Établissez le schéma architectural de l'installation électrique du garage dont les caractéristiques sont définies à l'exercice précédent.



## Symboles pour schémas d'installation et plans architecturaux NF C 03-211

### Identification des conducteurs

Symbole	Désignation
	Conducteur neutre
	Conducteur de protection
	Conducteur de protection et neutre confondus
	Canalisation triphasée avec conducteur neutre et conducteur de protection

### Socle de prises de courant (suite)

Symbole	Désignation
	Socle de prise pour terminal de télécommunication Symbole général On les différencie par les symboles suivants :
	TP = Téléphone M = Microphone FM = Modulation de fréquence HP = Haut-parleur TV = Télévision TX = Télèx

### Canalisations

	Canalisation montante
	Canalisation descendante
	Canalisation traversante verticale
	Boîte, symbole général
	Boîte de connexion
	Coffret de branchement avec une canalisation
	Coffret de répartition figuré avec trois canalisations

### Interrupteurs

	Interrupteur, symbole général (SA)
	Interrupteur à lampe témoin
	Interrupteur bipolaire (DA)
	Commutateur unipolaire double
	Inverseur unipolaire va-et-vient (VV)
	Inverseur double, permutateur
	Interrupteur gradateur
	Interrupteur à tirette
	Bouton-poussoir
	Bouton-poussoir lumineux
	Bouton-poussoir à accès protégé (glace à briser...)
	Minuterie
	Interrupteur horaire
	Dispositif de commande ou de contrôle par serrure
	Contrôleur de ronde

### Socles de prises de courant

forme préférée 	Socle de prise de courant, symbole général
autre forme 	
	Socle pour plusieurs prises de courant, trois prises
forme 1	Socle avec contact pour conducteur PE
forme 2	
	Socle avec volet d'obturation
	Socle avec interrupteur unipolaire
	Socle avec interrupteur de verrouillage
	Socle avec transformateur de séparation

### Appareils divers

	Touche à effleurement lumineuse symbole général
	Interrupteur gradateur à effleurement
	Télérupteur
	Minuterie avec préavis d'extinction

(suite)

## Installations d'éclairage

Symbole*	Désignation
	Point d'attente d'appareil d'éclairage représenté avec canalisation
	Lampe, symbole général
	Luminaire à fluorescence

\* Ces symboles sont détaillés chapitre 12 éclairage p. 119.

## Appareils divers

	Chauffe-eau
	Ventilateur électrique
	Horloge de pointage
	Gâche électrique
	Interphone portier

## Liaison d'interdépendance

	Trait mixte, si aucune confusion possible avec liaison mécanique
	Avec repère corrélatif (k)

## Appareils électro-domestiques

Symbole	Désignation
	Appareil de chauffage électrique, symbole général
	Appareil de chauffage électrique à accumulateur
	Climatiseur
	Cuisinière électrique
	Réfrigérateur
	Lave-vaisselle
	Lave-linge
	Armoire sèche-linge
	Hotte aspirante
	Four à micro-ondes
	Réfrigérateur avec compartiment congélateur

# Définitions et classification des schémas, diagrammes, tableaux selon NF C 03-151

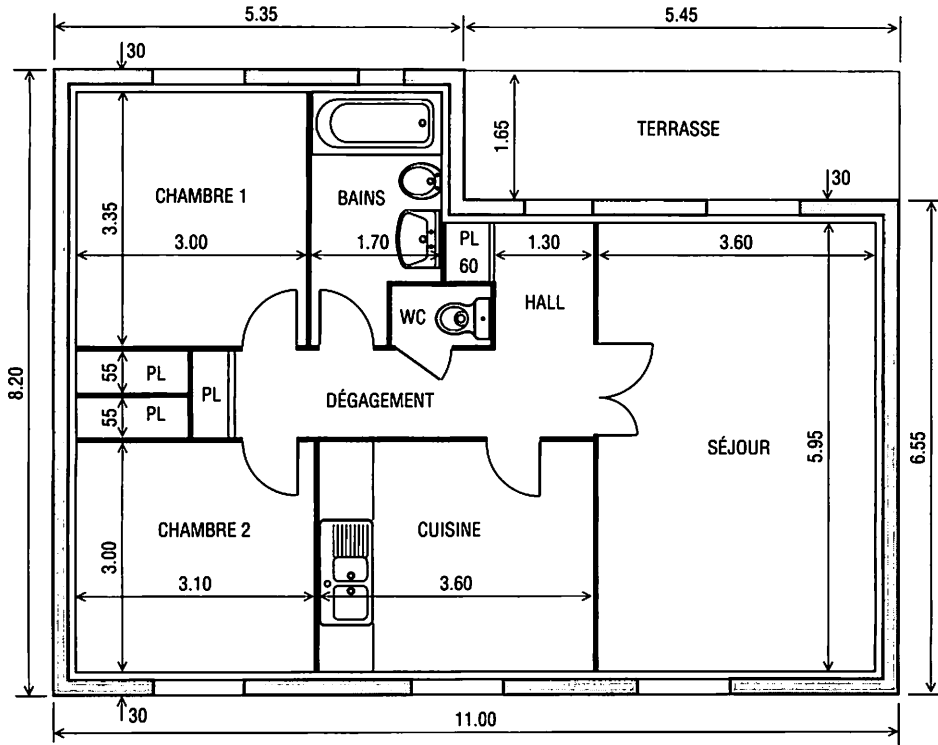
### Classification selon le but envisagé

- Schémas explicatifs**
  - Schéma fonctionnel** : il montre les interdépendances entre les fonctions.
  - Schéma des circuits ou schéma de principe** : détaille le fonctionnement.
  - Schéma d'équivalence** : c'est un schéma explicatif particulier.
- Diagramme ou tableaux explicatifs**
  - Diagramme ou tableau de séquence** : il est destiné à faciliter l'analyse des actions successives.
  - Diagramme ou tableau de séquence-temps** : tient compte en plus de la valeur des intervalles de temps entre les actions successives.
- Schémas de réalisation**  
Ils sont destinés à guider la réalisation et la vérification des connexions :
  - Schéma des connexions intérieures**
  - Schéma des connexions extérieures**
  - Schéma des bornes**
- Plans ou tableaux de disposition**  
Ils donnent des indications précises sur l'emplacement des parties d'une installation.

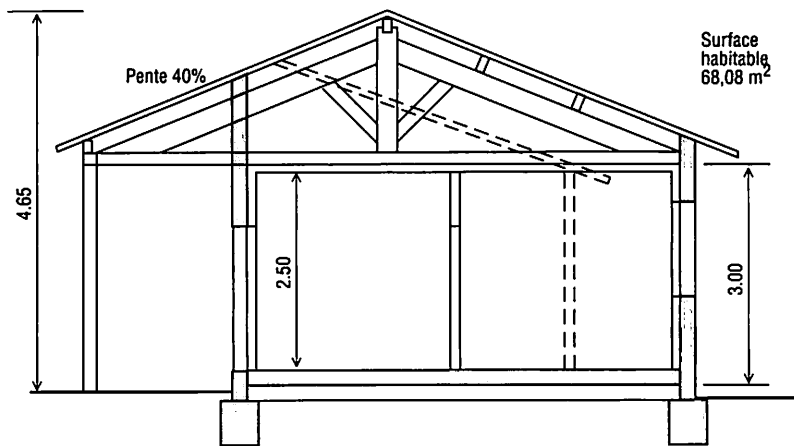
### Classification selon le mode de représentation

- Nombre de conducteurs**
  - Représentation unifilaire** : deux ou plusieurs conducteurs sont représentés par un trait unique.
  - Représentation multifilaire** : chaque conducteur est représenté par un trait individuel.
- Emplacement des symboles**
  - Représentation assemblée** : les symboles des éléments d'un appareil sont représentés juxtaposés sur le schéma.
  - Représentation rangée** : les symboles des éléments d'un appareil sont disposés de façon à pouvoir représenter simplement les liaisons mécaniques.
  - Représentation développée** : les symboles des éléments sont séparés et disposés pour suivre facilement le tracé.
- Représentation topographique**  
L'emplacement des symboles rappelle la disposition topographique des matériels correspondants : schémas de réalisation, schémas architecturaux, schémas de réseaux.

**Vue en plan**



**Vue en coupe**



échelle : 1 cm p.m.

**T3 PLAN ET COUPE**

**Maître d'ouvrage : MARTIN Jean-Claude  
Commune : SERVET (01)**

## Extrait du cahier des charges

### Descriptif

Villa type T3 située à SERVET-01.  
 Maître d'ouvrage : MARTIN Jean-Claude  
 Architecte : BASLEY

#### Sommaire :

LOT N° 1 : Gros œuvre	LOT N° 6 : Plomberie
LOT N° 2 : Cloisons	LOT N° 7 : Électricité
LOT N° 3 : Ouvrages	LOT N° 8 : Carrelage
LOT N° 4 : Menuiseries	LOT N° 9 : Peintures
LOT N° 5 : Serrureries	LOT N° 10 : Vitreries

#### LOT N° 7 : ÉLECTRICITÉ

A0 - Prescriptions particulières  
 A1 - Équipement niveau habitation  
 A2 - Installation chauffage  
 A3 - Installation Alarme-Téléphone-Télévision  
 A4 - Alimentation-Protection

#### A0 PRESCRIPTIONS PARTICULIÈRES

Les installations seront conformes aux normes et décrets en vigueur applicable aux travaux considérés. Document technique de base :

NORME C 15-100

#### A1 ÉQUIPEMENT NIVEAU HABITATION

##### **Chambre 1 :**

1 point lumineux au centre en V et V.  
 4 prises de courant 10/16 A avec terre.

##### **Chambre 2 :**

1 point lumineux au centre en SA.  
 3 prises de courant 10/16 A avec terre.  
 1 prise de courant 10/16 + T commandée en SA.

##### **Salle de bains :**

1 point lumineux en SA.  
 2 points lumineux en applique SA.  
 1 prise de courant 10/16 A + T.  
 1 liaison équipotentielle.

##### **WC :**

1 point lumineux central SA.

##### **Hall et terrasse :**

1 point lumineux en applique et 1 point lumineux central commandés de 3 points par boutons-poussoirs lumineux.  
 1 point lumineux extérieur SA.  
 1 prise de courant 10/16 A + T.  
 1 prise de courant 20 A + T pour chauffe-eau.

##### **Salle de séjour :**

1 point lumineux central en DA.  
 5 prises de courant 10/16 A + T.  
 2 appliques extérieures en SA.

##### **Cuisine :**

1 point lumineux central en SA.  
 1 point lumineux en classe II, SA.

4 Prises de courant 10/16 A + T.  
 1 prise de courant 16 A + T lave-vaisselle.  
 1 prise de courant 16 A + 1 lave-linge.  
 1 prise de courant 32 A + T cuisinière.

#### A2 INSTALLATION CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

Le chauffage électrique sera assuré par des convecteurs électriques basse température munis de thermostat à bulle.  
 Chambre 1 : 1 convecteur 1 500 W.  
 Chambre 2 : 1 convecteur 1 500 W.  
 Salle de bains : 1 convecteur 1 000 W classe II.  
 Hall : 1 convecteur 1 000 W.  
 Salle de séjour : 2 convecteurs 2 000 W.  
 Cuisine : 1 convecteur 2 000 W.

#### A3 INSTALLATION : ALARME, TÉLÉPHONE, TÉLÉVISION

##### **Chambre 1 ; cuisine ; salle de séjour :**

1 prise télévision  
 1 prise téléphone  
 1 prise modulation de fréquence

##### **Hall :**

1 détecteur infrarouge  
 1 interphone avec portail extérieur

Les prises téléphone seront conformes à la réglementation PTT en vigueur.

Le système d'alarme volumétrique comportera en plus une alarme périmétrique avec contact sur toutes les ouvertures.

#### A4 ALIMENTATION-PROTECTION

Câble d'alimentation U 1000 R02V de 4 x 16 mm<sup>2</sup> (longueur prévue 40 m).

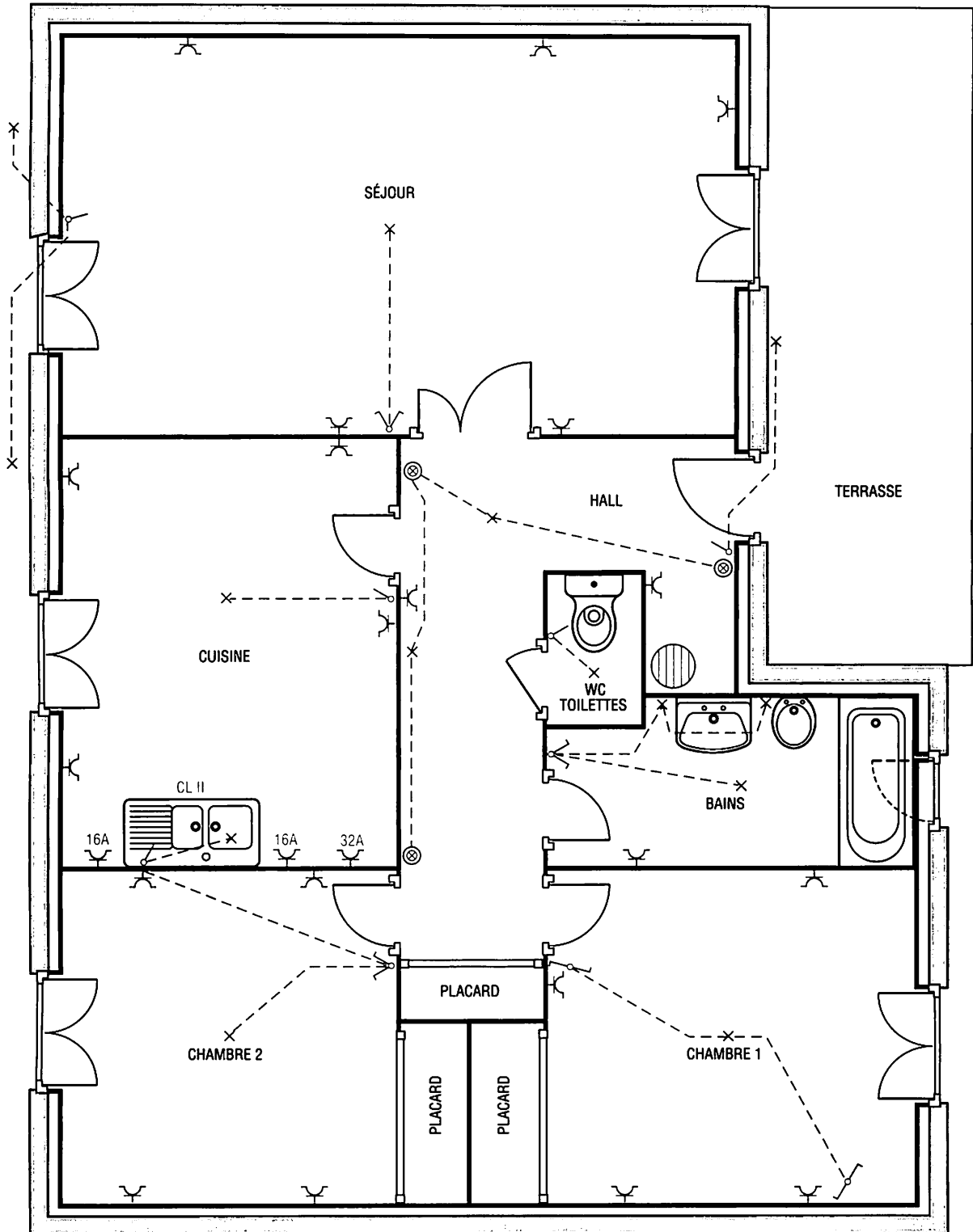
Câble de télécommande U 1000 R02V de 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> (même longueur).

Fourreaux et regard à la charge de l'entreprise de gros œuvre.  
 Fourreaux pour téléphone et câble télévision en réserve (longueur 40 m environ).

##### **Tableau comprenant :**

1 disjoncteur bipolaire 10-30 A différentiel.  
 3 disjoncteurs 15 A lumière.  
 4 disjoncteurs 25 A prises.  
 2 disjoncteurs 25 A lave-linge, lave-vaisselle.  
 1 disjoncteur 38 A cuisinière.  
 1 interrupteur différentiel 30 mA (s.d.B).  
 1 interrupteur différentiel 30 mA (prises).  
 1 interrupteur chauffage 32 A bipolaire.  
 3 disjoncteurs 25 A convecteurs.  
 1 disjoncteur 25 A chauffe-eau.  
 1 contacteur heures creuses ou  
 1 contacteur EJP.  
 1 système de programmation et régulation de chauffage avec sonde extérieure.  
 1 système d'alarme avec avertissement à distance par ligne téléphonique.  
 Prise de terre générale réalisée par câble en cuivre nu en fond de fouilles avec barrette de coupure.

# Plan architectural Installation électrique d'une villa type T3



# 3

## Structure d'une installation électrique

### 1 Conditions que doivent remplir les installations électriques

#### 1.1. Protection contre les risques d'électrocution

Il faut assurer la protection des personnes ou des animaux contre tous les risques de contact avec le courant électrique :

##### a) Choc électrique direct

S'il y a passage du courant électrique à travers le corps humain. Deux cas peuvent se produire :

- vous touchez un conducteur mal isolé ou nu et vous n'êtes pas isolé de la terre (fig. 1) ;
- vous touchez deux conducteurs nus à des potentiels différents (fig. 2).

##### b) Choc électrique indirect

Vous touchez une masse métallique qui normalement ne présente pas de danger mais qui accidentellement est mise sous tension (fig. 3).

#### 1.2. Protection contre les risques d'incendie (fig. 4)

Une installation électrique bien exécutée ne doit produire aucun échauffement qui puisse provoquer des brûlures ou déclencher un incendie.

#### 1.3. Protection contre les surintensités

a) Par suite d'un défaut sur un appareil d'utilisation d'énergie électrique (plusieurs gaufriers sur une prise multiple), l'intensité absorbée est 5 à 10 fois l'intensité normale. On dit qu'il y a **surcharge**.

b) Si l'on met accidentellement en contact deux fils de polarités différentes, il y a **court-circuit**.

#### 1.4. Protection contre les surtensions

La foudre, en tombant sur une ligne aérienne, peut provoquer des surtensions capables d'endommager gravement les installations électriques. Il convient donc de s'en protéger (fig. 5).

#### OBJECTIF

Décoder les informations techniques, normatives et réglementaires. Les interpréter pour structurer une installation et répartir les circuits dans le domaine résidentiel.

#### SAVOIRS TECHNOLOGIQUES

S 3.1 et S 6.2



Fig. 1 : Contact direct entre conducteur nu sous tension et la terre.

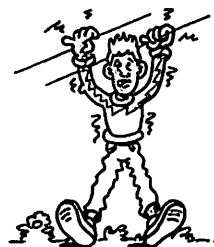


Fig. 2 : Contact direct entre 2 conducteurs nus à des tensions différentes.



Fig. 3 : Contact indirect, masse mise accidentellement sous tension.



Fig. 4 : Risque d'incendie.

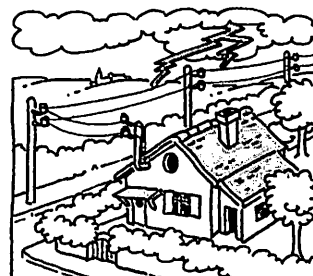


Fig. 5 : Risque de surtension.

### 1.5. Autres conditions

- Outre les protections évoquées, il faut pouvoir procéder à la mise hors tension d'un circuit lorsque survient un défaut :
- dispositif de **sectionnement** pour pouvoir isoler une partie de l'installation (porte-fusible bipolaire ouvert) (fig. 6) ;
  - dispositif de **coupure d'urgence** (fonction assurée par le disjoncteur de branchement) ;
  - l'installation électrique doit être **indépendante** des autres installations, canalisations d'eau, téléphone, etc.
  - le matériel électrique doit être **accessible** pour l'entretien et le dépannage ;
  - le matériel doit être alimenté sous la **tension normale** pour laquelle il a été conçu.



Fig. 6 : Sectionnement.

## 2) Structure des installations

### 2.1. Alimentation (fig. 7)

#### a) Nature du courant

Courant continu : symbole — ou - - - -

Courant alternatif : symbole ~ 50 hertz en Europe  
~ 60 hertz en Grande-Bretagne et aux USA.

#### b) Types de réseaux

Un réseau électrique est caractérisé par le nombre de conducteurs actifs : monophasé (une phase + neutre) ou triphasé, trois phases. Un conducteur actif (ou phase) est celui qui est parcouru par un courant, et soumis à une différence de potentiel.

#### c) Tensions disponibles sur le réseau 230 / 400 V

Le réseau 230/400 V permet les trois modes de raccordements décrits dans le schéma ci-dessous. La tension disponible entre le neutre et une phase est de 230 V. Elle est de 400 V entre chacune des phases.

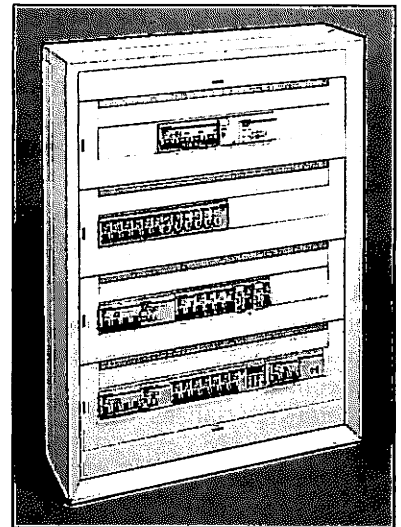
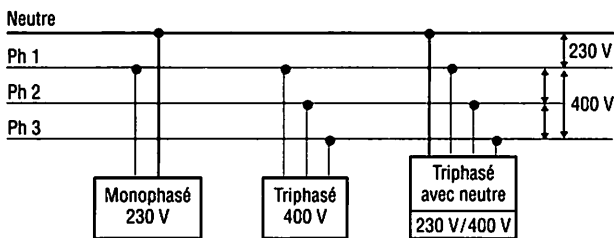


Fig. 7 : Tableau de distribution terminale « Multi 9 » (Merlin-Gérin).

La puissance installée s'exprime en volt-ampère (VA). L'alimentation électrique étant à tension constante, les puissances installées sont caractérisées par les valeurs d'intensité, et donc désignées quelquefois en ampères.

### 2.2. Puissance installée

#### a) En fonction du type de logement

Selon le nombre de pièces, on définit une puissance minimale.

Type de logement (en fonction du nombre de pièces)	Nombre de pièces principales	Puissance minimale en kW	Disjoncteur en A
Type I	1	3	15 à 45
Type I bis* à IV	1 à 6	6	15 à 45 ou 60

\* Type I bis = studio cabine.

## b) En fonction des besoins de l'habitation

Tenir compte de tous les appareils fonctionnant simultanément pour déterminer la puissance installée peut conduire à des exagérations, notamment pour les prises de courant dont le calibre est de 10 à 16 ampères. La réglementation préconise un facteur de simultanéité défini dans le tableau 1, ci-contre.

## 3 Division d'une installation

La subdivision des installations en plusieurs circuits permet de limiter les conséquences d'un défaut en ne coupant que le circuit défectueux. Elle facilite aussi les vérifications et les recherches de défauts.

### 3.1. Commande et protection générale

Un disjoncteur général assure la commande et la protection générale de toute l'installation (fig. 8).

Il peut être bipolaire 15/30/45, 60 A ou de type 60/75/90 A.

Dans le cas où le disjoncteur général n'est pas différentiel, il y a lieu d'installer immédiatement en aval un ou plusieurs interrupteurs différentiels, de préférence haute sensibilité qui assurent une protection complémentaire en cas de contact avec un conducteur sous tension (fig. 9).

### 3.2. Protection et sectionnement de chaque circuit

a) L'arrivée générale est divisée en plusieurs circuits remplissant chacun une fonction (fig. 10) :

- circuits foyers lumineux fixes section 1,5 mm<sup>2</sup>
- circuits des prises 16 A section 2,5 mm<sup>2</sup>
- circuits spécialisés
  - chauffe-eau section 2,5 mm<sup>2</sup>
  - lave-linge section 2,5 mm<sup>2</sup>
  - lave-vaisselle section 2,5 mm<sup>2</sup>
  - appareil de cuisson section 6 mm<sup>2</sup>

b) Protection et coupure bipolaire (fig. 11)

Chaque circuit est protégé par un dispositif de sectionnement et de protection à **coupure bipolaire** à base de fusibles ou de disjoncteurs.

### 3.3. Règles générales de division des circuits

a) L'éclairage est réparti de préférence entre plusieurs circuits, de même pour les prises de courant.

b) Les circuits foyers lumineux et prises de courant ne doivent pas comporter plus de 8 points d'utilisation.

c) Les circuits sont spécialisés en fonction des appareils qu'ils desservent et ces appareils ont chacun un circuit distinct.

d) Tous les circuits de prises doivent comporter un conducteur de terre, de section égale aux autres conducteurs. La protection est assurée par une protection différentielle\* haute sensibilité (30 mA).

c) Les circuits d'éclairage et de chauffage des salles de bains doivent être munis d'une protection différentielle haute sensibilité (30 mA).

Pour les locaux à usage résidentiel, un organisme appelé PROMOTELEC publie des indications précises pour réaliser des installations conformes aux normes ; la fiche de documentation (page 32) donne des indications complémentaires.

\* La protection différentielle est traitée au chapitre 10, p. 102.

Tableau 1 : Facteur de simultanéité

Utilisation	Facteur de simultanéité
Éclairage	1
Chauffage électrique	1
Chauffe-eau	1
Conditionnement d'air	1
Prise de courant	$0,1 + \frac{0,9}{N^*}$
Appareil de cuisson	0,7
Ascenseur	0,75
Moteur	0,75

N\* = Nombre de prises de courant alimentées par le même circuit.

Exemple : Soit 8 prises de courant 16 A alimentées par le même circuit, cela représente en réalité :

$$8 \times 16 \left( 0,1 + \frac{0,9}{8} \right) = 128 \times 0,212 = 27,1 \text{ A,}$$

ce qui représente un maximum à éviter.

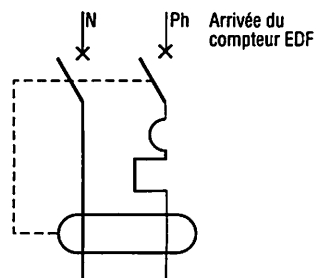


Fig. 8 : Disjoncteur avec protection magnétique thermique différentielle.

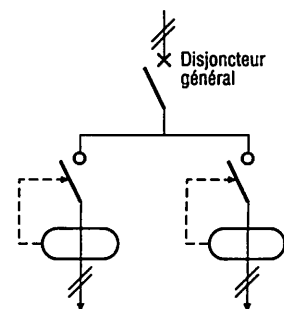


Fig. 9 : Interrupteurs différentiels.

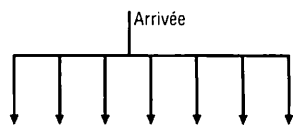


Fig. 10 : Division de circuits.

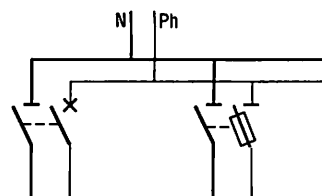


Fig. 11 : Sectionnement bipolaire. Protection par disjoncteur ou fusible.

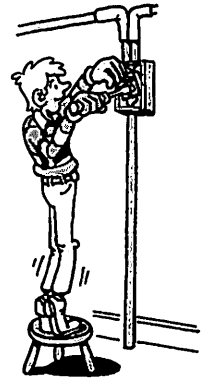


## L'essentiel

■ Une installation électrique doit distribuer l'énergie électrique en toute sécurité et assurer une protection contre les risques : d'électrocution, d'incendie, de la foudre (surtensions). Elle doit posséder aussi des dispositifs de coupure (sectionnement, coupure d'urgence). Enfin elle doit être indépendante des autres installations.

■ L'alimentation est caractérisée par la nature du courant, le type de réseau et sa tension, ainsi que par la puissance installée.

■ La division d'une installation permet de limiter les conséquences d'un défaut. Une protection générale est complétée par une protection et un sectionnement de chaque circuit terminal. La protection est bipolaire. Chaque circuit terminal remplit une fonction particulière ; éclairage, prises de courant, chauffe-eau, cuisinière, lave-linge.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Si l'on touche un conducteur non isolé, sans être isolé de la terre, il y a risque d'électrocution.
2. Lorsque l'on touche deux conducteurs nus à des potentiels différents, on dit qu'il y a choc électrique indirect.
3. Si l'on reçoit un picotement en touchant l'enveloppe métallique d'un lave-linge, on peut dire que le lave-linge a un défaut d'isolement.
4. Lorsque l'on touche un lave-linge qui a un défaut d'isolement, on dit qu'il y a contact direct.
5. Un mauvais contact sur un appareil électrique peut provoquer un échauffement anormal.
6. Un fil électrique sous tension qui touche un carter métallique isolé du sol, est un court-circuit.
7. Deux fils électriques de polarités différentes qui se touchent provoquent un court-circuit.
8. Si l'on branche sur une prise de courant 10/16 A, une prise multiple qui alimente 5 radiateurs qui absorbent chacun 8 A, il y a risque d'incendie.
9. Il n'existe pas de protection des installations électriques contre la foudre.
10. Les lignes aériennes sont insensibles à la foudre.
11. On peut alimenter une lampe 230 V par du 400 V.
12. En cas de défaut, on actionne un sectionneur.
13. En cas de défaut, on actionne un arrêt d'urgence.
14. On peut brancher une ligne électrique sur une ligne téléphonique.
15. En monophasé, le conducteur neutre est un conducteur actif.
16. Un circuit d'éclairage peut comporter jusqu'à 12 points d'utilisation.
17. Le circuit d'éclairage d'une salle de bains doit comporter un disjoncteur différentiel de haute sensibilité (30 mA).
18. Il est interdit d'installer une prise de courant dans une salle de bains.
19. Les circuits de prises de courant sont câblés avec des conducteurs de 1,5 mm<sup>2</sup>.
20. Les circuits d'éclairage sont câblés avec des conducteurs de 2,5 mm<sup>2</sup>.

## RÉSOLUS

1. À partir du plan architectural de la villa Martin (p. 21), réalisez le schéma de répartition des circuits, en tenant compte du schéma général du tableau de répartition de la fiche de documentation (p. 32).

**Solution :** Du tableau de répartition situé vers la porte d'entrée partent :

- 2 circuits lumière,
- 3 circuits prises de courant,
- 4 circuits spécialisés,

Le schéma de répartition des circuits est donné p. 29.

2. On décide de mettre en conformité une installation ancienne avec la nouvelle réglementation NF C15-100 de 1990.

Extrait du cahier des charges :

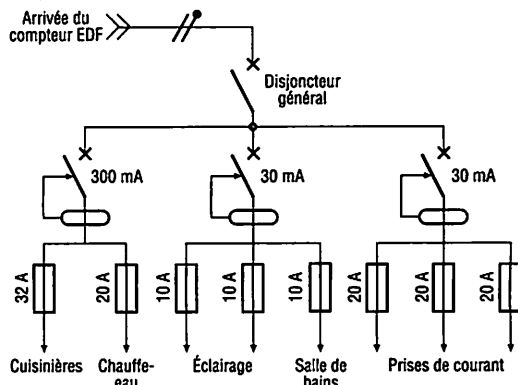
Tableau d'alimentation : il comportera un disjoncteur général non différentiel qui alimentera :

- 1 disjoncteur différentiel 300 mA pour les circuits spécialisés : cuisinière, chauffe-eau ;
- 1 disjoncteur différentiel 30 mA pour circuits d'éclairage et 1 circuit salle d'eau ;
- 1 disjoncteur différentiel 30 mA pour 3 circuits de prises de courant.

Effectuez le schéma de ce tableau de répartition.

**Solution :** Représentation unifilaire des différents dis-

joncteurs bipolaires (les départs des circuits sont protégés par fusibles, la coupure du neutre de chaque circuit n'est pas représentée) :



3. Recherchez dans la documentation la référence du disjoncteur de branchement qui conviendrait pour alimenter une installation de puissance 9 kW.

**Solution :** D'après la documentation page 33, pour 9 kW, il faut un calibre de 45 A, en bipolaire ; la référence 13121 convient et elle couvre les calibres 30/45/60, on la préférera à la référence 13120 qui ne permet pas d'extension.

## À RÉSOUDRE

1. L'appartement de Monsieur Fontaine, représenté page 30, est composé de 2 pièces principales. Précisez, pour chaque pièce, le nombre de points lumineux et de prises de courant conformément aux recommandations PROMOTELEC.

2. Pour l'appartement de Monsieur Fontaine (p. 30), quel est le nombre de circuits ? Indiquez ce que chaque circuit doit alimenter.

3. À l'aide des données de l'exercice 1, effectuez le schéma architectural de l'installation électrique de l'appartement de Monsieur Fontaine. Travaillez soit sur calque, soit sur photocopie de la page 30.

4. Réalisez pour l'appartement le schéma de répartition des circuits en tenant compte du plan architectural et des résultats des exercices 2 et 3 ; ce schéma est analogue à celui de la page 29.

5. Réalisez le schéma unifilaire du tableau de répartition des circuits pour l'appartement de Monsieur Fontaine (p. 30).

6. Donnez le descriptif de l'installation électrique pour l'appartement de Monsieur Fontaine à partir des résultats des exercices précédents.

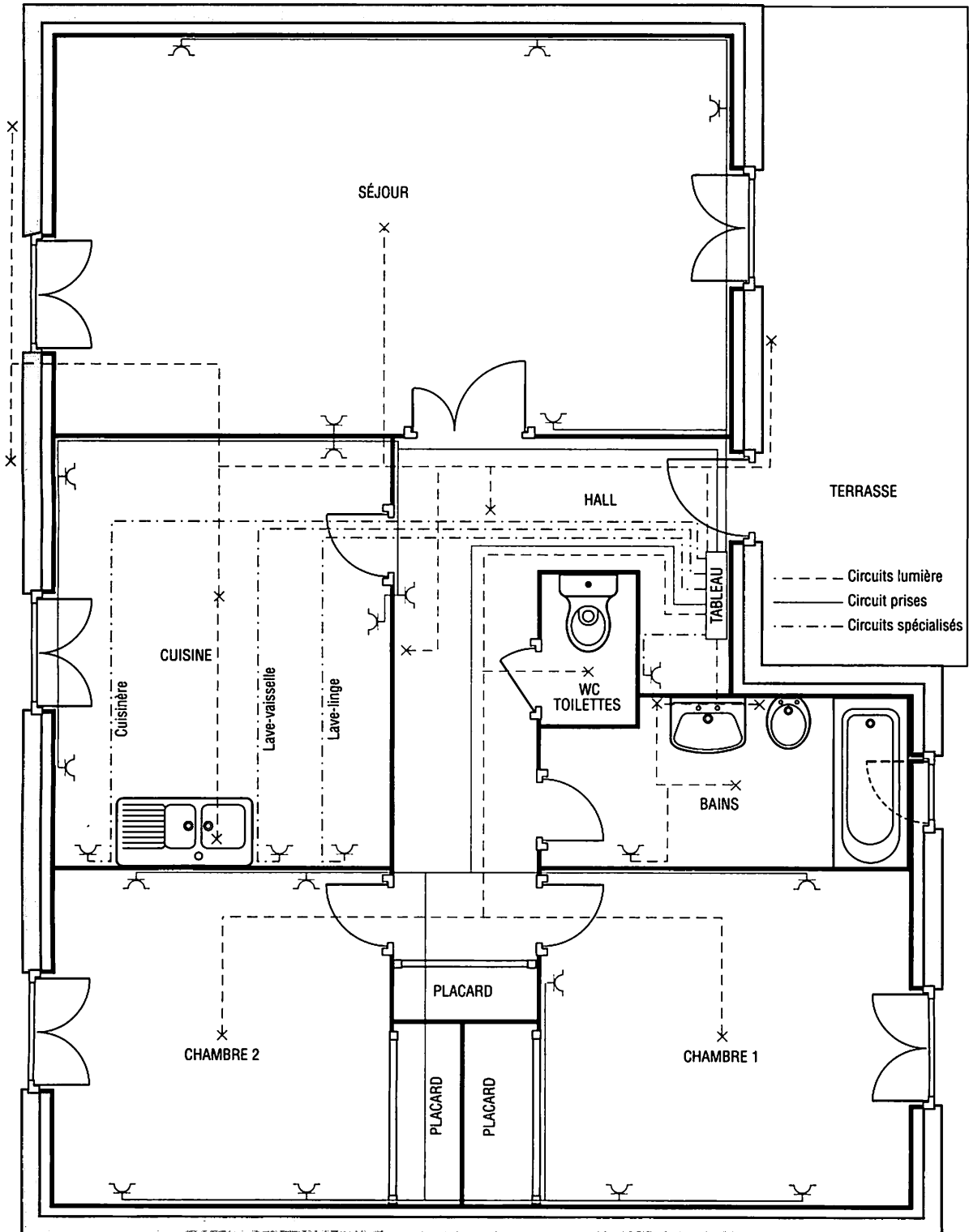
7. Déterminez les facteurs d'environnement, relatifs aux influences externes, pour la cuisine, la salle de séjour et la salle de bains de l'appartement de Monsieur Fontaine (p. 30).

8. Indiquez dans le schéma unifilaire du tableau de l'exercice résolu 3, les calibres des disjoncteurs qui remplaceraient les fusibles et les sections correspondantes des conducteurs.

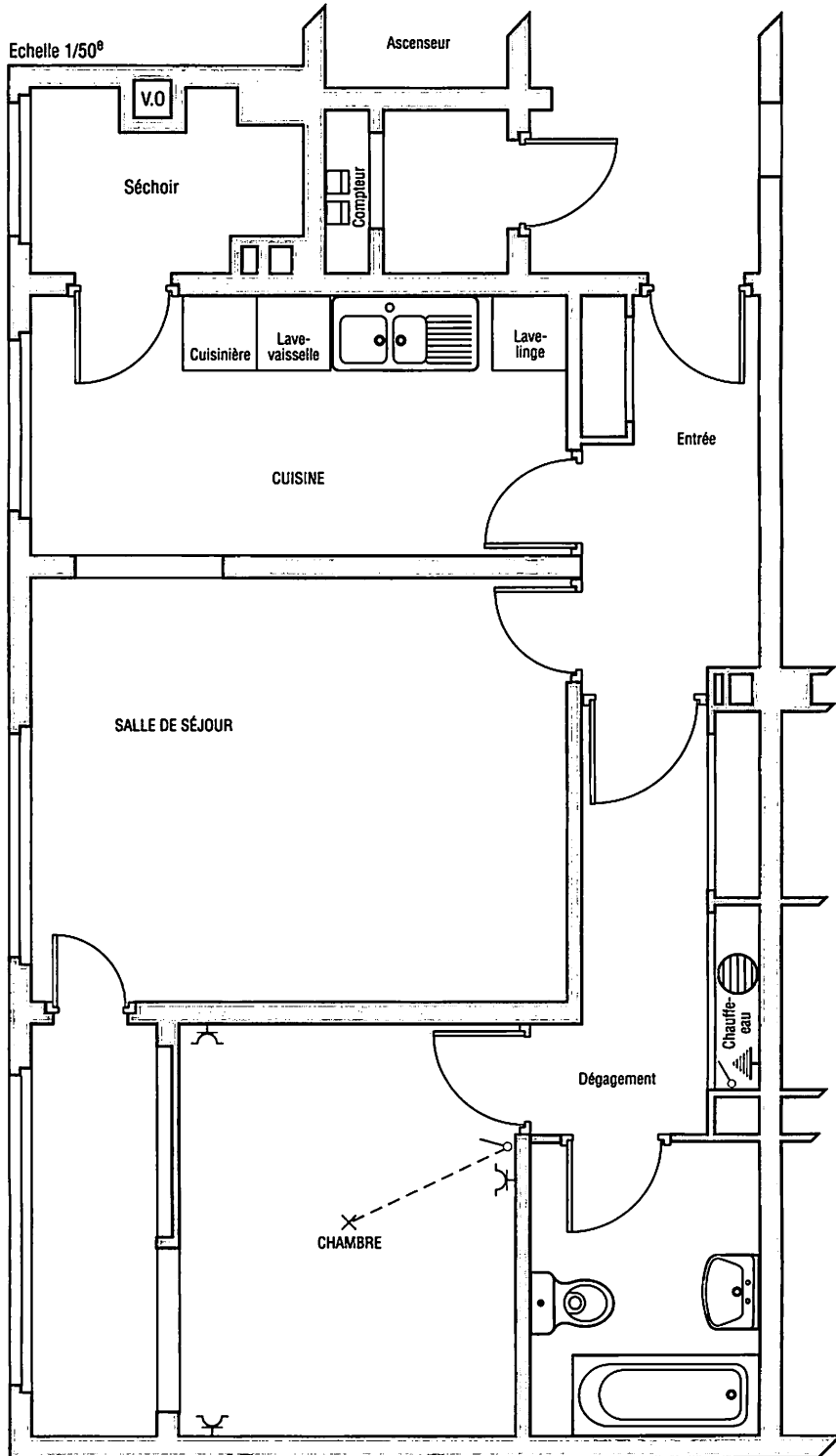
9. Recherchez dans la documentation la référence du disjoncteur de branchement qui conviendrait pour alimenter une installation de puissance 12 kW.

10. Recherchez dans la documentation la référence du disjoncteur qui conviendrait pour alimenter un circuit d'éclairage et un circuit de prises de courant.

# Installation électrique villa type T4 schémas de répartition des circuits



# Appartement type T2



## Principaux symboles

### Conducteurs bornes et connexions NF C 03-203

Symbole	Désignation
	Conducteur, groupe de conducteurs, ligne, câble, circuit
	Représentation unifilaire de trois conducteurs
	n conducteurs en unifilaire
	Connexion de conducteurs
	Bornes (le cercle peut être rempli)
	Barrette à bornes, exemple avec des repères de bornes
	Dérivation
	Double dérivation
	Jonction de conducteurs

### Disposition de connexion NF C 03-203

Symbole	Désignation
	Prise de connecteur, prise de prolongateur, pôle d'une prise
	Fiche de connecteur, de prolongateur pôle d'une fiche
	Fiche et prise (connecteur, prolongateur)
	Fiche et prises multipolaires, exemple : tripolaire Représentation multifilaire
	Représentation unifilaire
	Ensemble de connecteurs. Parties fixe et mobile accouplées : la fiche est mobile, la prise est fixe

### Nature du courant et de la tension Mise à la terre et à la masse NF C 03-203

Symbole	Désignation
	Courant continu 110 volts
	Courant alternatif à 50 hertz
	Courant alternatif triphasé + neutre à 50 hertz
	Courant alternatif monophasé 50 hertz, 230 volts
	1 N peut être remplacé par 1 + N
	Courant redressé avec composante alternative
	Polarités positive, négative
	Neutre
	Conducteur médian
	Terre, symbole général
	Masse (châssis)
	Présence d'une tension dangereuse

### Appareillage d'installation NF C 03-207

Symbole	Désignation	Symbole	Désignation
	FONCTIONS		
	Interrupteur		Élément de protection magnétique
	Disjoncteur		Contact à fermeture (ouverture au repos)
	Sectionneur		Contact à ouverture (fermé au repos)
	Contacteur		Bouton-poussoir
	Déclenchement automatique		Contacteur bipolaire
	Sectionneur		
	Interrupteur		
	Disjoncteur		
	Fusible		
	Bobine de commande		
	Élément de protection thermique		Disjoncteur tripolaire à relais de protection magnéto-thermique

# Règles pour les locaux d'habitation

## Nombre minimal de circuits

Nbre de pièces	Foyers lumineux	Prises 16 A	Lave-linge	Lave-vaisselle	App. de cuisson (2)	Chauffe-eau
1 ou 2	1	2	1	1	1	1
3	2	3	1	1	1	1
4	2	3/4 (1)	1	1	1	1
5	2	3/4 (1)	1	1	1	1

(1) Le nombre le plus élevé est recommandé pour permettre une éventuelle extension.

(2) Si le four est indépendant, prévoir un second circuit.

Le lave-vaisselle, le lave-linge, les appareils de cuisson et le chauffe-eau doivent être alimentés chacun par un circuit spécialisé.

## Calibre des dispositifs de protection

Section des conducteurs	Cartouches Fusibles	Disjoncteurs divisionnaires
1,5 mm <sup>2</sup>	10 A	16 A
2,5 mm <sup>2</sup>	20 A	25 A
4 mm <sup>2</sup>	25 A	32 A
6 mm <sup>2</sup>	32 A	38 A

## Nombre minimal de foyers lumineux fixes et de prises de courant

Pièces de l'habitation	Foyers lumi.	Prises 16 A (2)	Circuits spécialisés (3)		
			Prises 16 A	16 A ou 20 A	Prises 32 A
Salle de séjour	1(1)	5(3)			
Chambres	1(1)	3			
Cuisine	1	4(2)	1	1(4)	1
Salle d'eau	1	1			
Entrée	1	1			
Lavage linge			1		

(1) Une des prises 16 A est commandée par interrupteur et peut remplacer le foyer lumineux.

(2) Deux de ces prises doivent être réparties à hauteur du plan de travail mais pas au-dessus de l'évier, ni des appareils de cuisson, alimentée chacune par un circuit spécifique.

(3) Si le four électrique est indépendant.

On peut utiliser des prises doubles, une prise double est considérée comme 1 point d'utilisation. La prise double est constituée de 2 prises de 16 A en un ensemble monobloc.

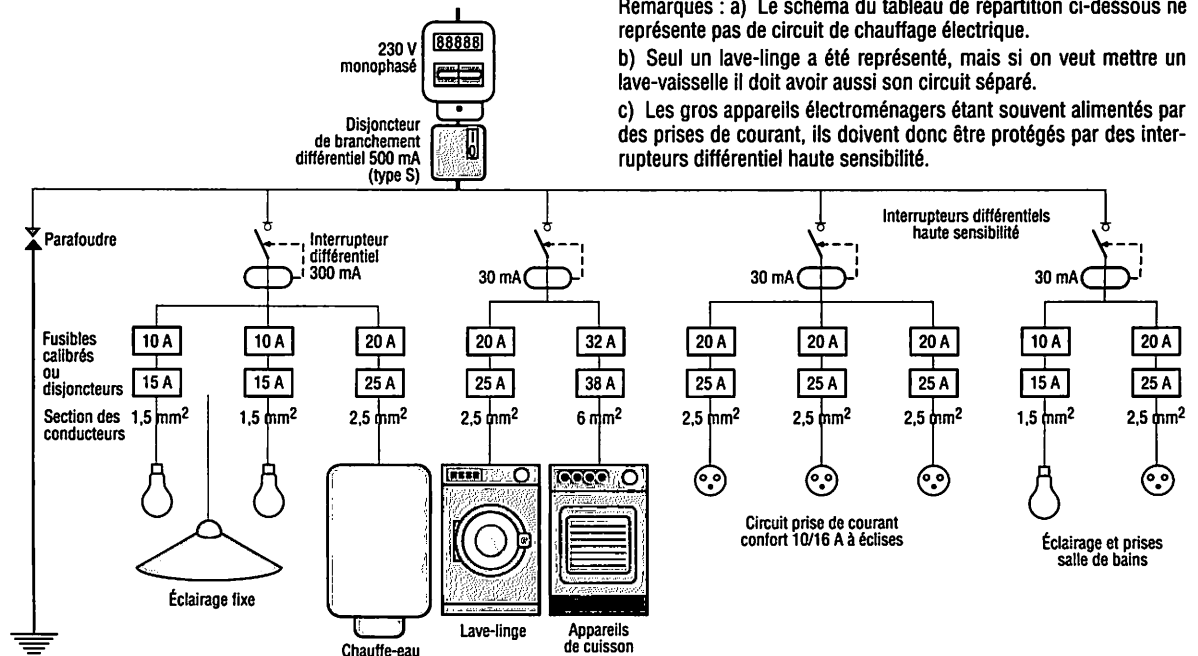
Toutes les prises de courant doivent être à éclipses, ce qui empêche l'introduction d'objets pointus dans les alvéoles.

## Schéma général unifilaire d'un tableau de répartition

Remarques : a) Le schéma du tableau de répartition ci-dessous ne représente pas de circuit de chauffage électrique.

b) Seul un lave-linge a été représenté, mais si on veut mettre un lave-vaisselle il doit avoir aussi son circuit séparé.

c) Les gros appareils électroménagers étant souvent alimentés par des prises de courant, ils doivent donc être protégés par des interrupteurs différentiel haute sensibilité.



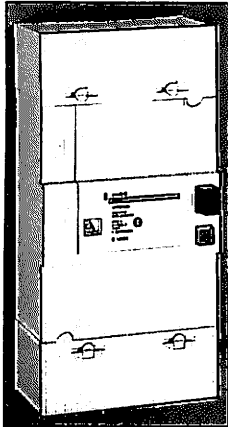
## En savoir plus...

■ L'interrupteur différentiel est un appareil capable de détecter les fuites de courant à la terre, il permet d'éviter d'être électrocuté lorsqu'on touche un appareil électrique qui a un défaut d'isolement. Il sera étudié en détail au chapitre 10, page 102.

# Disjoncteurs de branchement et Disjoncteurs Déclit

## Tarif bleu - Protection des circuits

### DB90



DB90 tétra

#### Application

Disjoncteurs d'abonné BT pour des puissances jusqu'à 36 kVA :

- protègent contre les surcharges et les courts-circuits
- en version différentiel, protègent les personnes contre les contacts indirects et les installations contre les défauts d'isolement.
- en version différentiel sélectif [S], permettent :
  - d'assurer une sélectivité totale avec les dispositifs différentiels à haute sensibilité (30 mA) installés en aval afin que seul le départ ayant un défaut d'isolement soit mis hors tension.
  - d'installer un parafoudre immédiatement en aval du disjoncteur sans risque de déclenchement intempestif de ce dernier.
  - de prendre en compte les exigences de qualité de service requise par certains récepteurs (congélateurs, matériel informatique...).

puissance kVA	calibre disjoncteurs	
	mono 250 V CA	tri 440 V CA (A)
3	6	10
	9	15
	12	20
6	15	25
	18	30
	24	40
9	30	45
	36	50
	45	60
12	60	75
	75	90
	90	

#### DB90 différentiel sélectif [S]

type	tension (V CA)	calibre (A)	sensibilité (mA)	dimensions (mm)			réf.
				H	L	P	
bi 1 pôle protégé	250	15/30/45	500 [S]	210	70	70	13120
		30/45/60	500 [S]	210	105	70	13121
		60/75/90	500 [S]	210	105	70	13122
tétra 3 pôles protégés	440	10/15/20/25/30	500 [S]	210	105	70	13123
		30/40/50/60	500 [S]	210	105	70	13124

### Déclit

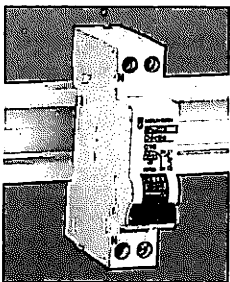


« labels promotelec »

#### Caractéristiques :

- agréés NF USE
- classe de limitation 3 selon NF C 61-410
- tension d'emploi : 230 V CA
- réglage des calibres à 30 °C
- courbe de déclenchement : C standard
- pouvoir de coupure : 3 000 A selon NF C 61-410, EN 60-898
- fermeture brusque
- raccordement : bornes à cage pour câbles souples 10 mm<sup>2</sup> ou rigides 16 mm<sup>2</sup>
- peignes Bar'clit : intensité admissible à 40 °C : 63 A.

## Tarif bleu - Agréés NF USE



Déclit

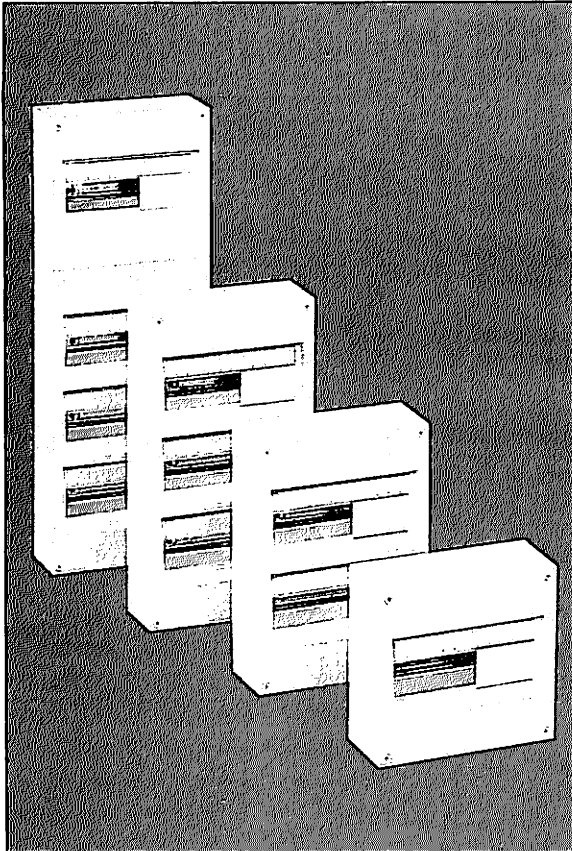
- destiné à toute installation alimentée par le réseau public en tarif bleu
- commande et protection :
  - de circuits monophasés en aval du disjoncteur de branchement
  - de petits récepteurs
  - de lignes pilotes EDF avec le Déclit 2 A.

type	largeur en pas de 9 mm	calibre (A)	réf.
uni		2	20724
+ neutre		6	20723
		10	20725
14876		16	20726
		20	20727
		25	20728
		32	20729



## Coffrets Pragma C12 □ saillie

### Coffrets Pragma 12 modules par rangée



#### Application :

- coffrets d'intérieur
- réalisation de tableaux de répartition pour les logements individuels et les bâtiments du petit tertiaire
- courant assigné du tableau :
  - 63 A pour coffrets 1 ou 2 rangées
  - 90 A pour coffrets 3 ou 4 rangées.

#### Caractéristiques :

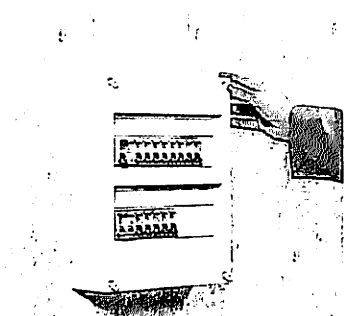
- matière :
  - matériau isolant autoextinguible
  - couleur ivoire RAL 9001
- conforme aux normes NF C 61-910 et CEI 439-3 :
  - degré de protection selon CEI 529 :
    - coffret sans porte : IP 30
    - coffret sans porte : IP 40
  - degré de protection contre les impacts mécaniques selon EN 50 102 : IK 07
  - classe 2 : isolation totale
- tenue au feu et à une chaleur anormale conforme à la réglementation des ERP (établissement recevant du public) et des IGH (immeubles de grande hauteur).

#### Composés de :

- 1 fond possédant un trou central pour faciliter la pose et 4 trous oblongs orientés dans les 4 coins pour régler la verticalité
- 1 châssis monobloc, décentré vers le haut ou le bas et réglable en profondeur. Chaque rail peut être rendu indépendant
- 1 capot rigide, équipé de traçages pour faciliter les découpes d'entrées de câbles ou de goulottes.

#### Livrés avec :

- 1 support borniers incliné pour favoriser l'introduction des câbles et améliorer l'accessibilité lors des serrages
- 1 bornier isolé (IP2) équipé de guides pour faciliter l'introduction des câbles dans les cages :
  - 12 trous pour coffret 1 rangée :  
4 trous ( $2 \times 10^{\square} + 2 \times 16^{\square}$ ) + 8 trous ( $4 \times 10^{\square} + 4 \times 16^{\square}$ )
  - 16 trous pour coffret 2 rangées :  
( $8 \times 10^{\square} + 8 \times 16^{\square}$ )
  - 22 trous pour coffret 3 rangées :  
( $11 \times 10^{\square} + 11 \times 6^{\square}$ )
  - 32 trous pour coffret 4 rangées :  
( $16 \times 10^{\square} + 16 \times 16^{\square}$ )
- 1 obturateur fractionnable 5 modules par rangée
- 1 jeu de 4 bandes de repérage
- 1 protection de repérage par rangée
- 1 plaquette de symboles autocollants
- 4 bouchons d'obturation pour les vis de fixation murale (indispensable pour classe 2).



Mise en place rapide du capot par vis clipsables

nombre de rangées	capacité en pas de 9 mm	modules de 18 mm	dimensions (mm)			réf. coffret sans porte
			H	L	P	
1	24	12	250	275	105	13651
2	48	24	375	275	105	13652
3	72	36	500	275	105	13653
4	96	48	750	275	105	13654

accessoires	réf.
association de coffrets	
2 pattes de liaison	13666
kit de plombage capot	
2 vis plombables	13667



# 4

# Conducteurs et câbles

Les conducteurs et câbles représentent les éléments actifs des liaisons électriques, puisque leur rôle essentiel est de **conduire le courant électrique**. Il en existe une très grande variété, pour satisfaire à toutes les utilisations de l'électricité.

## 1 Définitions

### 1.1. Conducteur isolé

Un conducteur isolé est un ensemble formé d'une âme conductrice et de son enveloppe isolante (fig. 1).

### 1.2. Câble unipolaire

Un câble unipolaire est un conducteur isolé comportant en plus une ou plusieurs gaines de protection (fig. 2).

### 1.3. Câble

Un câble est un ensemble de conducteurs électriquement distincts, mais comportant une seule protection commune (fig. 3).

## 2 Caractéristiques

### 2.1. Caractéristiques électriques

Elles correspondent à deux fonctions essentielles :

- l'âme a pour rôle de conduire le courant ;
- l'isolant assure l'isolement entre les conducteurs à des potentiels différents et avec la terre ou les masses.

#### a) Partie conductrice

L'âme conductrice doit présenter une **résistivité ( $\rho$ ) très faible** pour éviter les pertes par effet Joule.

On emploie le **cuivre** ou l'**aluminium** dont la valeur de la résistivité est donnée ci-contre. Ce sont des valeurs normalisées qui tiennent compte de l'élévation de température du conducteur lorsqu'il est parcouru par le courant nominal.

La valeur de l'intensité qui circule dans l'âme est fonction de la surface de **la section**. Les sections normalisées vont de  $0,5 \text{ mm}^2$  à  $630 \text{ mm}^2$  (fig. 4).

#### b) Partie isolante

Elle doit présenter une très grande résistivité. On emploie :

- le polychlorure de vinyle (PVC) ou le polyéthylène ;
- le caoutchouc butyle vulcanisé (PRC).

PVC = polychlorure de vinyle.

PRC = caoutchouc synthétique ou butyle vulcanisé.

Les isolants utilisés sont caractérisés par leur tension nominale d'isolement. La tension nominale du câble doit être au moins égale à la tension nominale de l'installation.

### OBJECTIFS

Être capable de décoder les désignations normalisées des conducteurs et câbles :

- connaître les caractéristiques correspondantes ;
- interpréter ces caractéristiques électriques et mécaniques pour effectuer leur choix en fonction des utilisations et des influences externes.

### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 3.1

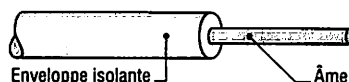


Fig. 1 : Conducteur isolé.

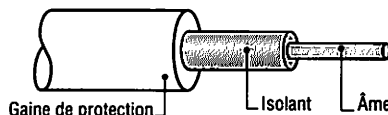


Fig. 2 : Câble unipolaire.

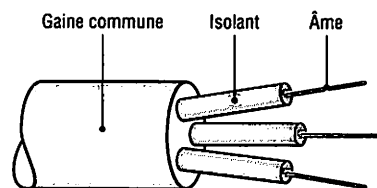


Fig. 3 : Câble multiconducteur.

CUIVRE  
 $\rho = 17,241 \times 10^{-3} \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$

ALUMINIUM  
 $\rho = 28,264 \times 10^{-3} \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$

Section  $4 \text{ mm}^2$

Section  $95 \text{ mm}^2$

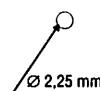


Fig. 4 : Comparaison de sections.

Différentes tensions nominales de câbles en basse tension : 250 ou 300 V, 500, 750 ou 1 000 V.

## 2.2. Caractéristiques mécaniques

### a) L'âme

Elle doit être assez souple pour suivre les tracés compliqués des canalisations.

La souplesse d'un câble dépend du nombre de brins pour une même section conductrice. Elle se répartit en 6 classes (fig. 5) :

- âmes rigides : classe 1 ;
- âmes les plus souples : classe 6.

On distingue (fig. 6) :

- les âmes massives : formées d'un conducteur unique jusqu'à 35 mm<sup>2</sup>, c'est la classe 1 (dans la pratique 1,5 ; 2,5 ; 4 mm<sup>2</sup>) ;
- les âmes souples ou câblées, formées de plusieurs brins torsadés. Ce sont les câbles de classe 2 à 6.

### b) Enveloppe isolante et gaines (fig. 7)

Les caractéristiques mécaniques de l'enveloppe isolante ne sont pas toujours suffisantes pour protéger le câble des influences externes. On est conduit à recouvrir l'enveloppe isolante par une gaine de protection qui doit présenter des caractéristiques :

- mécaniques (résistance à la traction, à la torsion-flexion, aux chocs) ;
- physiques (résistance à la chaleur, au froid, à l'humidité, au feu) ;
- chimiques (résistance à la corrosion, au vieillissement).

On utilise des enveloppes en matériaux synthétique (PVC) ou métalliques (feuillets d'acier, d'aluminium ou plomb).

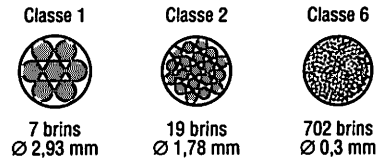


Fig. 5 : Âme câblée de section 50 mm<sup>2</sup>.

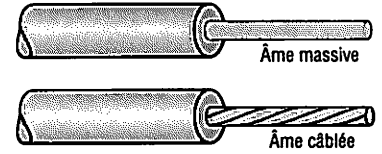


Fig. 6 : Âme rigide ou souple.

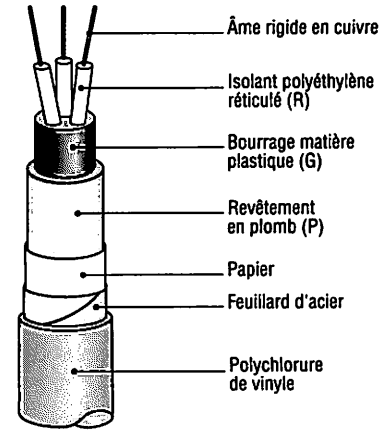
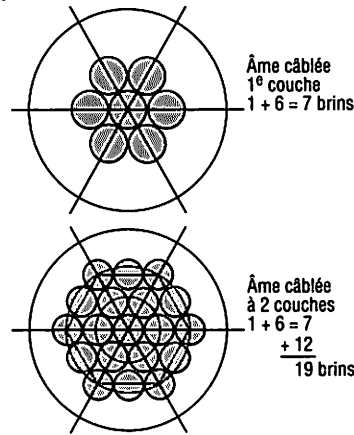


Fig. 7 : Câble armé avec un feuillard d'acier et étanche avec une gaine de plomb.

## 3 Dénomination des conducteurs et câbles

La dénomination des conducteurs et câbles est définie dans deux normes qui coexistent encore à l'heure actuelle :

- norme française, UTE,
- norme européenne ou CENELEC (séries de câbles harmonisées).

Exemple 1 : série harmonisée H 07 V-R (fig. 8).

H : Système harmonisé

07 : Tension nominale 450/750 V

V : Isolant polychlorure de vinyle

R : Âme rigide (jusqu'à 4 mm<sup>2</sup>), ou câblée pour grosses sections.

Ce type de conducteur est utilisé pour les canalisations fixes sous conduits ou moulures, il est toujours sous forme d'un seul conducteur.

Exemple 2 : série harmonisée H 07 RN-F 2G25 (fig. 9).

H : Système harmonisé F : Âme souple classe 5

07 : Tension nominale 450/750 V 2 : 2 conducteurs

R : Isolant caoutchouc (PRC) G : 1 conducteur vert/jaune

N : Gaine en polychloroprène 25 : Section des conducteurs 25 mm<sup>2</sup>.

Ce câble est surtout employé pour les canalisations fixes. Il se fabrique en 1 à 5 conducteurs dans les sections allant de 1 à 300 mm<sup>2</sup> (ancienne dénomination U 1000 SC 12 N).

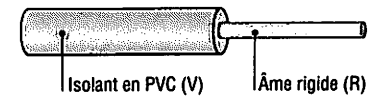


Fig. 8 : Conducteur H 07 V-R.

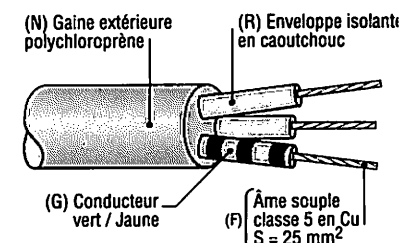


Fig. 9 : Câble H 07 RN-F 2G25.

Exemple 3 : dénomination UTE U 1000 R 02 V (fig. 10).

U : Câble normalisé UTE

1000 : Tension nominale 1 000 V

R : Conducteurs isolés au polyéthylène réticulé

O : Aucun bourrage

2 : Gaine épaisse de protection

V : Polychlorure de vinyle.

Surtout employé pour les canalisations apparentes, chemin de câble.

Existe de 1,5 à 300 mm<sup>2</sup>.

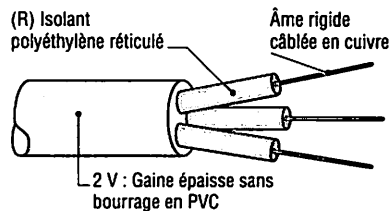


Fig. 10 : Câble U 1000 R 02 V.

## Désignation harmonisée CENELEC

## Désignation UTE

Signification du symbole	Symbole	Type de la série	Tension nominale	Souplesse et nature de l'âme	Enveloppe isolante	Bourrage	Gaine de protection non métallique	Revêtement métallique	Forme du câble	Symbole	Signification du symbole
Série harmonisée Série nationale reconnue Série nationale autre que reconnue	H A N									U	Câble faisant l'objet d'une norme UTE
300/300 V 300/500 V 450/750 V 0,6/1 kV	03 05 07 1									250 500 1 000	250 V 500 V 1 000 V
PVC Caoutchouc vulcanisé Polyéthylène réticulé	V R X									absence de lettre S	Âme rigide Âme souple
Ruban en acier ceinturant les conducteurs	D									absence de lettre A	Cuivre Aluminium
PVC Caoutchouc vulcanisé Polychloroprène	V R N									C R V X	Caoutchouc vulcanisé Polyéthylène réticulé Polychlorure de vinyle Isolant minéral
Câble rond	absence de lettre									G 0	Gaine de bourrage Aucun bourrage ou bourrage ne formant pas gaine Gaine d'assemblage et de protection formant bourrage
Câble méplat « divisible » Câble méplat « non divisible »	H H2									1	
Cuivre	absence de lettre										
Aluminium	- A										
Rigide, massive, ronde	- U*										
Rigide, câblée, ronde	- R*									2 C N V	Gaine de protection épaisse Caoutchouc vulcanisé Polychloroprène ou équivalent PVC
Rigide, câblée, sectorale	- S*										
Rigide, massive, sectorale	- W*									P F Z	Gaine de plomb Feuillards acier zinc ou autre métal
Souple, classe 5, pour installation fixe	- K										
Souple, classe 5	- F										
Souple, classe 6	- H									absence de lettre M	Câble rond Câble méplat
La désignation peut être complétée par l'indication éventuelle d'un conducteur vert/jaune dans le câble : • câble sans V/J = n X S • câble avec V/J = n G S n = nombre de conduct., S = section											

\* Pour les câbles à âmes en aluminium, le tiret précédant le symbole est à supprimer.

## 4 Couleur des conducteurs

Les conducteurs sont repérés par des couleurs ; deux couleurs sont affectées précisément (*fig. 11 et 12*). Ces figures sont données en couleur sur la page 3 de la couverture cartonnée de cet ouvrage.

**Bleu clair** → Conducteur neutre

**Vert/jaune** → Conducteur de protection

Les conducteurs de phases sont repérés par la couleur noire ou brune et éventuellement bleu clair dans les câbles triphasés sans neutre.

*Exemple* : dans une distribution triphasée + neutre, on utilisera un câble 5 conducteurs et le conducteur vert/jaune ne sera pas utilisé. En aucun cas, on n'a le droit d'utiliser un câble 4 conducteurs, et de se servir du câble vert/jaune comme neutre.

*Remarques importantes* :

- Le repérage des conducteurs ne doit être considéré que comme une présomption et il est toujours nécessaire de vérifier la polarité des conducteurs avant toute intervention.
- N'importe quelle couleur peut être utilisée pour les conducteurs de phase à l'exception du vert et du jaune.
- Dans le cas où le conducteur neutre est également utilisé comme conducteur de protection (mise au neutre des masses), il doit être repéré comme conducteur de protection, c'est-à-dire vert/jaune.
- Pour les sections supérieures à 25 mm<sup>2</sup>, on peut utiliser un câble à deux conducteurs + un conducteur vert/jaune séparé.
- Dans les câbles comportant deux fils noirs, ces fils sont repérés par leur proximité avec les fils marron et bleus (*fig. 13*).

## 5 Classification et choix des câbles

### 5.1. Classification

Les fabricants proposent plusieurs sortes de câbles répondant aux facteurs d'influence propres à différents domaines d'utilisation. On distingue :

**a) les câbles pour applications industrielles, BT ;**

**b) les câbles à usage domestiques pour :**

- canalisations mobiles ;
- canalisations fixes ;

**c) les câbles basse et moyenne tension de distribution ;**

**d) les câbles courants faibles :**

- téléphone, réseaux locaux, télévision, fibres optiques ;

**e) les câbles spéciaux :**

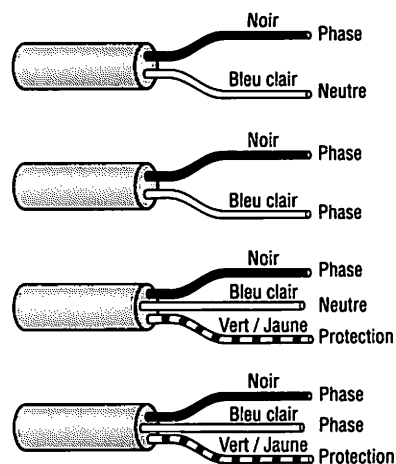
- mines, ascenseur, pétrochimie, balisage et éclairage public, sidérurgie, EDF, marine, SNCF, métro, et applications particulières.

### 5.2. Choix

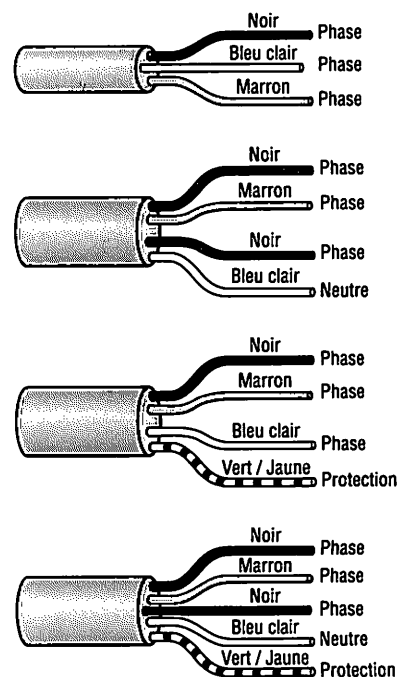
Il suffit bien souvent de déterminer le domaine d'application pour avoir directement le câble qui convient. Il reste alors à déterminer le nombre de conducteurs nécessaires et leur section.

Nous limiterons notre choix aux secteurs des applications industrielles BT et aux usages domestiques. Les tableaux des fiches de documentation permettent de sélectionner les câbles qui conviennent pour les locaux à usage spécifique (voir pages 53 à 56) :

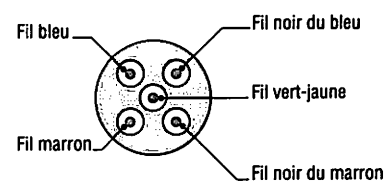
- en fonction des facteurs d'environnement (industriel) ;
- en fonction du type d'emploi (domestique).



*Fig. 11 : Couleur des isolants pour les circuits monophasés.*



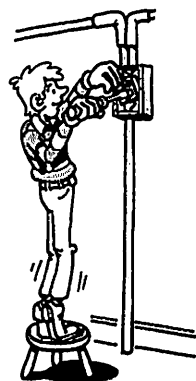
*Fig. 12 : Couleur des isolants pour les circuits triphasés.*



*Fig. 13 : Repérage indicatif des fils noirs dans un câble.*

## L'essentiel

- ▣ La fonction transport, distribution, alimentation terminale est réalisée par des fils et des câbles électriques.
- ▣ Les conducteurs utilisés sont surtout le cuivre et ensuite l'aluminium. L'âme des conducteurs est soit rigide (faible section), soit câblée (classes de souplesse de 1 à 6).
- ▣ L'isolant des conducteurs est principalement le caoutchouc synthétique (PRC) ou le polychlorure de vinyle (PVC).
- ▣ Il existe deux systèmes de dénomination, l'un national, UTE, l'autre européen, CENELEC, qui permettent de désigner les câbles.
- ▣ Le choix d'un câble s'effectue surtout en fonction :
  - de la catégorie d'utilisation ;
  - des facteurs d'influence externes.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Un conducteur isolé est la même chose qu'un câble unipolaire.
2. Un câble multipolaire possède plusieurs conducteurs.
3. L'âme d'un conducteur est en matière isolante.
4. L'isolant d'un fil conducteur est caractérisé par une tension.
5. La résistivité d'un conducteur s'exprime en milli-ohm.
6. La classe d'un conducteur désigne l'étanchéité de l'isolant.
7. Pour une même section de conducteur on peut avoir différentes classes.
8. Les conducteurs souples sont plutôt de classe 1.
9. Quand la première lettre de désignation d'un câble est la lettre H, il s'agit d'une désignation conforme à la norme CENELEC.
10. La lettre V dans une désignation de câble indique un isolant en PVC.
11. La lettre N dans une désignation de câble indique un isolant en polychloroprène.
12. Le caoutchouc est désigné par la lettre C dans la désignation CENELEC.
13. On utilise du fil H07 V-U pour alimenter un aspirateur.
14. On utilise du fil H07 V-U pour alimenter une prise de courant.
15. On utilise du câble U 1000 R0 2V pour une canalisation enterrée.
16. On utilise du fil H03 RT-F pour alimenter un fer à repasser.
17. Le câble U 1000 RGPFV peut être enterré directement dans le sol.
18. Un câble H 07 V-U de section 4 mm<sup>2</sup> possède une âme rigide.
19. La température maximale de l'âme d'un câble U 1000 R02V est de 90 °C, et de 250 °C en cas de court-circuit.
20. La lettre X désigne un câble possédant un isolant minéral (désignation UTE).

## RÉSOLUS

1. On lit sur un catalogue de câbles la désignation U 1000 RGPV.

Quelle est la composition de ce câble ?

**Solution :**

U : Câble normalisé UTE

1000 : Tension nominale 1 000 volts

R : Conducteurs isolés au polyéthylène réticulé

G : Gaine de bourrage

P : Gaine de plomb

F : Feuillard d'acier

V : Gaine extérieure en PVC

(Ce câble est représenté au paragraphe 2.2. b.)

2. En dénudant un câble, on observe qu'il possède 4 conducteurs en cuivre de diamètre 2,25 mm. Chaque conducteur est isolé avec du PVC (polychlorure de vinyle). Il comporte une gaine de bourrage et une gaine extérieure en PVC.

Donnez sa dénomination normalisée UTE et CENELEC, sachant que l'on a pu lire sur l'extérieur 500 V.

**Solution :**

Désignation harmonisée

A 05-VV-U 4 × 4 mm<sup>2</sup>

Désignation UTE

U 500-VGV 4 × 4 mm<sup>2</sup>

Ce type de câble convient pour les installations domestiques courantes, logements, locaux sans risques importants.

3. Effectuez le schéma multifilaire d'un montage simple allumage.

**Solution :** On représente sur un plan les appareils (lampe, interrupteur), en respectant leur disposition relative dans l'espace.

Schéma multifilaire d'un simple allumage :



## À RÉSOUDRE

1. On lit sur l'étiquette d'un câble : U 1000 AR 02.

Que signifient ces indications ?

2. Un câble de télécommande porte comme appellation U 1000 R 02 V.

Comment est-il constitué ?

3. Vous utilisez un câble U 500 SC 1 N, désignation UTE. Donnez sa désignation avec la norme CENELEC.

4. Un câble d'alimentation de radiateur mobile est à remplacer. La dénomination du câble existant est effacée. Mais vous savez qu'il a une tension nominale de 500 V. Il est composé de 3 conducteurs dont 1 vert/jaune dont l'âme est très souple (classe 5). L'isolant est du PVC et la gaine extérieure est aussi en PVC. Donnez sa désignation pour le commander, en série harmonisée.

5. Vous utilisez du fil de câblage de section 1,5 mm<sup>2</sup>, âme souple en cuivre (classe 5) et isolée au PVC. Donnez ses deux dénominations CENELEC et UTE.

6. Un câble norme UTE comporte :

- une gaine extérieure en PVC,
- une armure de 2 feuillards d'acier,
- une gaine d'étanchéité en PVC,
- une gaine de bourrage,

- un isolant PRC des conducteurs,
- une âme en cuivre.

Donnez sa désignation selon la norme UTE.

7. Un câble d'alimentation de grue porte la désignation H07 RN-F ; il comporte 4 conducteurs de diamètre 4,5 mm. Donnez sa composition complète avec section.

8. Vous devez raccorder une cuisinière électrique dans une cuisine. Quel type de câble choisissez-vous ?

9. On vous demande d'installer éclairage et prises de courant dans un garage particulier, en utilisant du câble. Donnez la dénomination du câble et précisez les raisons de votre choix par rapport aux influences externes.

10. Dans l'appartement type T2 (voir p. 30), on vous demande de représenter le schéma multifilaire de l'installation d'éclairage de la salle de bains (simple allumage).

11. Dans l'appartement type T2 (voir p. 30) représentez le circuit des prises de courant avec une prise commandée dans la chambre. (Schéma multifilaire).

12. Dans l'appartement type T2, on vous demande de représenter le schéma multifilaire de la salle de séjour avec un simple allumage et 4 prises de courant, et une prise commandée.

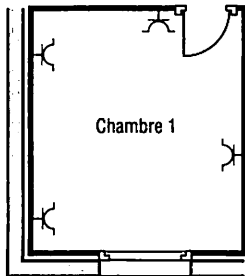
## Montages lumière

### Prises de courant

#### 1. Fonction assurée

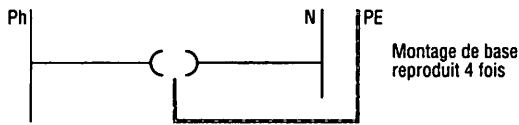
Disposer d'une source d'alimentation électrique en différents points du local. Cette source doit permettre d'alimenter : fer à repasser, aspirateur, radio, télévision...

#### 2. Plan architectural

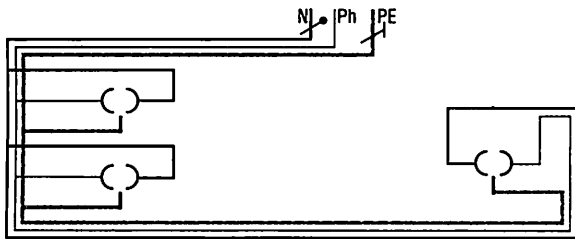


#### 3. Schéma de principe

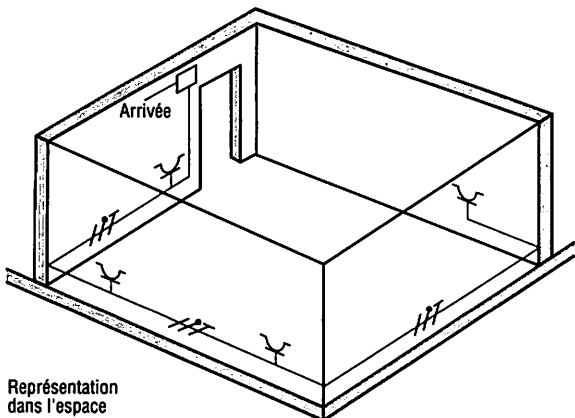
Il s'agit de prises de courant bipolaires plus terre (2P + T). Les 4 prises sont alimentées par le même circuit.



#### 4. Schéma multifilaire



#### 5. Schéma unifilaire



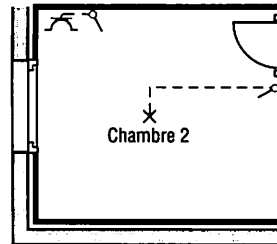
### Simple allumage

#### 1. Fonction assurée

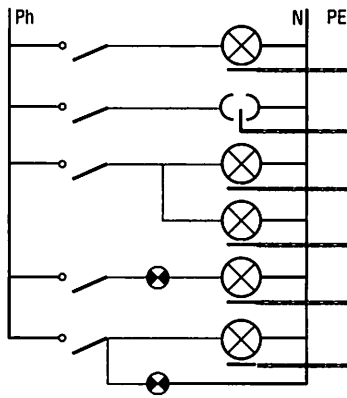
Commander à partir d'un endroit un ou plusieurs récepteurs électriques.

Exemples : éclairage d'une lampe, d'un tube fluorescent, commande d'une prise de courant...

#### 2. Plan architectural



#### 3. Schémas de principe



Simple allumage

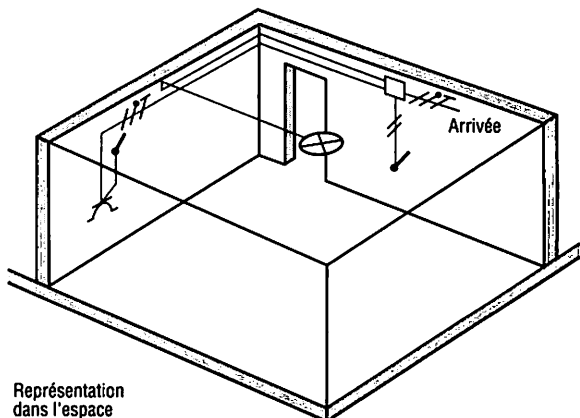
Commande de prise de courant

Commande simultanée de plusieurs lampes

Interrupteur avec lampe témoin en série

Interrupteur avec lampe témoin en parallèle

#### 4. Schéma unifilaire



## Choix des conducteurs et câbles

Tableau 1 : Conducteurs ou câbles pour canalisations fixes

Dénomination harmonisée ou (UTE)	Nombre de conducteurs	Sections mm <sup>2</sup>	Exemples d'utilisation
H 07 V-U (U 500 V)	1	1,5 à 400	Canalisations sous moulure ou sous conduit
H 07 V-R (U 500 DV)	1	35 à 400	
H 07 V-K (U 500 SV)	1	1,5 à 240	
A 05 VV-U A 05 VV-R (U 500 VGV)	2 à 5	1,5 à 35	Canalisations apparentes sans risque mécanique
U 1 000 RGPV	2,3 à 5	1,5 à 240 1,5 à 150 1,5 à 25	Canalisations apparentes ou enterrées directement dans le sol
U 1 000 R 02 V	1 à 2	1,5 à 630 1,5 à 35	Canalisations apparentes ou enterrées avec protection mécanique (dalles, briques, tuiles, etc.)
U 1 000 AR 02 V (aluminium)	3,4 à 5	1,5 à 300 1,5 à 25	
U 1 000 R 12 N	1 à 5	1,5 à 1 000 1,5 à 400 1,5 à 300 1,5 à 25	
H 07 RN-F (U 1 000 SC 12 N)	1 à 3 et 4	1,5 à 500 1 à 25 1 à 300	Câble très souple et robuste pour appareils de manutention

Tableau 2 : Conducteurs ou câbles pour canalisations mobiles

Dénomination harmonisée ou (UTE)	Nombre de conducteurs	Sections mm <sup>2</sup>	Exemples d'utilisation
H 03 VV-F	2,3	0,5-0,75	Postes de radio Lampes portatives Lampadaires Machines de bureau
H 03 VVH2-F	2	0,5-0,75	
H 03 VH-H (U 250 rosette)	2		Rasoirs
H 03 RT-F	2,3	0,7-1-1,5	Fers à repasser Bouilloires
H 03 VH-H (U 250 SV)	2	0,5-0,75	Couvertures Radio, télévision
H 05 VV-F A 05 VV-F (U 500 SV 1V)	2 à 5	0,75-1 1,5-2,5	Aspirateurs Réfrigérateurs Machines à laver
H 05 RN-F A 05 RN-F (U 500 SC1N)	2,3	0,75 et 1	Fours, réchauds Radiateurs Lampes baladeuses
H 05 RR-F A 05 RR-F (U 500 SC1C)	2 à 5	0,75 à 2,5	Machines à laver Cuisinières Radiateurs
H 07 RN-F A 07 RN-F (U 1 000 SC12N)	1 à 3,4 à 7,37	1,5 à 500 1 à 25 1 à 300 1,5 à 4	Raccordement de machines : pompes, cuisinières, friteuses à l'extérieur

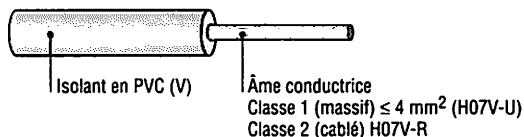
Tableau 3 : Choix des câbles en fonction des influences externes

Influences externes  Câbles	A. ENVIRONNEMENT								B. UTILISATION				C. CONSTRUCTION	
	Température	Eau	Corps solides	Corrosion	Chocs	Vibrations	Flore	Faune	Résistance	Contacts	Évacuation	Matériaux	Matériaux	Structure
	AA	AD	AE	AF	AG	AH	AK	AL	BB	BC	BD	BE	CA	CB
Dénomination UTE														
VGPV	4,5,6 <sup>(a)</sup>	6	4	1,2,3	2	1	1	1	3 <sup>(a)</sup>	2,3 <sup>(a)</sup>	4	1,2 <sup>(b)</sup>	2	1
RGPV	4,5,6 <sup>(a)</sup>	8	4	1,2,3	4	1	2	2	3 <sup>(a)</sup>	2,3 <sup>(a)</sup>	4	1,2,3 <sup>(b)</sup>	2	1
RVFV	4,5,6 <sup>(a)</sup>	7	4	1,2,3	4	1	2	2	3 <sup>(a)</sup>	2,3 <sup>(a)</sup>	4	1,2,3 <sup>(b)</sup>	2	1
R12 N et R02V	4,5,6 <sup>(a)</sup>	7	4	1,2,3	3	1	1	1	4	4	4	1,2,3 <sup>(b)</sup>	2	1
JPV	4,5,6 <sup>(a)</sup>	8	4	1,2,3	3	1	1	1	2	2,3 <sup>(a)</sup>	4	1,2	2	1
JPFV	4,5,6 <sup>(a)</sup>	8	4	1,2,3	4	1	2	2	2	2,3 <sup>(a)</sup>	4	1,2,3 <sup>(b)</sup>	2	1
Série harmonisée A 05 VV U (ou R)														
07 RNF	4,5,6 <sup>(a)</sup>	6	4	1,2,3	2	1	1	1	4	4	4	1,2	2	1
07 RNF	3,4,5,6	7	4	1,2,3	4	3	1	1	4	4	4	1,2,3 <sup>(b)</sup>	2	1,3,4
06 VVF	4,5,6	6	4	1,2,3	2	3	1	1	4	4	4	1,2	2	1
Spéciaux														
Isolant minéral	1 à 6	8	4	1,2,3 <sup>(d)</sup>	4	1	2	2	2	2,3 <sup>(e)</sup>	4	1,2	2	2
Résistant au feu	1 à 6	6	4	1,2,3 <sup>(d)</sup>	1	1	1	1	2	2,3 <sup>(e)</sup>	4	1,2	2	2
Conducteurs nus	1 à 6	-	4	1,2,3	1	1	1	1	2	2	4	1	1	1
Torsades	1 à 6	6	4	1,2,3	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1

- ( ) Câbles correspondant série normalisée UTE.
- (a) Ces câbles peuvent être utilisés dans les autres conditions s'ils ne sont soumis à aucun effort mécanique.
- (b) Ces câbles peuvent être utilisés sous réserve de l'article 522 BE NF C 15-100.
- (d) Si les conducteurs sont revêtus d'une gaine en polychlorure de vinyle.
- (e) Si mise à la terre des revêtements métalliques.



## Câbles rigides H07 V-U – H07 V-R



NF C 32-201 - CEI 227-01

Tension nominale : 450/750 volts

Température maximale sur l'âme : 70 °C (160 °C en court-circuit)

## Caractéristiques

Nombre de conducteurs Section (mm <sup>2</sup> )	Intensité admissible (A)		$\Delta U$ (cos $\varphi$ 0,8) (V/A/km)		$\varnothing$ ext. maxi (mm)	Masse (kg/km)
	2 cond.	3 cond.	2 cond.	3 cond.		
ÂME MASSIVE - CLASSE 1						
1 × 1,5	17,5	15,5	25	22	3,3	20
1 × 2,5	24	21	14	12	3,9	30
1 × 4	32	28	9	8	4,4	47
ÂME CÂBLÉE - CLASSE 2						
1 × 1,5	18	16	23	20	3,4	21
1 × 2,5	24	21	14	12	4,2	33
1 × 4	32	28	9	8	4,8	52
1 × 6	41	36	6	5	5,4	67
1 × 10	57	50	3,5	3	6,8	112
1 × 16	76	68	2,4	2	8	167
1 × 25	101	89	1,6	1,4	9,8	264
1 × 35	125	111	1,2	1	11	355
1 × 50	151	134	0,84	0,72	13	490
1 × 70	192	171	0,60	0,52	15	700
1 × 95	232	207	0,46	0,40	17	950
1 × 120	269	239	0,38	0,33	19	1 190
1 × 150	309	275	0,33	0,28	21	1 460
1 × 185	353	314	0,28	0,24	23,5	1 830
1 × 240	415	369	0,24	0,21	26,5	2 390
1 × 300	472	420	0,21	0,18	29,5	2 980
1 × 400	552	490	0,18	0,16	33,5	3 790

Désignation 1 G au lieu de 1 × (fois) pour les conducteurs de coloris vert/jaune

Ces produits sont stockés en couronne de 100 m, jusqu'au 16 mm<sup>2</sup> inclus.

Pour les sections supérieures, les H07 V-R sont conditionnés en tourets.

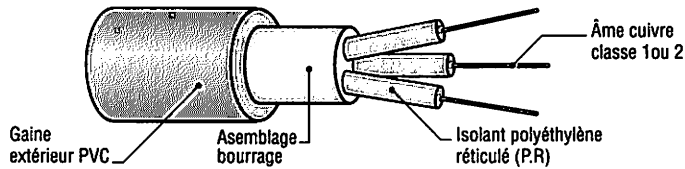
Un conditionnement particulier en couronne de 500 m est destiné aux utilisateurs confectionnant des ensembles préfabriqués (pieuvres).

## NOTA IMPORTANT :

Les intensités admissibles sont indiquées pour une température ambiante de 30 °C dans l'air, en régime permanent, conducteurs posés dans un seul conduit (moulure, tube, fourreau, plinthe, etc...).

Dans des conditions différentes, se reporter à la NF C 15-100 pour les facteurs de correction.

## Câbles rigides U-1000 R02V



NF C 32-321 - CEI 502

Tension nominale : 0,6/1 kV

Température maximale sur l'âme : 90 °C (250 °C en court-circuit)

Nombre de conducteurs Section (mm <sup>2</sup> )	Intensité admissible □ (A)		Δ U (cos φ 0,8) (V/A/km)	Ø extérieur (mm)		Rayon de courbure (mm)	Masse (kg/km)
	Enterré	Air libre		Mini*	Maxi		
<b>1 CONDUCTEUR CUIVRE R02V</b>							
1 × 1,5	34	24	24,8	—	6,4	38	48
1 × 2,5	46	33	14,8	—	6,8	41	60
1 × 4	59	45	9,2	—	7,2	43	78
1 × 6	74	58	6,2	—	8,2	49	102
1 × 10	101	80	3,7	—	9,2	55	146
1 × 16	128	107	2,4	—	10,5	63	207
1 × 25	148	142	1,40	—	12,5	75	305
1 × 35	179	175	1,00	—	13,5	80	400
1 × 50	214	212	0,78	—	15,0	90	525
1 × 70	264	270	0,56	—	17,0	100	735
1 × 95	317	327	0,43	—	19,0	105	955
1 × 120	363	379	0,36	—	21,0	120	1 255
1 × 150	405	435	0,31	—	23,0	130	1 500
1 × 185	457	496	0,26	—	25,5	140	1 880
1 × 240	529	584	0,22	—	28,5	160	2 445
1 × 300	600	665	0,19	—	31,0	170	3 020
1 × 400	690	779	0,17	—	34,5	200	3 905
1 × 500	780	870	0,15	—	38,5	215	4 980
1 × 630	880	995	0,14	—	43,0	245	6 360
<b>2 CONDUCTEURS CUIVRE</b>							
2 × 1,5	34	24	24,8	8,8	10,5	63	129
2 × 2,5	46	33	14,8	9,6	11,5	66	162
2 × 4	59	45	9,2	10,5	13,5	72	209
2 × 6	74	58	6,2	11,5	14,0	84	282
2 × 10	101	90	3,7	13,0	16,0	87	397
2 × 16	128	107	2,4	15,0	18,5	111	553
2 × 25	162	142	1,6	18,4	22,0	120	840
<b>3 CONDUCTEURS (monophasé + V/J)</b>							
3 G 1,5	34	24	24,8	9,2	11,0	66	145
3 G 2,5	46	33	14,8	10,0	12,0	72	186
3 G 4	59	45	9,2	11,0	13,0	78	246
3 G 6	74	58	6,2	12,0	15,0	66	336
3 G 10	101	80	3,7	14,0	17,0	72	484
3 G 16	128	107	2,4	16,0	19,5	78	689

□ Les intensités admissibles sont données pour des températures ambiantes de 20 °C dans le sol ou 30 °C dans l'air en régime permanent.

## U-1000 R02V (suite)

Nombre de conducteurs Section (mm <sup>2</sup> )	Intensité admissible □ (A)		Δ U (cos φ 0,8) (V/A/km)	Ø extérieur (mm)		Rayon de courbure (mm)	Masse (kg/km)
	Enterré	Air libre		Mini*	Maxi		
<b>3 CONDUCTEURS</b>							
3 × 1,5	29	22	21,5	9,2	11,0	66	145
3 × 2,5	40	30	12,8	10,0	12,0	72	186
3 × 4	51	40	8,0	11,0	13,0	78	246
3 × 6	64	52	5,4	12,0	15,0	90	336
3 × 10	88	71	3,2	14,0	17,0	102	484
3 × 16	111	96	2,1	16,0	19,5	117	689
3 G 25	141	127	1,37	19,0	23,5	135	1 095
3 × 35	170	157	1,00	21,0	26,0	150	1 435
3 × 50	204	190	0,76	24,5	29,0	170	1 885
3 × 70	252	242	0,55	28,5	34,0	190	2 645
3 × 95	302	293	0,42	32,5	38,5	215	3 450
3 × 120	345	339	0,35	36,0	42,5	240	4 425
3 × 150	386	390	0,30	40,0	47,5	265	5 440
3 × 185	435	444	0,25	44,5	53,0	290	6 810
3 × 240	504	522	0,21	50,5	59,5	325	8 815
3 × 300	571	595	0,19	56,0	66,0	370	10 725
<b>4 CONDUCTEURS</b>							
4 G 1,5	29	22	21,5	9,8	11,5	69	169
4 G 2,5	40	30	12,8	10,5	12,5	75	220
4 G 4	51	40	8,0	12,0	14,0	84	294
4 G 6	64	52	5,4	13,0	16,0	96	410
4 G 10	88	71	3,2	15,5	18,5	111	600
4 G 16	111	96	2,11	17,5	21,0	126	862
4 G 25	141	127	1,37	20,5	25,5	150	1 350
4 × 1,5	26,5	22	21,5	9,8	11,5	69	169
4 × 2,5	36	30	12,8	10,5	12,5	75	220
4 × 4	46	40	8,0	12,0	14,0	84	294
4 × 6	58	52	5,4	13,0	16,0	96	410
4 × 10	79	71	3,2	15,5	18,5	111	600
4 × 16	100	96	2,1	17,5	21,0	126	862
4 G 25	141	127	1,37	20,5	25,5	150	1 350
4 G 35	170	157	1,00	23,0	28,5	165	1 785
4 × 50	204	190	0,76	27,0	32,5	190	2 365
4 × 70	252	242	0,55	31,5	37,5	215	3 330
4 × 95	302	293	0,42	36,0	42,5	240	4 355
4 × 120	345	339	0,35	40,0	47,5	270	5 615
4 × 150	386	390	0,30	44,5	52,5	295	6 875
4 × 185	435	444	0,25	50,0	59,0	325	8 645
4 × 240	504	522	0,21	56,5	66,5	360	11 160
4 × 300	571	595	0,19	62,5	73,5	405	13 630
<b>5 CONDUCTEURS</b>							
5 G 1,5	26,5	22	21,50	10,5	12,5	75	194
5 G 2,5	36,0	30	12,8	11,5	13,5	81	263
5 G 4	46,0	40	8,0	13,0	15,0	90	355
5 G 6	58,0	52	5,4	14,5	17,5	105	493
5 G 10	79,0	71	3,2	16,5	20,0	120	724
5 G 16	100,0	96	2,11	19,5	23,0	138	1 056
5 G 25	141	127	1,37	23,5	27,0	165	1 625
5 G 35*	170	157	1,0	26,5	30,5	185	2 165
5 G 50*	204	190	0,76	30,0	34,0	205	2 850

\* Sections non reprises à la norme.

□ Les intensités admissibles sont données pour des températures ambiantes de 20 °C dans le sol ou 30 °C dans l'air en régime permanent.

# 5

# Canalisations électriques

Une canalisation électrique est constituée d'un ensemble comportant à la fois des conducteurs, ou câbles et un conduit assurant la protection contre les influences externes (fig. 1).

Nous distinguerons les éléments non ouvrables que sont les tubes, des éléments ouvrables tels que profilés, plinthes, moulures, goulottes.

## OBJECTIF

Être capable de justifier le choix d'une canalisation électrique sous conduit, ou sous moulure et de décoder sa dénomination.

## SAVOIRS TECHNOLOGIQUES

S 3.1 et S 6.3

## 1 Caractéristiques et dénomination

Un conduit a pour rôle essentiel d'assurer une protection continue supplémentaire aux conducteurs et câbles placés à l'intérieur.

### 1.1. Caractéristiques générales

Selon les matériaux utilisés, les conduits présentent des qualités de :

- résistance mécanique (chocs, écrasements) ;
- étanchéité (à l'eau, aux poussières) ;
- non propagation de la flamme.

De plus, ils doivent pouvoir être travaillés facilement et pouvoir être encastrés dans les murs, ou enterrés dans le sol.

### 1.2. Désignation

Elle reprend les caractéristiques des canalisations et comporte : 2 chiffres, 3 ou 4 lettres, 3 chiffres.

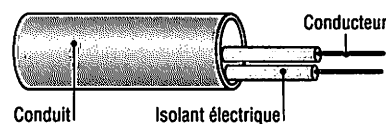


Fig. 1 : Canalisation électrique.

Codes	Fonction	Signification
2 chiffres	Référence : diamètre extérieur en mm	16, 20, 25, 32, 40, 50, 63
3 lettres	1 <sup>re</sup> lettre : propriétés électriques	I = isolant C = composite M = métallique
	2 <sup>e</sup> lettre : résistance à la flexion	R = rigide C = cintrable CT = transversalement élastique S = souple
	3 <sup>e</sup> lettre : nature de la surface	L = lisse A = annelé
4 chiffres	1 <sup>er</sup> chiffre : résistance à l'écrasement	3 (750 N) 4 (1 250 N) 5 (4 000 N)
	2 <sup>e</sup> chiffre : résistance aux chocs	3 (2 J) 4 (6 Joules) 5 (20 Joules)
	3 <sup>e</sup> chiffre : températures minimales d'utilisation et d'installation	2 (- 5 °C) 5 (- 45 °C)
	4 <sup>e</sup> chiffre : température maximale d'utilisation et d'installation	1 (+ 60 °C) 2 (+ 90 °C) 7 (+ 400 °C)

Exemple

25  
2 chiffres

IRL  
3 lettres

3321  
4 chiffres

25 IRL 3321  
Désignation complète

Les conduits conformes aux publications 423 et 423 A de la CEI (Commission Électrotechnique Internationale) remplacent progressivement ceux répondant aux normes françaises NFC 68-101 et NFC 68-146. La distinction essentielle est basée sur le numéro de référence qui est égal au diamètre extérieur du conduit quelle que soit la famille de conduits isolants. Il en résulte une simplification des accessoires et des percements des entrées de boîtes.

Nous trouverons deux familles de conduits :  
 CEI référence = diamètre extérieur  
 UTE référence = nombre de 2 chiffres : 9-11-13-16-21.

**Remarque importante :**

À la suite des normes européennes, la désignation des conduits est progressivement modifiée.

IRO-5 : devient IRL 3321 (Isolant/Rigide/Lisse)

ICO-5 : devient ICA 3321 (Isolant/Cintrable/Annelé)

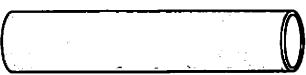
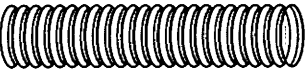


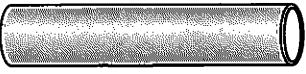

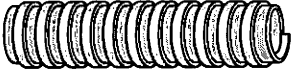


ICD-6 : devient ICTL 3421 (Isolant/Cintrable/Transversalement élastique/Lisse)

ICT-6 : devient ICTA 3422 (Isolant/Cintrable/Transversalement élastique/Annelé)

MSB-7 devient CSA 4421

MRB-9 devient MRL 5557

**Tableau 1 : Conduits usuels pour canalisations électriques.**

Conduits usuels	Désignation normalisée	Caractéristiques	Emplois
	** IRL 3321 Isolant Rigide Lisse	• Tubes en matière plastique étanche et non propagateurs de la flamme sauf ICTA de couleur orange	Utilisés avec les conducteurs des séries H 07 V-U et U-1 000 R02V pour toutes les installations intérieures, en apparent ou en encastré, et pendant la construction dans les parois verticales ou dans les éléments préfabriqués ; interdits dans les locaux à risque d'explosion
	** ICA 3321 Isolant Cintrable Annelé	• Résistent à la corrosion • Faciles à mettre en œuvre • Faible résistance mécanique	
 	** ICTA 3422 Isolant Cintrable Transversalement élastique Annelé  ** ICTA 3422	• Température limite d'emploi : - 10 °C à + 60 °C	
 	** ICTL 3421 Isolant (transversalement élastique lisse)  ** ICTL 3421	Tubes en matière plastique orange, propagateurs de la flamme  Tubes en matière plastique grise, non propagateurs de la flamme	Encastrés dans des matériaux réfractaires : plancher en béton  Peuvent être parfois encastrés, parfois apparents
 	** CSA 4421 Composite souple annelé  ** CSL 4421	Tuyaux acier, non propagateurs de la flamme  Identiques avec en plus gaine extérieure isolante étanche	Installations industrielles avec parties mobiles ou comportant de nombreux coudes
	** MRL 5557 Métallique Rigide Lisse	Tubes acier, grande résistance aux chocs	

\*\* Indique la place pour mettre la référence dimensionnelle du conduit 16, 20, 25, 32, 40, 50 ou 63.

## 2 Section utile des conduits

En général, on passe dans les conduits des conducteurs rigides H 07-V-U ou H 07 V-R ou K, ou des câbles unipolaires ou multipolaires. Pour que les conducteurs ou les câbles puissent être tirés ou retirés facilement on applique la règle du tiers de section (fig. 2).

Règle :

La somme des sections totales des conducteurs, isolants compris, est au plus égale au tiers de la section intérieure du conduit.

$$n \times s \leq 1/3 S$$

$n$  = nombre de conducteurs  
 $s$  = section totale conducteur + isolant  
 $S$  = section intérieure du conduit

Tableau 2 : Section intérieure utile (1/3 de la section intérieure)

Conduits norme internationale			Conduits norme française				
Référence = diamètre extérieur mm	Section utile mm <sup>2</sup>		Référence = numéro	Section utile mm <sup>2</sup>			
	IRO ou IRL	ICA ICTA ICTL		IRO ou IRL	ICO ou ICA	ICD ICTL	ICT ICTA
16	44	30	9	38	21	30	32
20	75	52	11	63	32	48	43
25	120	88	13	78	48	57	60
32	202	155	16	97	67	70	82
40	328	255	21	158	—	122	116
50	514	410	23	—	138	—	—
63	860	724	29	278	220	231	189

Remarques :

- Les conduits ICA, IRL, ICTL et ICTA sont admis dans les conditions d'influences externes n'exigeant pas un indice de protection supérieur à IP 68.
- Les conduits propagateurs de la flamme sont repérés par la couleur orange.
- Les conduits non propagateurs de la flamme peuvent être de n'importe quelle couleur excepté jaune, orange, rouge et vert.

## 3 Moulures plastiques

Le besoin d'ajouter des points d'utilisation, des prises pour les applications domotiques (téléphone, télévision, alarmes) conduit souvent à effectuer un ceinturage électrique des pièces.

Ce ceinturage peut être réalisé :

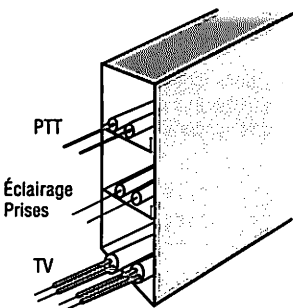


Fig. 5 : Plinthe plastique.

- en moulures (fig. 3), en plinthes (fig. 5), en goulottes (fig. 4), ou tout autre profilé,
- en système de canalisations préfabriquées et socles de prise de courant (fig. 6 et 7).

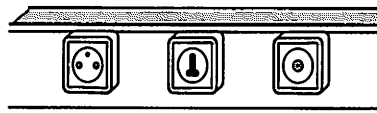


Fig. 6 : Plinthe avec prise de courant, prise téléphone, prise télévision.

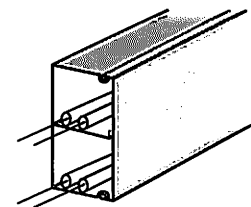


Fig. 3 : Moulure plastique.

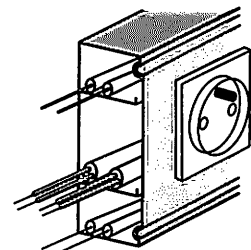


Fig. 4 : Goulotte à parois pleines.

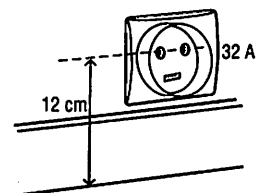


Fig. 7 : À l'intérieur d'un local, la hauteur des prises est réglementée.

Section de l'âme mm <sup>2</sup>	Section totale isolant compris	
	H 07 V-U mm <sup>2</sup>	H 07 V-K mm <sup>2</sup>
1,5	8,55	9,6
2,5	11,9	13,85
4	15,2	18,1
6	22,9	31,2
10	36,3	45,4
16	50,3	60,8
25	75,4	95

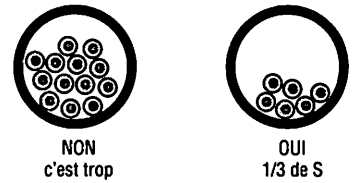


Fig. 2 : Remplissage des conduits.

Nouvelle Référence CEI  
16, 20, 25, 32, 40, 50, 63

Ancienne référence UTE  
9, 11, 13, 16, 21, 29, 36, 48

Les moulures plastiques existent en profilés de longueur 2,10 m ou 2,50 m et de sections :

<b>Épaisseur</b>	12,5	12,5	12,5	15	16	16	20	20	20...
<b>Largeur</b>	20	32	40	32	40	60	32	40	75...

Les accessoires couramment utilisés (fig. 8) sont : les embouts d'extrémité, angles intérieurs, angles extérieurs, angles plats, dérivations en T. Enfin des cadres sont adaptés pour fixer l'appareillage le long de la moulure (en vertical ou en horizontal), ou sur la moulure. Ces cadres sont adaptés pour recevoir les interrupteurs ou prises de courant.

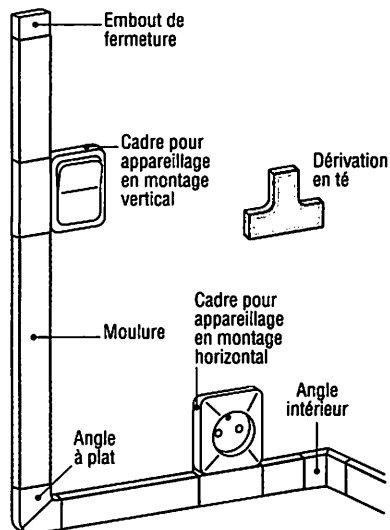


Fig. 8 : Moulure plastique et ses accessoires.

#### 4 Moulures et plinthes en bois

Pour renforcer une installation existante ou pour y ajouter des prises de courant, de TV ou de téléphone, on préfère utiliser des plinthes ou des moulures en bois.

Les moulures en bois sont caractérisées par le nombre et la dimension des rainures (6, 8, 10 ou 12 mm) (fig. 9).

En l'absence de plinthe, la moulure doit être posée au moins à 10 cm au-dessus du sol fini.

Les conducteurs utilisés doivent appartenir aux séries H 07 V-U, R et K. On n'admet généralement qu'un seul conducteur par rainure. Si on en met plusieurs, ils doivent nécessairement appartenir au même circuit.

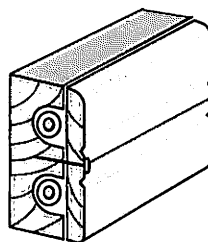


Fig. 9 : Moulure bois.

#### 5 Choix d'un conduit ou d'une moulure

Il s'effectue parmi les conduits usuels en fonction des influences externes. Son dimensionnement est fonction de la section des conducteurs à passer.

Pour qu'un conduit convienne, il doit avoir des valeurs de facteurs d'influences externes égales ou supérieures à celles du local où il doit être installé.

Exemple :

Atelier de mécanique				
AA	AD	AE	AF	AG
4	2,3	2	3	3
CSL				
1 à 6	2	4		3

Le tube CSL convient, on peut aussi utiliser du tube MRL.

Tableau 3 : Choix des conduits en fonction des influences externes

Influences externes	A. ENVIRONNEMENT								B. UTILISATION			C. CONSTRUCTION		
	Température	Eau	Corps solides	Corrosion	Chocs	Vibrations	Flore	Faune	Résistance	Contacts	Évacuation	Matières	Matériaux	Structure
	AA	AD →	AE →	AF	AG →	AH →	AK →	AL →	BB →	BC →	BD →	BE	CA →	CB
<b>Conduits</b>														
IRO-IRL	4,5,6	6	4	1,2,3	2	1	1	1	4	4	4	1,2	2	1
ICO-ICA														
ICD-ICTL														
ICT-ICTA														
MSB-CSA	1 à 6	2	4	1,2,3	3	3	2	2	2	2	4	1,2,3	2	1,3*,4*
MRB-MRL	1 à 6	2	4	1	4	1	2	2	2	2	4	1,2,3	2	1
<b>Moulures</b>														
- Bois	4,5,6	1	3	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
- Plastique	4,5,6	2	3	1,2,3	1	1	1	1	2	3	4	1,2	2	1

\* Les conducteurs doivent être de la série H 07 V-K (SV). La canalisation peut être utilisée dans toutes les classes de numéro au plus égal à celui indiqué.

## L'essentiel

■ Une canalisation est constituée d'un ensemble comportant à la fois des conducteurs, ou câbles, et un conduit assurant la protection contre les influences externes.

■ Les conduits assurent une protection supplémentaire aux conducteurs et câbles. Ils sont caractérisés par leur :

- diamètre : 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 (2 chiffres)
- propriétés électriques : J, isolant ; C, composite ; M, métallique ;
- résistance à la flexion : R, rigide ; C, cintrable ; CT, transversalement élastique ; S, souple ;
- nature de la surface : L, lisse ; A, annelé.

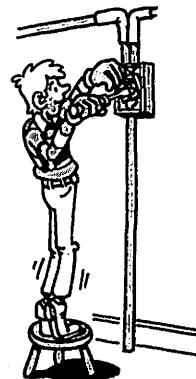
■ Des chiffres indiquent la résistance à l'écrasement et aux chocs et la tenue aux températures minimales et maximales d'utilisation.

La section totale des conducteurs, isolants compris, ne doit pas dépasser le tiers de la section intérieure du conduit.

$$n \times s \leq 1/3 S$$

■ Les moulures et les plinthes peuvent être en bois ou en plastique. Elles permettent d'effectuer des canalisations dans les locaux existants. Elles sont plus esthétiques que les conduits et font partie des conduits ouvrables.

■ Le choix d'un tube ou d'une moulure est fonction des influences externes. Un tableau précise ces conditions.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Une canalisation électrique comporte des conducteurs et un conduit.
2. Un conduit protège les conducteurs contre les risques mécaniques (chocs, écrasement).
3. La désignation d'un conduit ne comporte que des chiffres.
4. Dans la norme française, la référence d'un conduit est son diamètre extérieur.
5. Dans la norme européenne (CEI), la référence d'un conduit est son diamètre extérieur.
6. L'ancien tube IRO s'appelle IRL.
7. L'ancien tube ICO s'appelle ICA.
8. L'ancien tube ICT s'appelle ICTL.
9. Un tube de couleur orange ne propage pas l'incendie.
10. Un tube peut être rempli à 80 % de sa section interne.

11. Un tube peut être rempli à 66,66 % de sa section.
12. Dans un tube de référence CEI de 20, et de section utile 75 mm<sup>2</sup>, on peut loger des conducteurs dont la section externe ne dépasse pas 25 mm<sup>2</sup>.
13. Une moulure plastique est caractérisée par son diamètre.
14. Une moulure bois est caractérisée par le nombre et la dimension des rainures.
15. Les moulures plastiques comportent un socle et un couvercle, ce dernier est cloué avec des pointes sur le socle.
16. En l'absence de plinthe, une moulure bois peut être posée à 5 cm du sol.
17. On utilise un conduit MRL pour alimenter une prise de courant dans un salon.
18. Les conduits plastiques résistent bien à la corrosion.
19. Dans une moulure, bois ou plastique, on peut mettre des conducteurs, série H 07 V-K.
20. Les moulures sont interdites dans les locaux agricoles.



# RÉSOLUS

1. On souhaite faire passer dans un conduit 3 circuits de conducteurs H 07 V-U comportant :

- 1<sup>er</sup> circuit : 2 conducteurs 1,5 mm<sup>2</sup> ;
- 2<sup>e</sup> circuit : 3 conducteurs 2,5 mm<sup>2</sup> ;
- 3<sup>e</sup> circuit : 3 conducteurs 4 mm<sup>2</sup>.

Déterminez la référence du conduit utilisé dans chacune des deux normes.

**Solution :**

- 1<sup>er</sup> circuit :  $2 \times 1,5 \rightarrow 17,1 \text{ mm}^2$  (2 × 8,55)  
 2<sup>e</sup> circuit :  $3 \times 2,5 \rightarrow 35,7 \text{ mm}^2$  (3 × 11,90)  
 3<sup>e</sup> circuit :  $3 \times 4 \rightarrow 45,6 \text{ mm}^2$  (3 × 15,20)

Section totale :  $98,4 \text{ mm}^2$

Norme internationale : IRL de 25  
 ICA, ICTA, ICTL de 32

Norme française : IRL de 16 ou  
 ICA de 23, ICTA et ICTL de 21

2. Combien de conducteurs H 07 V-U de 1,5 mm<sup>2</sup> peut-on faire passer dans un tube de 16 ICA ?

**Solution :**

- Section utile (1/3 S) d'un tube de 16 ICA (tableau p. 48) 30 mm<sup>2</sup>.

- Section totale d'un conducteur 1,5 mm<sup>2</sup> soit 8,55 mm<sup>2</sup>.

- Nombre de conducteurs possible :

$$\frac{30}{8,55} = 3,50 \text{ soit } 3 \text{ conducteurs}$$

3. En utilisant la documentation, indiquez quels sont les conduits interdits dans les caves.

**Solution :**

Dans le tableau de choix des câbles et des conduits en fonction des influences externes, page 54, seules les moulures sont interdites.

# À RÉSOUDRE

1. Vous êtes en présence d'un conduit couleur orange lisse de diamètre extérieur 32 mm. Donnez sa désignation CENELEC.

2. Vous devez remplacer un tube plastique gris rigide de diamètre extérieur 20,6 mm (référence 13 norme UTE) par un tube nouvelle norme. Donnez sa désignation.

3. Sur une botte de tubes vous relevez les indications suivantes : ICTA 3422. Quelles en sont les significations ?

4. Sur un paquet de tubes rigides noirs vous relevez l'indication : NF - USE 32 MRL 5557. De quel type de tube s'agit-il ? Que signifie cette désignation ?

5. Vous devez faire passer dans un tube : un circuit de 2 fils 1,5 mm<sup>2</sup> et un circuit de 2 fils 2,5 mm<sup>2</sup>. Quelle référence de conduit choisirez-vous :  
 a) désignation CENELEC ?  
 b) désignation Norme Française UTE ?

6. Vous devez faire passer dans un tube un circuit 3 fils 2,5 mm<sup>2</sup> et un circuit 3 fils 6 mm<sup>2</sup>.

Quelle référence de tube choisiriez-vous :

- a) désignation UTE ?
- b) désignation CENELEC ?

7. On vous demande d'installer une prise de courant en extension d'une installation existante :

- a) dans une cuisine,
- b) dans une salle de séjour,
- c) dans une cave.

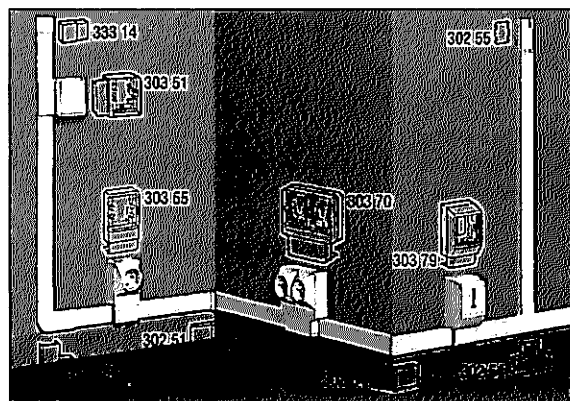
Précisez le type de conduit ou de moulure que vous choisissez, compte tenu des influences externes rencontrées dans ces locaux, et comparez-les aux mêmes influences externes que peuvent supporter les conduits et moulures.

8. En utilisant la documentation, indiquez quels sont les conduits interdits dans les locaux sanitaires à usage collectif.

9. En utilisant la documentation, indiquez dans quelles conditions d'environnement les conduits IRL, ICTA, ICTL, sont autorisés.

10. En utilisant la documentation, indiquez dans quelles conditions d'influences externes d'utilisation les conduits MRL et CSA, utilisés pour le passage de conducteurs isolés, sont autorisés.

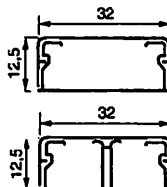
## Mouleurs 32 x 12,5 DLPlus



Réf.

### Mouleurs

Blanc	Marron	
300 15	300 25	Système à couvercle enveloppant indépendant. Agréées NF C 68 104
333 11		Sans cloison centrale Longueur 2,10 m
300 14	300 78	Sans cloison centrale Longueur 2,50 m
333 10		Avec cloison centrale Longueur 2,10 m
		Avec cloison centrale Longueur 2,50 m



### Éléments de finition

Blanc	Marron	
333 14	334 04	Embout autobloquant gauche ou droit
302 51	305 41	Angle intérieur-extérieur variable
302 53	305 43	Angle plat variable
302 54	305 44	Dérivation en té
333 17	334 07	Dérivation avec séparation
338 10		Dérivation vers DLP 3D 55 x 55
	302 55	Joint-agrafe
	304 18	Joint de corps découpable. Longueur 5 m

### Rehausse pour montage en plinthe

Marron  
306 77

Pour utilisation en plinthe des mouleurs. Longueur 2,10 m



### Boîtes de dérivation

Blanc	Marron	
303 16	303 19	75 x 75 x 35 mm
312 10		Barrette 4 bornes 4 mm <sup>2</sup> pour boîte de dérivation

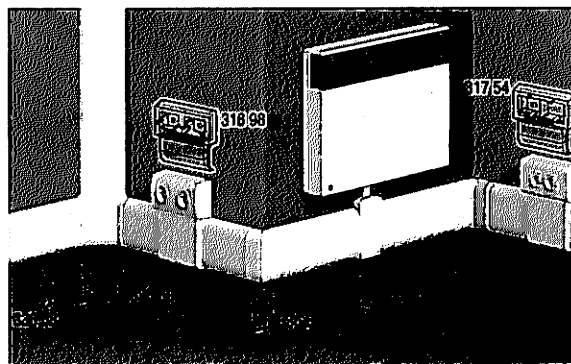


### Cadres Sagane

Pour pose le long du profilé  
Livrés avec platine pour la séparation des courants

316 94	1 poste
316 95	2 postes
316 96	3 postes

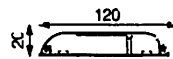
## Plinthes 120 x 20 DLPlus



Réf.

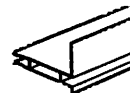
### Plinthes

Blanc	Marron	
300 89	300 90	Longueur 2 m Système à couvercle enveloppant indépendant
		2 compartiments pour distribution séparée des courants forts et courants faibles
		Possibilité de créer 2 compartiments supplémentaires par ajout de cloison amovible réf. 308 67
		Munie d'une languette-rehausse pour faciliter la pose avec moquette



### Cloison

Blanc		
308 67		Cloison de séparation simple



### Éléments de finition

Blanc	Marron	
336 64	336 74	Embout sabot, permet la dérivation sur mouleure jusqu'à 75 x 20
		Utilisation possible en sortie de convecteur
336 65	336 75	Angle intérieur variable
336 66	336 76	Angle extérieur variable
336 70	336 80	Dérivation en té
336 69	336 79	Dérivation pour DLP 3D 55 x 55
338 25	336 79	Dérivation pour DLP 3D 80 x 80
338 35		Dérivation pour DLP 3D 105 x 105
336 68	336 78	Joint de couvercle
	302 55	Joint-agrafe
	304 18	Joint de corps découpable
		Livré en longueur de 5 m

### Boîtes de dérivation

Blanc	Marron	
303 36	303 39	150 x 150 x 65 mm
312 10		Barrette 4 bornes 4 mm <sup>2</sup> pour dérivation

### Cadres Mosaïc

Livrés avec platine pour la séparation des courants

### Pour pose le long de la plinthe

317 52	2 modules
317 54	4 modules horizontaux
317 55	6 modules horizontaux

### Pour pose dans la plinthe

316 54	2 modules horizontaux
305 58	4 modules horizontaux
305 61	6 modules horizontaux

## Choix des câbles et des conduits en fonction des influences externes

L'UTE (Union Technique de l'Électricité) a établi un guide pratique (UTE C 15 103) qui permet de sélectionner pour chaque local, ou emplacement, les types de câbles ou de conduits qui conviennent et qui satisfont à toutes les règles de sécurité de la norme NF C 15-100.

Les tableaux ci-après donnent aussi les indices de protection de l'appareillage installé dans les locaux, la signification des « IP » et des « IK » est donnée dans le tableau (page 88).

Les trois tableaux qui suivent traitent de locaux spécifiques pour lesquels les conditions d'influences externes peuvent être déterminées pour l'ensemble du local.

### Caractéristiques indiquées dans les tableaux

#### 1. Les locaux sont classés en quatre parties :

- 1) locaux (ou emplacements à usage spécifique) ;
- 2) établissements industriels ;
- 3) établissements recevant du public ;
- 4) locaux commerciaux et annexes.

Les parties 2-3-4 seront données dans le volume suivant.

#### 2. Degrés de protection minimums IP et IK

Ils correspondent à la norme NF C 20-010.

Lorsque plusieurs degrés de protection sont indiqués, le choix dépend des conditions réelles de l'emplacement d'installation de l'appareillage.

*Canalisations* : câbles, conduits, moulures.

L'absence d'indication signifie que la canalisation correspondante est admise.

(x) Ce signe indique que la canalisation n'est pas admise, c'est-à-dire interdite.

(p, r, s... v) lettres qui précisent des conditions particulières d'emploi :

(p) Câbles spéciaux suivant la nature des agents chimiques.

(r) Admis si les conditions d'influences BE3 sont respectées.

(s) Admis si les câbles sont revêtus d'une gaine en PVC.

(t) Admis si le risque mécanique n'est pas supérieur à AG2.

(u) Admis seulement si le risque de pénétration d'eau n'est pas supérieur à AD2.

(v) Autorisé par la norme C 15-100, mais non recommandé.

#### *Canalisations préfabriquées*

En ce qui concerne les canalisations préfabriquées, on doit se référer aux indications du constructeur.

### Remarques importantes

1) Les indications portées dans ces tableaux sont données à titre documentaire, le guide pratique UTE C 15-103 précise beaucoup d'autres données telles que :

- classes de protection de l'appareillage ;
- tension limite conventionnelle  $U_L$  ;
- la classe de protection contre la corrosion (AF) ;
- l'existence de risques d'incendie BE2 ;
- l'existence de risques d'explosion BE3 ;
- les références aux règles de la norme NF-C 15-100 lorsque celle-ci prévoit des prescriptions particulières pour l'emplacement considéré.

2) Les indications des tableaux sont exigées seulement aux emplacements où les conditions correspondantes existent.

Dans tous les cas, seule la norme fait office de loi, le guide, les tableaux ne sont que des données destinées à faciliter les choix des matériels et des canalisations.

### Règles particulières

#### 1. Conduits MRL, CSA

Si ces conduits servent de support mécanique à des câbles, aucune condition n'est exigée pour ces conduits.

Si ces conduits sont utilisés pour le passage de conducteurs isolés, ils ne sont installés que dans les conditions d'influence externe AD1 et AD2.

#### 2. Profilés plastiques

Ils peuvent être utilisés seulement si leurs IP et IK sont supérieurs à ceux demandés.

DÉSIGNATION DES LOCAUX OU EMPLACEMENTS	DEGRÉS DE PROTECTION MINIMAUX <i>IP</i> et <i>IK</i>		Corrosion <i>AF</i>	Risques d'incendie <i>BE2</i>	Risques d'explosion <i>BE3</i>	CÂBLES						Isolant minéral U-500X, XV-U-1000X, XV	CONDUCTEURS H07-V SOUS		
	<i>IP</i>	<i>IK</i>				A05 W-U	U-500 VGPV	U-1000 RGPV	U-1000 RVFV	U-1000 R2V	U-1000 R12N		H07 RN-F	IRL-ICA	ICTL-ICTA
<b>PARTIE 1. - LOCAUX (OU EMPLACEMENTS) À USAGE SPÉCIFIQUE</b>															
<b>1.1 Locaux (ou emplacements) domestiques et analogues</b>															
Bains (salles de) (voir salles d'eau)	1														
Buanderies	2	23	02				x	x	x					x	
Caves, celliers	3	21	02,07											x	
Chambres	4	20													
Cours	5	24,25	07											x	
Cuisines	6	20	02												
Douches (de salles d'eau) (voir salles d'eau)	7														
Greniers (combles)	8	20	02	+											
Jardins	9	24,25	02,07											x	
Lieux d'aisance	10	21	02											x	
Local à poubelles	11	25	02,07											x	
Salles d'eau	volume 0	12	27	02			x	x	x	x	x	x	x	x	
	volume 1	13	24	02			x	x	x	x	x	x	x	x	
	volume 2	14	23	02			x	x	x	x	x	x	x	x	
	volume 3	15	21	02			x	x	x	x	x	x	x	x	
Salles de séjour	16	20	02												
Séchoirs	17	21	02											x	
Sous-sols	18	21	02,07											x	
Terrasses couvertes	19	21	02											x	
Toilettes (cabinets de)	20	21	02											x	
Vérandas	21	21	02											x	
Vides sanitaires	22	23	02,07										x	x	
<b>1.2 Locaux techniques</b>															
Accumulateurs (salles d')	1	23	02,07	3	+							s	x	x	
Chambres frigorifiques	2	33	02,07	3			x	x				s	x	x	
Service électrique	3	20	07											x	
Salles de commande	4	20												x	
Ateliers	5	21,23	07,08				x	x				x	t	x	
Laboratoires	6	21,23	07,08	(3)										x	
Laveurs de conditionnement d'air	7	24	07												
Garages (servant exclusivement au stationnement des véhicules) de surface n'excédant pas 100 m <sup>2</sup>	8	21	07											x	
Machines (salles des)	9	31	07,08	3			x	x				s	t	x	
Surpresseurs d'eau	10	23	07,08				x	x					t	x	
<b>1.3 Chaufferies et locaux annexes (d'une puissance supérieure à 70 kW)</b>															
<b>Chaufferie :</b>															
- à charbon	11	51,61	07,08		+		x	x						t	x
- autres combustibles	12	21	07,08	3	+		x	x						t	x
- électrique	13	21	07,08				x	x							x
<b>Soute à combustibles :</b>															
- à charbon	14	50,60	08		+		x	x						x	x
- à fuel	15	20	07,08		+		x	x				x		x	x
- à gaz liquéfié	16	20	07,08		+		x	x	r	r	r	r		x	x
Soute à scories	17	50,60	08		+		x	x						x	x
Local à pompes	18	23	07,08				x	x						x	x
Local de détente (gaz)	19	20	07,08				x	r	r	r	r	r		x	x
Sous-station de vapeur ou d'eau chaude	20	23	07,08				x	x						x	x
Local de vase d'expansion	21	21	02												x

D'après Guide Pratique UTE C 15-103

DÉSIGNATION DES LOCAUX OU EMPLACEMENTS	DEGRÉS DE PROTECTION MINIMAUX IP et IK		Corrosion AF	Risques d'incendie BE2	Risques d'explosion BE3	CÂBLES						CONDUCTEURS H07-V SOUS MOULURES		
	IP	IK CHOCS				A05 W-U	U-500 VGPV	U-1000 RGPV	U-1000 RVFV	U-1000 R2V	U-1000 R12N	H07 RN-F	Isolant minéral U-500X, XV-U-1000X, XV	IRL-ICA
<b>1.4 Garages et parcs de stationnement couverts d'une surface supérieure à 100 m<sup>2</sup></b>														
Aires de stationnement	1	21	07,10	+		x	x						x	x
Zone de lavage (à l'intérieur du local)	2	25	07			x	x							x
Zones de sécurité :														
- à l'intérieur	3	21	07		+	x	x	r	r	r	r	r	x	x
- à l'extérieur	4	24	07		+	x	x	r	r	r	r	r	x	x
Zones de graissage	5	23	08	3		x	x					s	x	x
Local de recharge de batterie :														
- batteries de traction	6	23	07		+	x	x	r	r	r	r	r	x	x
- autres batteries	7	23	07			x	x						x	x
- Ateliers	8	21	08			x	x						x	x
<b>1.5 Locaux sanitaires à usage collectif</b>														
Salles de lavabos individuels	9	21	07											x
Salles de W.C. à cuvette (à l'anglaise)	10	21	07											x
Salles d'urinoirs	11	21	07											x
Salles de lavabos collectifs	12	23	07											x
Salles de W.C. à la turque	13	23	07											x
Salles de douches à cabines individuelles	14													x
Salles de douches collectives	15													x
Buanderies collectives	16	24	07											x
<b>1.6 Bâtiments à usage collectif</b>														
Bureaux	1	20	02											
Bibliothèques	2	20	02		+									
Salles d'archives	3	20	02		+									
Salles d'informatique	4	20	02											x
Salles de dessin	5	20	02											
Locaux abritant les machines de reproduction de plans et de documents	6	20	07											x
Salles de manipulation des postes centraux téléphoniques d'immeubles	7	20	07											x
Salles de guichets	8	20	07											x
Salles de tri	9	20	07		+									x
Établissements d'enseignement, à l'exception de leurs laboratoires	10	20,21	07											x
Salles de restaurant et de cantine	11	21	07											x
Grandes cuisines	12													
Chambres collectives et dortoirs	13	20	07											x
Salles de sports	14	21	07,08			t	t					t		x
Centres de vacances et de loisirs	15	21	07											x
Locaux de casernement	16	21	07											x
Salles de bal	17	20	07											x
Salles de réunions	18	20	02											x
Salles d'attente, salons, halls	19	20	02											x
Salles de consultation à usage médical ne comportant pas d'équipements spécifiques	20	20	02,07											x
Salles de démonstration et d'exposition	21	20	07											x

DÉSIGNATION DES LOCAUX OU EMPLACEMENTS	DEGRÉS DE PROTECTION MINIMAUX IP et IK		Corrosion AF	Risques d'incendie BE2	Risques d'explosion BE3	CÂBLES						Isolant minéral U-500X, XV-U-1000X, XV ICL-ICA	MOULURES	CONDUCTEURS H07-V SOUS	
	IP	IK				A05 W-U	U-500 VGPV	U-1000 RGPV	U-1000 RVFV	U-1000 R2V	U-1000 R12N				H07 RN-F
<b>1.7 Locaux (ou emplacements) dans les exploitations agricoles</b>															
Alcool (entrepôts d')	1	23	07	+											
Bergeries (fermées)	2	35	07	3	+								s		
Buanderies	3	24	07												
Bûchers	4	30	07		+		x	x						x	
Battage de céréales	5	50,60	07		+										
Caves de distillation	6	23	07	1,3	+							s			
Chais (vins)	7	23	07												
Cours	8	35	07												
Élevage de volailles	9	35	07	3	+								s		
Engrais (dépôts d')	10	50,60	07	3	+								s		
Écuries	11	35	07	3	+								s		
Étables	12	35	07	3	+								s		
Fumières	13	24	07	3									s		
Fenils	14	50,60	07		+										
Fourrage (entrepôts de)	15	50,60	07		+										
Greniers, granges	16	50,60	07		+										
Paille (entrepôts de)	17	50,60	07		+										
Serres	18	23	07												
Silos à céréales	19	50,60	07		+	+	x	x	r	r	r	r	r	x	
Traites (salles des)	20	35	07	3									s		
Poulaillers	21	35	07	3	+								s		
Porcheries	22	35	07	3									s		
<b>1.8 Installations diverses</b>															
Terrains de camping et de caravanning	23	34	07				v						v		
Quais de ports de plaisance	24	36	07				v						v		
Chantiers	25	35	08	1,2			x	x					v	x	
Quais de chargement	26	35	08	1,2			x	x					v	x	
Rues, cours, jardins et autres emplacements extérieurs	1	34,35	07				v	v					v	x	
Établissements forains	2	33	08				x	x	x	x			x	x	
Piscines	3	38	02				x	x	x	x			x	x	
	4	35	02					x	x	x			x	x	
	5	32,34	02					x	x	x			x	x	
Saunas	6	34	02					x	x	x			x	x	
Bassins des fontaines	7	37	02				x	x	x	x			x	x	
Traitement des eaux	8	24,25	07,08	3			t	t					s	t	x
<b>1.9 Installations thermodynamiques chambres climatisées et chambres froides</b>															
Hauteur au-dessus du sol	de 0 à 1,10 m	9	25	07											x
	de 1,10 à 2 m	10	24	07											x
au-dessus du sol	au-dessus de 2 m sous l'évaporateur ou tube écoulement d'eau	11	21	07											x
	Plafond et jusqu'à 10 cm au-dessous	12	23	07											x
Température ≥ -10 °C	13	23	07												x
<b>Compresseurs</b>															
- Local	14	21	08	3			x	x						x	x
- Monobloc placé à l'extérieur ou en terrasse	15	34	08				x	x						x	x

# 6

## Les modes de pose

Les canalisations électriques sont très nombreuses et diverses par la variété des conducteurs, des conduits, des modes de fixation. Une réglementation, précise, pour chaque mode de pose, les types de canalisations à mettre en œuvre.

### 1 Qu'est-ce qu'un mode de pose ?

Une canalisation électrique est caractérisée par l'ensemble de trois éléments (fig. 1) qui sont :

- les conducteurs ou câbles qui assurent la continuité électrique ;
- les conduits, tubes, moulures, goulottes, caniveaux qui assurent une protection mécanique ;
- les éléments de fixation, ou de montage, de la canalisation.

Le mode de pose prend en compte la canalisation électrique ainsi que son montage ou sa fixation. Le montage ou la fixation peuvent s'effectuer :

- sur des parois ou à l'intérieur des parois,
- dans le sol, en l'air, ou sous l'eau.

### 2 Les différents mode de pose : codification

Les différents modes de pose ont été codifiés en 9 classes qui sont :

- 0 – pose sous conduit (de 1 à 5 A) (fig. 2) ;
- 1 – pose des câbles à l'air libre (de 11 à 18) (fig. 3) ;
- 2 – pose dans les vides de construction (de 21 à 25) (fig. 4) ;
- 3 – pose dans les goulottes (de 31 à 34 A) (fig. 5) ;
- 4 – pose dans les caniveaux (de 41 à 43) (fig. 6) ;
- 5 – encastrement direct (de 51 à 53) (fig. 7) ;
- 6 – pose enterrée (de 61 à 63) (fig. 8) ;
- 7 – pose dans les moulures, huisseries (71 à 74) (fig. 9) ;
- 8 – pose immergée (81) (fig. 10).

Les exemples de ces modes de pose sont données aux pages 64 à 65 :

- le premier chiffre correspond à la classe ;
- le deuxième chiffre indique différentes dispositions à l'intérieur d'une classe de mode de pose.

Chacun de ces modes de pose donne lieu à des dispositions réglementaires qui sont fixées par la norme C 15-100. Les conditions générales de pose du paragraphe 4 et les règles particulières du paragraphe 5 présentent un résumé des règlements fixés dans la norme.

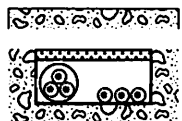


Fig. 6 : 4 - Pose dans les caniveaux.

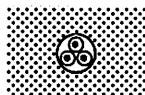


Fig. 7 : 5 - Pose encastree dans les parois.



Fig. 8 : 6 - Pose enterrée.

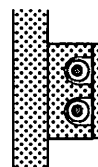


Fig. 9 : 7 - Pose dans les moulures ou huisseries.



Fig. 10 : 8 - Pose immergée.

#### OBJECTIF

À partir des textes réglementaires (Normes c 15-100) être capable pour un mode de pose donné, de choisir la canalisation qui convient et connaître les règles particulières qui s'y appliquent.

#### SAVOIRS TECHNOLOGIQUES

S 3.1 et S 6.3

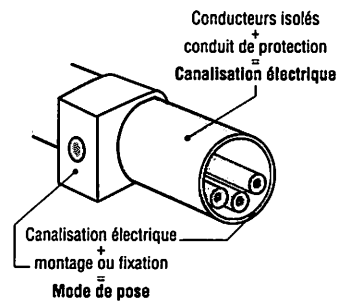


Fig. 1 : Canalisation électrique.

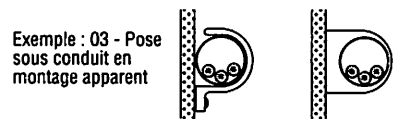


Fig. 2 : 0 - Pose sous conduit.

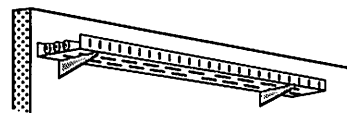


Fig. 3 : 1 - Pose des câbles à l'air libre.

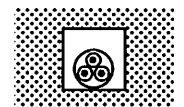


Fig. 4 : 2 - Pose dans les vides de construction.

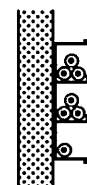


Fig. 5 : 3 - Pose dans les goulottes.

## 3 Choix des modes de pose

Le choix d'un mode de pose fait intervenir deux familles de facteurs qui sont :

- les conducteurs et câbles utilisés ;
- les différentes situations dans lesquelles on va disposer les canalisations électriques.

### 3.1. Choix des canalisations

Ce choix est fixé par le tableau 52 A de la norme (*tableau 1*).

Dans ce tableau, les modes de pose sont fonction des types de conducteurs ou câbles, à condition que les influences externes soient adaptées aux prescriptions des normes sur l'environnement.

Tableau 1 : Choix des canalisations

Modes de pose  Conducteurs et câbles	Situations							
	Sans fixation	Fixation directe	Conduits	Goulottes plinthes	Conduits profilés	Chemins de câbles tablettes, corbeaux échelles	Sur isolateurs	Câble porteur
Conducteurs nus	☒	☒	☒	☒	☒	☒	A	☒
Conducteurs isolés	☒	☒	A	A*	A*	☒	A	☒
Câbles multiconducteurs	A	A	A	A	A	A	O	A
Câbles monoconducteurs	O	A	A	A	A	A	O	A
SITUATIONS								
Vides de construction	21, 25 73, 74	0	22 73, 74	☒	23	12, 13 14, 15 16	☒	☒
Caniveaux	43	43	41, 42	31, 32	4, 24	12, 13 14, 15 16	☒	☒
Enterrés	62, 63	0	61	☒	61	0	☒	☒
Encastrés dans les structures	52, 53	51	1, 2, 3	33	24	0	☒	☒
Apparent	☒	11	3	31, 32 71, 72	4	12, 13 14, 15 16	18	☒
Aérien	☒	☒	0	34	☒	12, 13 14, 15 16	18	17
Immergé	81	81	0	☒	0	0	☒	☒

Conventions pour le tableau :

A : le mode de pose est admis pour le type de câble ou conducteur

☒ : mode de pose non admis

O : mode de pose, non applicable, ou non utilisé en pratique

\* : les conducteurs isolés ne sont admis que si le couvercle nécessite l'emploi d'un outil pour être retiré et que la goulotte possède le degré de protection IP 4 × ou plus.

Numéro dans une case (de 1 à 81) = code du mode de pose donné aux pages 64 et 65.

### 3.2. Mise en œuvre des canalisations

Les modes de pose des canalisations en fonction des différentes **situations** sont donnés dans la deuxième partie du tableau, ce qui permet, pour une situation donnée et un mode de pose, de déterminer le type de conducteurs ou de câbles.

## 4 Conditions générales de pose

### 4.1. Protection contre les influences externes

Elle doit être assurée de façon continue d'après le mode de pose retenu.



- La sélection du type de conduits ou moulures est donnée dans le tableau (page 49).
- La sélection des câbles est donnée dans un tableau analogue (page 39).

## 4.2. Extrémités

Aux extrémités des canalisations, à l'endroit de la pénétration dans des appareils, il faut assurer la même protection pour l'étanchéité. On emploie des presse-étoupe (fig. 11) métalliques ou en matière plastique.

## 4.3. Traversées

Dans les traversées de parois, les canalisations ayant un degré de protection inférieur à 5 doivent comporter une protection mécanique supplémentaire constituée par un fourreau (fig. 12).

## 4.4. Voisinage avec des canalisations non électriques

- a) Les canalisations électriques doivent être situées à une distance de 3 cm des autres canalisations (fig. 13).
- b) Les canalisations électriques doivent être éloignées de toutes autres canalisations présentant une température élevée, elles ne doivent en aucun cas emprunter les gaines de ventilation ou de désenfumage.
- c) On évitera impérativement de placer des canalisations électriques parallèlement à des canalisations pouvant donner lieu à des condensations (fig. 14).
- d) Les canalisations électriques ne doivent pas emprunter les mêmes gaines, ou les mêmes caniveaux, que des canalisations non électriques.

## 4.5. Voisinage avec d'autres canalisations électriques

Les canalisations basse tension (1 000 V) ne peuvent emprunter les mêmes gaines ou caniveaux, que des canalisations de tension supérieures.

## 4.6. Barrières coupe-feu

Les traversées de parois par des canalisations électriques doivent être obturées de façon à ne pas diminuer le degré de coupe-feu de la paroi.

## 4.7. Pose des conducteurs

- a) Un câble multipolaire, un conduit, une goulotte ne doivent contenir que des conducteurs d'un seul et même circuit.
- b) **Dérogation à la règle ci-dessus dans les conditions suivantes (fig. 15).**
  - Tous les conducteurs sont isolés pour la même tension.
  - Tous les circuits sont issus d'un même disjoncteur de branchement.
  - Les sections des conducteurs de phases sont identiques ou séparées au plus d'un double intervalle de valeur normale de section (1,5 - 2,5 - 4 mm<sup>2</sup>), ou (2,5 - 4 - 6 mm<sup>2</sup>).
  - Tous les circuits sont protégés individuellement contre les surintensités.

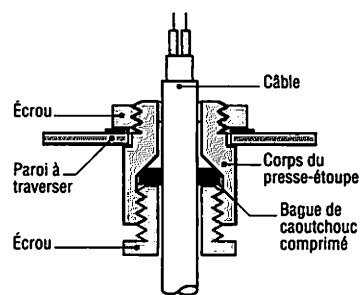


Fig. 11 : Montage d'un presse-étoupe.

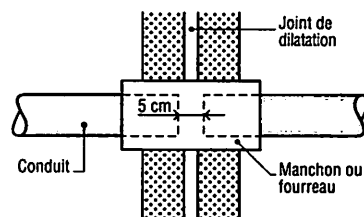


Fig. 12 : Exemple de traversée de joint de dilatation.

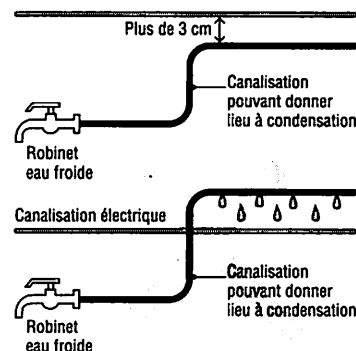


Fig. 13 et 14 : Voisinage des canalisations électriques avec d'autres canalisations.

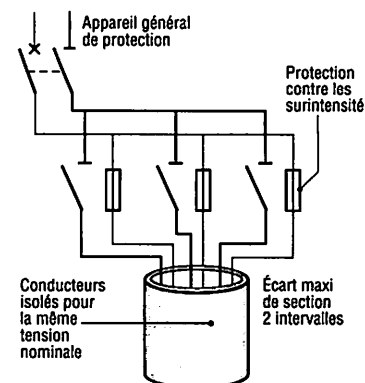


Fig. 15 : Un seul circuit par conduit ou goulotte sauf dérogations...

## 5 Règles particulières de pose

### 5.1. Conduits

Certaines règles ont déjà été énoncées à propos de l'étude des conduits.

a) Seuls les conducteurs isolés, les câbles unipolaires ou multipolaires, peuvent être posés dans des conduits.

b) Les dimensions intérieures des conduits et des accessoires doivent permettre de tirer, ou de retirer facilement, les conducteurs ou câbles après la pose des conduits (règle du 1/3 de la section).

Deux autres règles sont applicables aux canalisations sous conduit.

#### c) Pose en montage apparent

Les conduits qui ne possèdent pas la qualité de non-propagation de la flamme et qui sont caractérisés par la couleur jaune-orange ne sont pas admis en montage apparent (fig. 16).

#### d) Conduits en montages encastrés

Les conduits de degré de protection 5 ne peuvent être posés avant la construction de la maçonnerie que s'ils sont à l'abri de toute contrainte mécanique importante pendant les travaux de construction.

Les conduits orange doivent être complètement enrobés dans des matériaux incombustibles.

### 5.2. Profilés en matière plastique

– Ils peuvent contenir des conducteurs H 07 V ou des câbles A 05 VV, U 1000 R2 V, y compris des câbles de télécommunication s'ils sont placés dans un logement qui leur est exclusivement réservé.

– On peut faire passer plusieurs circuits dans un cloisonnement dans les mêmes conditions que pour les conduits (paragraphe 4.7).

– Les bornes de connexion sont admises à l'intérieur des profilés ; les épissures sont interdites (fig. 19).

Dans le cas de goulottes posées en plinthes, le conducteur situé le plus bas doit se trouver à 1,5 cm au-dessus du sol fini.

– Les profilés peuvent être fixés par des clous, vis ou colle.

### 5.3. Moulures, plinthes, chambranles en bois

#### a) Moulures bois

– Conducteurs utilisés H 07 V-U, R ou K.

– En l'absence de plinthes, la moulure doit être posée à au moins 10 cm au-dessus du sol fini (fig. 17) (NFC 15-100 ; 529.2.4).

– Il n'est pas admis de poser des moulures à moins de 6,5 cm de l'intérieur d'un conduit de fumée.

– Il est admis de passer plusieurs conducteurs dans une même rainure, sous réserve que ces conducteurs appartiennent à un seul et même circuit.

– Les conducteurs doivent être protégés par un conduit entre la sortie de la moulure et l'entrée dans la boîte d'encastrement (fig. 18).

– Les épissures sont interdites (fig. 19).

#### b) Plinthes rainurées (fig. 20)

– On peut passer dans une même rainure :

- soit différents conducteurs d'un seul et même circuit ;
- soit deux conducteurs appartenant à deux circuits différents sous réserve qu'ils ne soient pas de même polarité.

– Les socles 16 A encastrés dans les plinthes et affleurant les parois sont admis sans boîte d'encastrement.

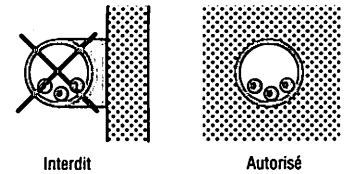


Fig. 16 : Conduit orange interdit en apparent.

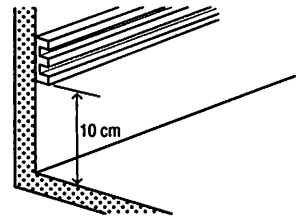


Fig. 17 : Moulure bois à 10 cm au-dessus du sol.

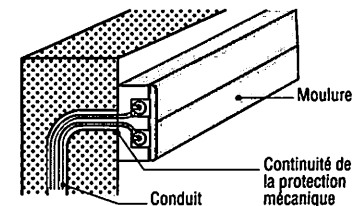


Fig. 18 : Raccordements entre conduit et moulure.



Fig. 19 : Épissures interdites.

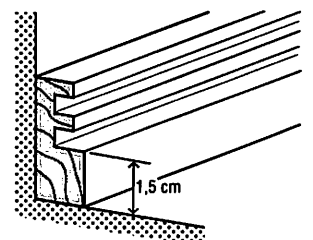
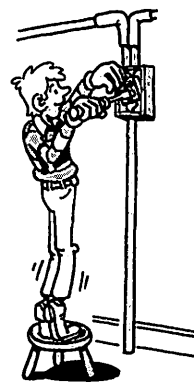


Fig. 20 : Plinthes, première rainure à au moins 1,5 cm du sol.

## L'essentiel

- Il faut bien distinguer :
  - les conducteurs et câbles,
  - les conduits de différente nature,
  - les modes de pose.
- La norme NF C 15-100 distingue 9 modes de pose différents codifiés par des chiffres de 0 à 8. Des exemples codifiés de 1 à 81 sont donnés pages 64 et 65. La norme C 15-100 précise pour chaque mode de pose les conducteurs et les câbles qui sont admis (tableau p. 58).
- Le tableau p. 58, en correspondance au niveau des colonnes, indique les modes de pose à mettre en œuvre en fonction des différentes situations. Les conditions générales de pose indiquent pour toutes les canalisations et leurs modes de pose, les conditions relatives aux influences externes – extrémités – voisinage avec des canalisations non électriques, ou avec d'autres canalisations électriques – les barrières coupe-feu – les poses de conduits, apparents ou encastrés.
- Enfin, des conditions particulières sont à retenir telles que : absence d'épissures dans les conduits et moulures, moulures à 10 cm du sol, pose encastrée de tous les conduits oranges...



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Les modes de pose sont codifiés avec des lettres.
2. Le mode de pose d'une canalisation électrique correspond à son procédé de fixation, sur des parois, ou à l'intérieur des parois.
3. Le chiffre 03 correspond à la pose de conduits en apparent.
4. La classe 9 correspond à la pose en enterrée.
5. Les conducteurs nus peuvent être posés dans des goulottes.
6. Un câble multiconducteur peut être monté dans un conduit.
7. On peut enterrer des moulures ou des goulottes.
8. Un conducteur nu peut être posé sur isolateurs.
9. Un conduit orange peut être posé en apparent (propagateur de la flamme).
10. N'importe quel conduit peut être encastré dans la maçonnerie.
11. On peut mettre dans un caniveau, des canalisations d'eau et des canalisations électriques.
12. Il faut laisser passer de l'air quand une canalisation électrique traverse une barrière coupe-feu.
13. Le presse-étoupe permet d'assurer l'étanchéité à l'endroit de la pénétration d'une canalisation dans un appareil.
14. Il est interdit de mettre plusieurs conducteurs dans une rainure d'une goulotte plastique.
15. On peut faire des épissures uniquement dans les moulures en bois.
16. Les bornes de connexions sont admises dans les moulures plastiques.
17. Une moulure bois peut être posée à 1 cm du sol fini.
18. Il est interdit d'immerger un câble électrique dans l'eau.
19. On peut faire passer des conducteurs isolés dans les chambranles de portes.
20. Le montage va-et-vient permet de commander 2 lampes de 3 endroits différents.

## RÉSOLUS

**1.** On souhaite installer une prise de courant supplémentaire dans la salle de séjour de la villa T4 (p. 29). L'installation est faite après la construction sous moulure plastique. Précisez les conditions particulières de pose.

**Solution :** Pose sous moulure plastique 3 conducteurs H 07 V-U. Moulures fixées par des vis, ou colle au-dessus de la plinthe ou à 10 cm au moins du sol. Prise de courant montée en apparent au-dessus de la moulure. Raccordement sur une prise existante de type avec repiquage.

**2.** Est-il possible d'effectuer une installation électrique sur chemin de câble avec des conducteurs isolés ?

**Solution :** Le tableau (p. 58) du paragraphe 3 indique que l'emploi de conducteurs isolés n'est pas admis sur des chemins de câble.

Ce type de montage n'est accepté qu'en montage en goulotte avec couvercle non démontable sans outils ou en pose sur isolateur.

**3.** Dans le tableau de la page 58, on indique que le mode de pose sans fixation peut être exécuté dans les vides de construction. Indiquez pour chaque numéro de code, le mode de pose proposé, et les types de conducteurs utilisés.

**Solution :** Le tableau page 58, indique à l'intersection de la colonne, sans fixation, et de la ligne, vide de construction, les codes suivants : 21, 25, 73, 74.

À ces numéros de code, correspondent les exemples de modes de pose des pages 64 et 65.

– 21 câbles mono- ou multiconducteurs dans les vides de construction.

– 25 câbles mono- ou multiconducteurs dans les faux plafonds ou plafonds suspendus.

– 73 conducteurs isolés dans des conduits, ou câbles mono ou multiconducteurs dans des chambranles.

– 74 conducteurs isolés dans des conduits, ou câbles mono ou multiconducteurs dans des huisseries de fenêtres.

## À RÉSOUDRE

**1.** On veut réaliser dans un local de stockage de vêtements une installation en apparent. Quel type de canalisation peut-on utiliser ?

**2.** Pour alimenter un garage distant de 4 m de la villa type T4, prévoyez une canalisation électrique et son mode de pose. Quelles sont les possibilités ? Quel type de conduit et de conducteurs prévoyez-vous ?

**3.** Vous devez réaliser une installation électrique nécessitant des canalisations encastrées. Indiquez la constitution de cette canalisation.

**4.** On souhaite effectuer le ceinturage électrique de la villa type 4 (p. 29), c'est-à-dire poser une plinthe en matière plastique à l'intérieur de la villa, le long des murs extérieurs de la salle de séjour, de la cuisine et des chambres, afin de pouvoir installer dans chaque pièce une prise de téléphone, de télévision, de haut-parleur, et 2 prises 16 A (2 + T) par pièce. En vous aidant de la fiche de documentation (p. 52) précisez :

- la disposition de cette canalisation sur une reproduction du plan architectural,
- indiquez la position des prises,
- effectuez la nomenclature du matériel à l'aide de la fiche de documentation Legrand,
- donnez les types de conducteurs utilisés et leur longueur pour l'installation des prises 16 A.

**5.** On vous demande de prévoir l'éclairage d'un garage particulier avec l'installation d'une lampe au centre (simple allumage) et une prise de courant vers la porte d'entrée.

- a) Quel type de canalisation allez-vous mettre en œuvre ?
- b) Quel mode de pose utiliserez-vous ?
- c) Précisez dans une liste, la nomenclature des fournitures nécessaires pour l'installation (uniquement les canalisations).

**6.** Effectuez le schéma multifilaire de l'installation d'éclairage du dégagement réalisée par un montage en va-et-vient.

**7.** Effectuez le schéma multifilaire de l'installation de la salle de séjour munie d'un lustre avec double allumage.

**8.** Dans le tableau de la page 58, on indique que les conduits peuvent être installés dans les vides de construction. Indiquez pour chaque numéro de code, le mode de pose proposé.

**9.** Dans le tableau de la page 58, on indique que les conduits profilés peuvent être encastrés dans les structures. Indiquez pour le numéro de code, le mode de pose proposé, et les conducteurs et câbles utilisables.

**10.** Dans le tableau de la page 58, on indique que les goulottes et plinthes peuvent être encastrées installées dans des caniveaux. Indiquez pour chaque numéro de code, le mode de pose proposé, et les conducteurs et câbles utilisables.

### Montages lumière

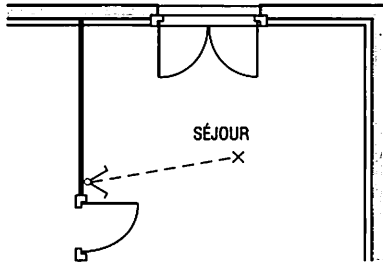
#### Double allumage

##### 1. Fonction assurée

Établir ou interrompre ensemble ou séparément et d'un seul endroit, deux circuits séparés.

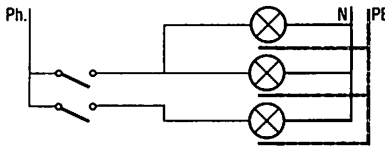
Exemples : commande de lustre, éclairage de magasin.

##### 2. Plan architectural

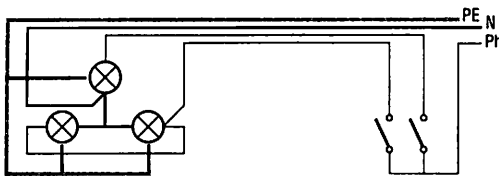


##### 3. Schéma de principe

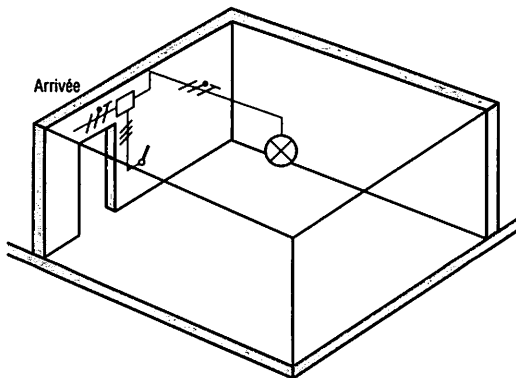
Il s'agit de deux montages simple-allumage, les deux interrupteurs étant dans un seul boîtier. L'un des circuits, ou les deux, peuvent comporter une ou plusieurs lampes.



##### 4. Schéma multifilaire



##### 5. Schéma unifilaire



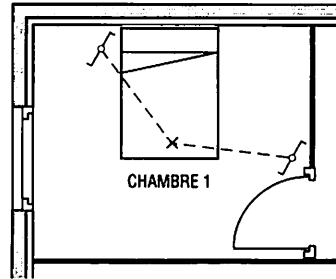
#### Le va-et-vient

##### 1. Fonction assurée

Commander l'allumage et l'extinction d'une lampe ou d'un groupe de lampes de deux endroits différents.

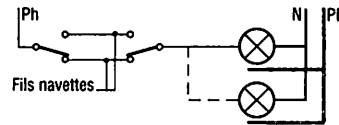
Exemples : dans un couloir, une chambre une pièce possédant deux accès.

##### 2. Plan architectural

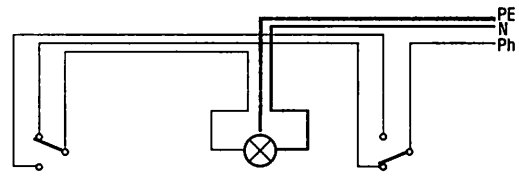


##### 3. Schéma de principe

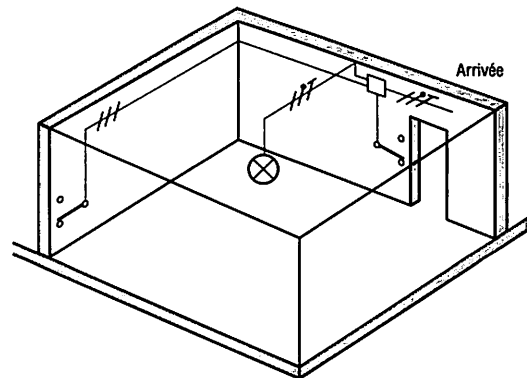
Montage va-et-vient de 1 ou plusieurs lampes.



##### 4. Schéma multifilaire



##### 5. Schéma unifilaire



## Les modes de pose (exemples)

### Pose sous conduit

Exemple	Description	Réf.
	Conducteurs isolés dans des conduits encastrés dans les parois thermiquement isolantes.	1
	Câbles multiconducteurs dans des conduits encastrés dans des parois thermiquement isolantes.	2
	Conducteurs isolés dans des conduits en montage apparent.	3
	Câbles mono- ou multiconducteurs dans des conduits en montage apparent.	3A
	Conducteurs isolés dans des conduits profilés en montage apparent.	4
	Câbles mono- ou multiconducteurs dans des conduits profilés en montage apparent.	4A
	Conducteurs isolés dans des conduits encastrés dans une paroi.	5
	Câbles mono- ou multiconducteurs dans des conduits encastrés dans une paroi.	5A

### Pose des câbles à l'air libre

	Câbles mono- ou multiconducteurs, avec ou sans armure :	11
	– fixés sur un mur, – fixés à un plafond,	11A
	– sur des chemins de câbles ou tablettes non perforés,	12
	– sur des chemins de câbles ou tablettes perforés en parcours horizontal ou vertical.	12

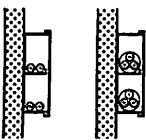
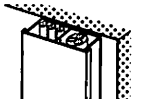
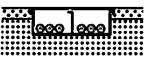
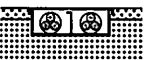
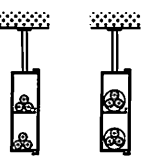
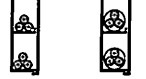
Exemple	Description	Réf.
	– sur des corbeaux,	14
	– fixés par des colliers, et espacés de la paroi,	15
	– sur échelles à câbles.	16
	Câbles mono- ou multiconducteurs suspendus à un câble porteur ou autoporteur.	17
	Conducteurs nus ou isolés sur isolateurs.	18


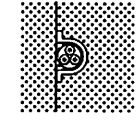
### Pose dans les vides de construction

	Câbles mono- ou multiconducteurs dans des vides de construction.	21
	Conducteurs isolés dans des conduits dans des vides de construction.	22
	Câbles mono- ou multiconducteurs dans des conduits dans des vides de construction.	22A
	Conducteurs isolés dans des conduits isolés dans des vides des constructions.	23
	Câbles mono- ou multiconducteurs dans des conduits profilés dans des vides de construction.	23A
	Conducteurs isolés dans des conduits profilés noyés dans la construction.	24
	Câbles mono- ou multiconducteurs dans des conduits profilés noyés dans la construction.	24A
	Câbles mono- ou multiconducteurs : – dans des faux plafonds, – dans des plafonds suspendus.	25




## Exemples de modes de pose (suite)

### Pose dans les goulottes

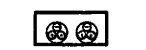

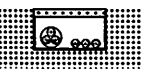
Exemple	Description	Réf.
	Conducteurs isolés ou câbles mono-ou multiconducteurs dans des goulottes fixées aux parois : – en parcours horizontal,	31
	– en parcours vertical,	32
	Conducteurs isolés dans des goulottes encastrées dans des planchers.	33A
	Câbles mono- ou multiconducteurs dans des goulottes encastrées dans des planchers.	
	Conducteurs isolés dans des goulottes suspendues.	34
	Câbles mono- ou multiconducteurs dans des goulottes suspendues.	34A

Exemple	Description	Réf.
	Câbles mono- ou multiconducteurs encastrés directement dans des parois, sans protection mécanique complémentaire.	52
	Câbles mono- ou multiconducteurs encastrés directement dans des parois, avec protection mécanique complémentaire.	53

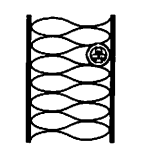
### Pose enterrée

	Câbles mono- ou multiconducteurs dans des conduits ou dans des conduits profilés enterrés.	61
	Câbles mono- ou multiconducteurs enterrés sans protection mécanique complémentaire.	62
	Câbles mono- ou multiconducteurs enterrés avec protection mécanique complémentaire.	63

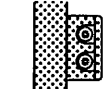
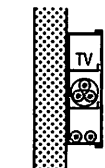
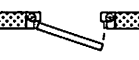
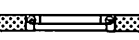
### Pose dans les caniveaux

	Conducteurs isolés dans des conduits ou câbles multiconducteurs dans des caniveaux fermés, en parcours horizontal ou vertical.	41
	Conducteurs isolés dans des conduits dans des caniveaux ventilés.	42
	Câbles mono- ou multiconducteurs dans des caniveaux ouverts ou ventilés.	43


### Pose des câbles à l'air libre

	Câbles multiconducteurs encastrés directement dans des parois thermiques isolantes.	51
--	---	----

### Pose dans les moulures et huisseries

	Conducteurs isolés dans des moulures.	71
	Conducteurs isolés ou câbles mono- ou multiconducteurs dans des plinthes rainurées.	72
	Conducteurs isolés dans des conduits ou câbles mono- ou multiconducteurs dans des chambranles.	73
	Conducteurs isolés dans des conduits ou câbles mono- ou multiconducteurs dans des huisseries de fenêtres.	74

### Pose immergée

	Câbles immergés dans l'eau.	81
---	-----------------------------	----

# 7

## Réalisation d'une installation

Pour réaliser une installation électrique dans des locaux, on utilise comme support pour l'appareillage et les canalisations les murs, les planchers, les plafonds. La mise en œuvre est très différente si l'installation électrique est apparente ou encastrée.

### 1 Montage apparent des conduits

Ce mode de pose présente l'avantage d'une accessibilité immédiate aux canalisations, mais il n'est pas très esthétique.

#### 1.1. Choix du type de conduit

Tous les conduits possédant la propriété de ne pas propager la flamme sont autorisés. Seuls sont interdits les tubes ICTL et ICTA de couleur orange (*fig. 1*).

Nature des locaux	IRL, ICA, ICTL, ICTA gris	CSA, MRL
Séjour, chambres, entrée, grenier	Autorisé (1)	Autorisé
Cuisine, salle d'eau, cabinets de toilette, WC, buanderies, caves, celliers, cours, local à poubelles, terrasses.	Autorisé (1)	Interdit

(1) Sauf aux emplacements où il y a risque de choc ou d'écrasement (une protection mécanique complémentaire peut être réalisée avec du tube acier).

#### 1.2. Conditions de pose

Les conduits doivent être posés de façon à éviter toute introduction ou accumulation d'eau et condensation en quelque point que ce soit. Les conduits doivent être fixés à l'aide de pattes, de colliers, ou d'étriers appropriés, protégés efficacement contre la rouille.

Toutes les conditions générales de pose définies au chapitre précédent doivent être respectées.

La fixation des conduits est nécessaire de part et d'autre de tout accessoire et de tout changement de direction et à des distances données par le tableau ci-contre.

### 2 Montage encastré

#### 2.1. Règles générales de pose (*fig. 2*)

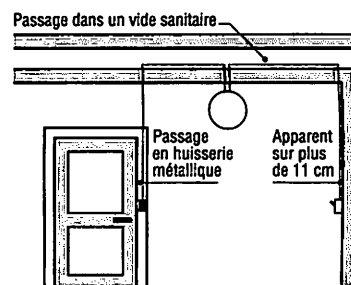
L'encastrement direct des conducteurs ou des câbles est interdit dans les matériaux à la construction à l'exception des conducteurs blindés à isolant minéral.

#### OBJECTIF

Être capable de choisir les moyens à mettre en œuvre pour implanter, régler et rendre opérationnels les matériels nécessaires à la réalisation d'une installation.

#### SAVOIRS TECHNOLOGIQUES

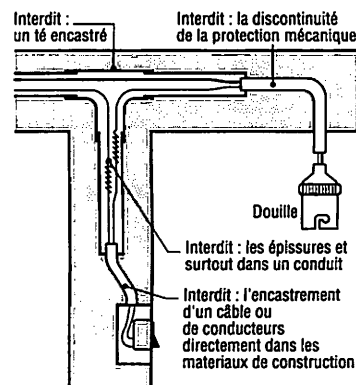
S 3.1 et S 6.3



*Fig. 1 : Installation où les conduits de type ICTA et ICTL orange sont interdits.*

*Tableau 1 : Distances entre points de fixation.*

Conduits	Distance
Rigide	0,80 m
Cintrable	0,60 m
Souple	0,33 m



*Fig. 2 : Respect de différentes conditions de pose.*



- Les canalisations électriques encastrées dans les matériaux de construction doivent être constituées à partir des conducteurs isolés ou des câbles, protégés par un conduit.
- Il est interdit d'exécuter des encastresments dans les parois des conduits de fumée, ou dans les cloisons de doublage de ces parois.

## 2.2. Conditions de pose

- Les couvercles des boîtes de raccordement doivent rester accessibles et démontables.
- L'emploi de coudes d'équerre et des tés est interdit (fig. 2).
- Les conduits orange ICTL et ICTA doivent être complètement noyés dans des matériaux incombustibles (fig. 1) et ne pas être employés dans des vides de construction.

Aux extrémités, il est admis qu'une longueur de conduit n'excédant pas 11 cm ne soit pas encastrée (fig. 3).

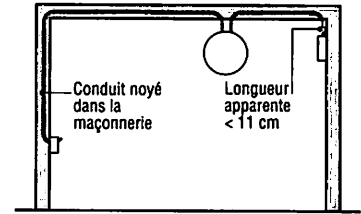


Fig. 3 : Emploi des conduits ICD et ICT orange autorisé.

## 2.3. Conditions particulières pour cloisons

Dans le cas de cloisons non porteuses, d'épaisseur inférieure ou égale à 100 mm, la référence du conduit à encastrer ne doit pas dépasser celle du tableau ci-après. Les boîtes d'encastrement doivent être appropriées à la nature de la paroi (cloisons sèches).

Tableau 2 : Diamètre maximal des conduits pouvant être encastrés dans les cloisons non porteuses d'épaisseur finie inférieure ou égale à 100 mm.

Matériaux constitutifs de la cloison	Épaisseur de cloisons terminée enduit compris (mm)	Profondeur de la saignée possible (mm)	Diamètre extérieur maximal du conduit (mm)
Briques creuses de 35	50	1 alvéole	16
de 50	70	1 alvéole	20
de 80	100	1 alvéole	20
Briques pleines ou perforées de 55	70	18	16
Blocs pleins en béton de 75	90	18	16
Blocs creux en béton de 75	90	18	16
Carreaux de plâtre			
– de 60	60	20	16
– de 70	70	20	16
– de 80	80	20	16
– de 100	100	25	20

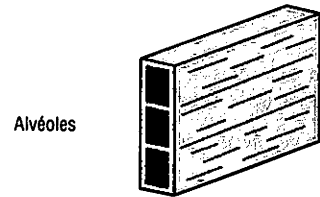


Fig. 4 : Brique creuse ou alvéolée.

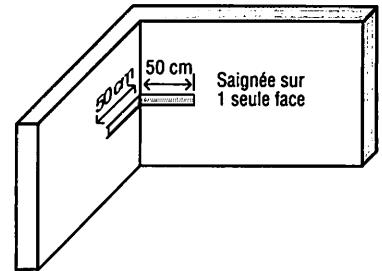


Fig. 5 : Saignée d'angle.

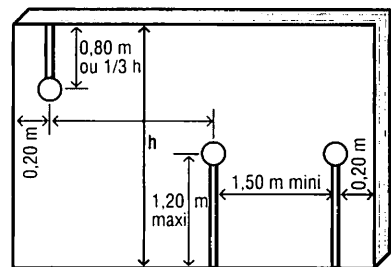


Fig. 6 : Saignées verticales.

### a) Saignées horizontales

Les saignées d'encastrement sont faites en suivant l'alignement des alvéoles (fig. 4). L'encastrement n'est possible que sur une largeur de 0,50 m à partir des intersections des parois (fig. 5).

### b) Saignées verticales (fig. 6)

Distances des saignées : 1,20 m du plancher, ou 0,80 m du plafond. Minimum 1,50 m entre deux saignées verticales et à 0,20 des intersections. Les saignées obliques sont interdites (fig. 7).

## 2.4. Choix du type de conduit

Les conduits doivent être choisis en tenant compte des conditions de pose :

- pose avant ou pendant la réalisation de la construction ;

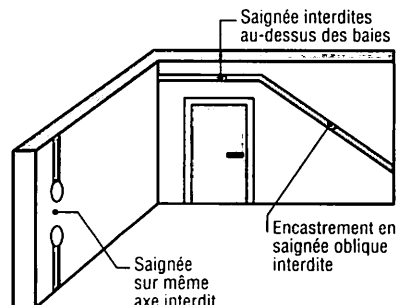


Fig. 7 : Saignées obliques.

- pose dans une réservation préparée à la construction de la cloison ;
- pose dans une saignée faite après la construction.

Les conduits doivent aussi être choisis en fonction de leur encastrement dans les cloisons ou dans les planchers (voir **tableau 3**).

**Tableau 3 : Règles générales d'encastrement.**

Nature des matériaux	Épaisseur de la paroi finie (mm)	Pose avant ou pendant la réalisation (ICTL-ICTA)	Pose dans une réservation préparée à la construction (tout conduit)	Pose dans une saignée faite après construction (tout conduit)
<b>Murs porteurs</b> Pierre de taille, moellons divers Béton armé, béton banché	quelconque quelconque	(1) OUI	(1) OUI	OUI (1)
<b>Cloisons non porteuses</b> Briques creuses à 2 ou 3 alvéoles Briques creuses 2 alvéoles Briques creuses 1 alvéole Blocs creux en béton Blocs pleins en béton Carreaux pleins de plâtre à parements lisses Carreaux alvéolés de plâtre à parements lisses	110 < e ≤ 140 65 < e ≤ 100 quelconque 70 < e ≤ 150 e ≤ 100 quelconque quelconque	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	OUI (2) (2) (3) (2)  (2) (2)
<b>Cloisons composites</b> Comportant un vide de construction	quelconque	(4)	(4)	
<b>Planchers</b> Dalles pleines en béton Béton nervuré Béton nervuré avec hourdis Planchers préfabriqués Planchers chauffants Chapes	quelconque quelconque quelconque quelconque quelconque quelconque	OUI OUI (4) (5) OUI (6)	(1) (1) (1) OUI (1) OUI	■ ■ ■ ■ ■ ■
<b>Conduits de fumée et gaines de ventilation</b>	quelconque	■	■	■

■ Interdit OUI Autorisé

- (1) Pose autorisée mais difficilement réalisable dans la pratique ou irréaliste.
- (2) Voir paragraphe 2.3. Conditions particulières pour cloisons non porteuses d'épaisseur finie inférieure ou égale à 100 mm.
- (3) En parcours vertical seulement et interdit au droit des huisseries.
- (4) Voir conditions pour vides de construction (2.1. à 2.5.) page 64.
- (5) IRL et ICA admis.
- (6) Interdit dans les chapes flottantes.

### 3 Système pieuvre

Dans le cas d'installations électriques prévues avant la construction (**fig. 8**), on effectue la préfabrication de l'installation en atelier. On pose l'ensemble des boîtes de raccordement et des canalisations dans les coffrages avant la coulée du béton. Cet ensemble est appelé pieuvre.

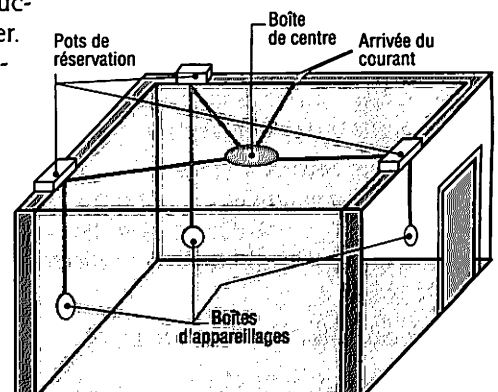
#### 3.1. Différentes boîtes

Ce mode de pose nécessite une très bonne coordination entre l'entreprise de maçonnerie et les électriciens.

Pour réaliser une installation préfabriquée, on dispose de trois types de boîtes :

##### a) Les boîtes de centre

Elles permettent les raccordements et l'alimentation d'un point lumineux au centre d'une pièce.



**Fig. 8 : Disposition d'une « pieuvre » dans l'espace de construction.**

**b) Les pots de réservation**

Ils assurent une arrivée de canalisation à la verticale d'une cloison qui n'est pas encore construite, où ils permettent de raccorder les canalisations horizontales avec les canalisations verticales.

**c) Les boîtes d'appareillage**

Elles servent à la fixation des prises de courant et des interrupteurs.

**3.2. Confection de la pieuvre (fig. 9)**

Elle s'effectue d'après les données du bureau d'études et comporte différentes boîtes de centre alimentées entre elles.

Par exemple : pieuvre pour une chambre comportant un simple allumage et deux prises de courant.

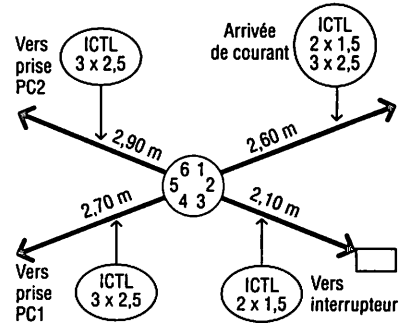


Fig. 9 : Schéma d'une pieuvre.

**3.3. Pose des pieuvres**

La pose des pieuvres a lieu au moment du coffrage des murs porteurs et de la dalle avant la coulée du béton.

**a) Partie verticale**

On positionne les boîtes d'appareillage dans les coffrages, où elles sont fixées par des rivets, ou avec des aimants (fig. 10). Les conduits remontent à la partie supérieure. Lorsque les murs sont coulés, on retire les coffrages et on peut accéder aux boîtes d'appareillage.

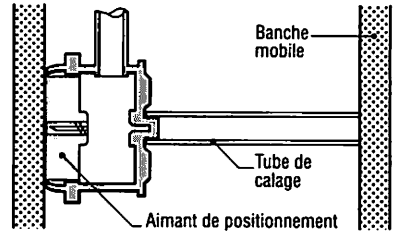


Fig. 10 : Fixation d'une boîte d'appareillage dans un coffrage vertical.

**b) Partie horizontale**

Les boîtes de centre (fig. 11) sont positionnées sur les coffrages. Les canalisations sont raccordées aux conduits verticaux.

Dans le cas où il est nécessaire de prévoir des canalisations dans des cloisons non porteuses, on établit des pots de réservation.

Il faut apporter une très grande attention au positionnement des boîtes car il est très difficile de les déplacer après la prise du béton (fig. 12).

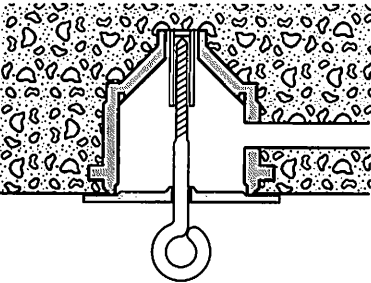


Fig. 11 : Boîte de centre.

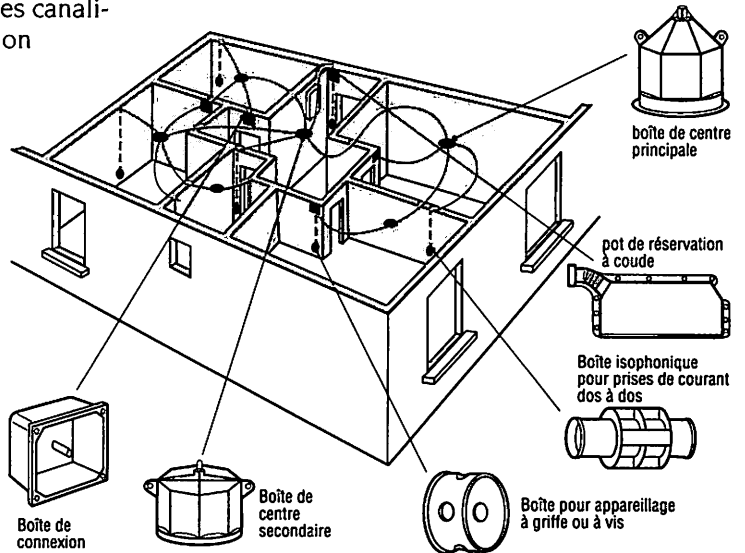


Fig. 12 : Exemple de disposition d'une installation en pieuvre.

**4 Réglementation pour les salles d'eau**

Le corps humain immergé, ou seulement mouillé, présente une faible résistance électrique ; tout contact avec une masse sous tension peut être mortel (fig. 13).

### 4.1. Différents volumes d'une salle d'eau (fig. 14)

On distingue 4 volumes repérés 0, 1, 2 et 3;

#### a) Volume 0

C'est le volume intérieur de la baignoire ou du receveur de douche.

#### b) Volume 1

Il est situé au-dessus de la baignoire ou du bac à douche et jusqu'à 2,25 m au-dessus du sol.

#### c) Volume 2

Il est limité par le volume 1 et une surface parallèle située à 0,60 m de la première, et jusqu'à 2,25 m au-dessus du sol.

#### d) Volume 3

Il est limité par le volume 2 et une surface parallèle située à 2,40 m de la précédente et jusqu'à 2,25 m au-dessus du sol.

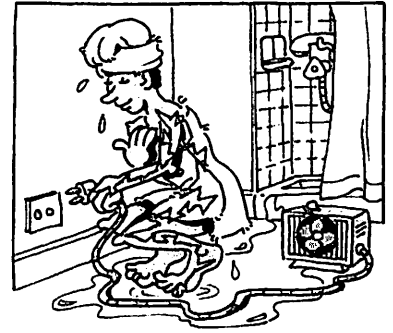


Fig. 13 : Ne touchez pas un interrupteur, une prise de courant, un appareil électrique avec des mains mouillées.

### 4.2. Facteurs d'influence externe pour les salles d'eau

AA4 : Température ambiante tempérée – 5 °C à + 40 °C pour les quatre volumes.

AB4 : Humidité jusqu'à 95 % pour les quatre volumes.

AD : présence d'eau.

- Volume 0 : AD7 immersion (recouvert d'eau).
- Volume 1 : AD4 projection d'eau (toutes directions).
- Volume 2 : AD3 aspersion d'eau (pluie à 60°).
- Volume 3 : AD2 chutes de gouttes d'eau verticales.

BB : Résistance électrique du corps humain.

- Volumes 0 et 1 : BB3 très faible, conditions immergées.
- Volumes 2 et 3 : BB2 faible, conditions mouillées.

BC : Contacts des personnes avec le potentiel de terre.

Tout volume BC3 : contacts avec les parois fréquents.

### 4.3. Équipement électrique

Les différents appareils autorisés dans le volume sont (fig. 15) :

#### a) Volume 0

Exclusivement les appareils prévus pour être utilisés dans une baignoire.

Exemple : dispositif de jets pour bains bouillonnants. Ces appareils doivent fonctionner en TBTS 12 V en alternatif.

(TBTS : très basse tension de sécurité).

#### b) Volume 1

Comme pour le volume 0 avec en plus la possibilité d'installation d'un chauffe-eau électrique fixe.

#### c) Volume 2

Les luminaires et appareils de chauffage classe II protégés par un dispositif différentiel de sensibilité 30 mA au plus, chauffe-eau électrique. Tout ce matériel doit porter l'indication  $\Delta$

#### d) Volume 3

Les appareils d'utilisation sont admis à condition d'être :

- soit protégés par un dispositif différentiel de sensibilité 30 mA ;
- soit alimentés séparément par un transformateur de séparation (prise rasoir électrique) ;
- soit alimentés en TBTS.

Ces conditions ne sont pas applicables aux chauffe-eau.

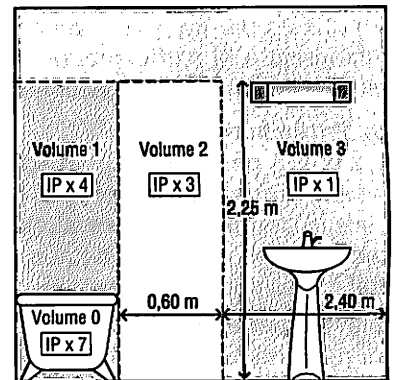


Fig. 14 : Différents volumes 0, 1, 2, 3 dans une salle de bains.

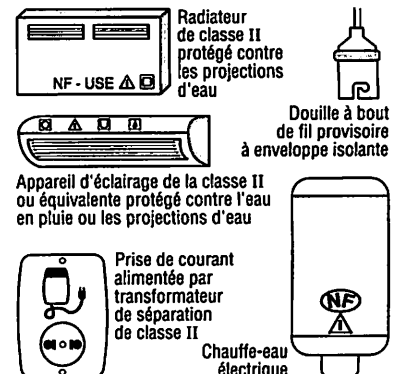


Fig. 15 : Appareils autorisés dans le volume 2.

Tableau 4 : Tableau des protections dans la salle de bains.

Volumes	0	1	2	3
Canalisations	X (b)	II (a)	II (a)	II
Appareillage	X	C (b)	X (b) (e)	- Séparation - TBTS (d) - DR 30 mA
Appareils d'utilisation	X (b)	X (b) (c)	II + DR 30 mA (b) (c) (e)	

Remarques : En pratique, l'application de la nouvelle norme relative aux salles de bains conduit à prévoir un dispositif différentiel 30 mA sur le circuit desservant la salle d'eau.

- Les interrupteurs, prises de courant, boîtes de connexion, douilles posées en salle d'eau ne doivent comporter aucune partie métallique accessible (fig. 16).

- Les chauffe-eau électriques autorisés dans le volume I doivent comporter le symbole  $\Delta$   $\Delta$  qui correspond à un indice de protection contre les projections d'eau à IP X 5 X ou encore à AD5.

4.4. Canalisations

Les canalisations doivent être exclusivement réalisées soit sous conduits isolants, soit en câble sans revêtements métalliques.

a) Conduits isolants

IRL, ICA, ICTL, ICTA posés en apparent ou encastrés.

b) Câbles sans revêtement métallique

A 05 VV - U, A 05 VV - R, U 500 VGV, U 1000 R2V.

Les moulures et plinthes plastiques sont admises en dehors des volumes 0-1-2.

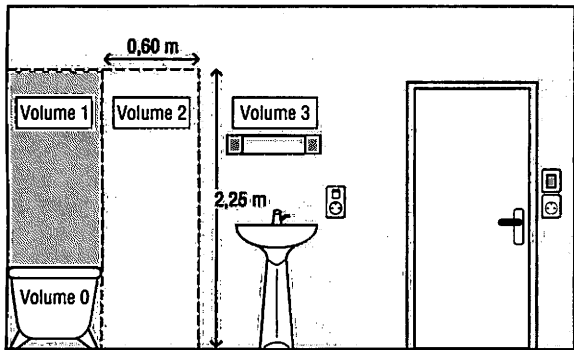


Fig. 17 : Prise de courant avec contact de mise à terre alimentée par transformateur de séparation ou par différentiel 30 mA.

- X : interdits.
- II : admis en classe II (double isolation).
- DR 30 mA : protection par dispositif différentiel sensibilité 30 mA.
- (a) : limitées à celles nécessaires à l'alimentation des appareils situés dans ce volume.
- (b) : sauf en TBTS limité à 12 V en - ou 30 V en continu.
- (c) : chauffe-eau électrique admis.
- (d) : sans limitation de tension ( $\leq 50$  V).
- (e) : sauf un socle de prise de courant alimenté par un transformateur de séparation de puissance (voir fig. 17).

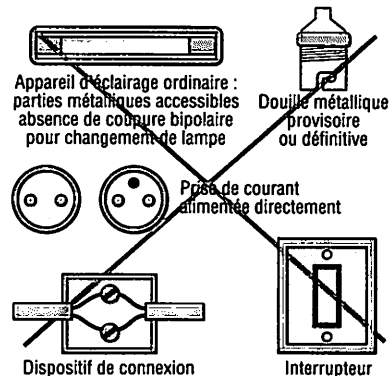


Fig. 16 : Appareils interdits dans le volume 2.

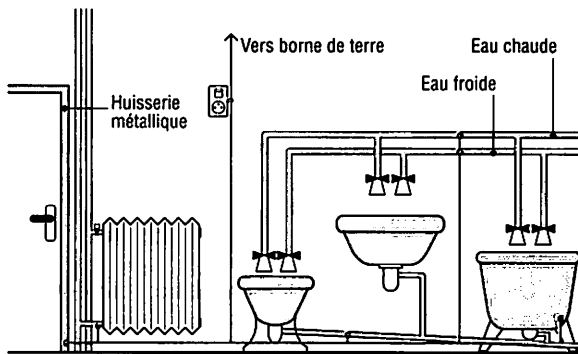


Fig. 18 : Liaisons équipotentielles.

4.5. Liaisons équipotentielles (fig. 18)

Dans une salle d'eau, toutes les parties métalliques sont reliées entre elles et à la terre, sans rupture de connexion :

a) Éléments conducteurs

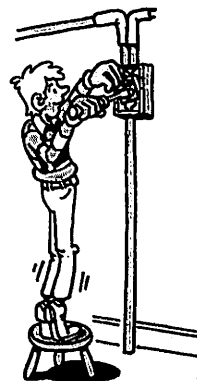
- Tuyauteries et corps des appareils sanitaires métalliques ;
- huisseries métalliques de portes, fenêtres ou baie ;

b) Nature de la liaison équipotentielle

Conducteur série H 07 V-U, R ou K de couleur vert-jaune fixé directement aux parois (section 4 mm<sup>2</sup>), ou sous conduit apparent ou encastré, ou sous moulure (2,5 mm<sup>2</sup>). On peut aussi utiliser les conducteurs U 1 000 R2V ou H 07-RN-F dans les mêmes conditions de pose et de section.

## L'essentiel

- La réalisation d'une installation peut être effectuée :
  - avant et pendant la construction, dans ce cas, elle sera en général encastrée ;
  - ou après la construction, dans ce cas, elle sera souvent apparente.
- Un certain nombre de règles de pose sont à respecter :
  - canalisations en tube orange toujours encastrées ;
  - câbles, jamais encastrés directement ;
  - il existe des conditions particulières dans les cloisons fines ( $e \leq 100$  mm).
- Les installations préfabriquées sous forme de pieuvre sont de plus en plus utilisées pendant la construction. Elles font appel à des boîtes de centre, des pots de réservation et à des boîtes d'appareillage ; l'ensemble étant positionné très précisément avant la coulée du béton.
- La réglementation dans les salles d'eau définit quatre volumes : volumes 0 et 1 (pas d'appareillage électrique), volume 2 (appareillage spécial toléré), volume 3 l'appareillage courant, mais prise de terre et disjoncteur différentiel 30 mA obligatoire.



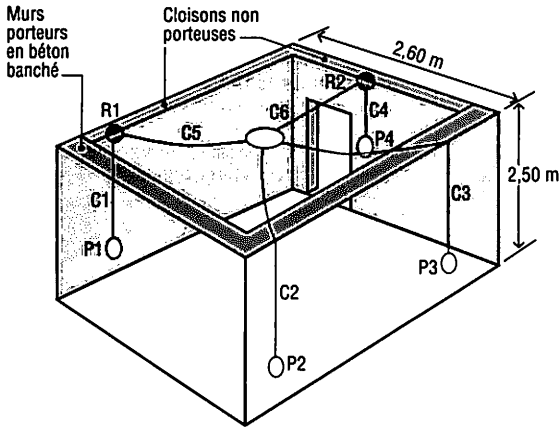
## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Les conduits souples doivent être fixés tous les 0,80 m.
2. Les conduits type MRL sont interdits dans les cabinets de toilette.
3. On peut encastrer directement des conducteurs référence H07 V-U.
4. Un tube propagateur de la flamme (couleur orange), peut être apparent à une extrémité sur 11 cm.
5. On peut exécuter des saignées horizontales de deux mètres de long dans des cloisons non porteuses (épaisseur < 100 mm).
6. Dans une cloison en brique creuse de 50, on peut encastrer un conduit de diamètre extérieur de 20 mm.
7. Les saignées dans une cloison pour un encastrement en oblique sont interdites.
8. On peut effectuer une saignée verticale sur 1,20 m à partir du sol.
9. L'installation d'une pieuvre s'effectue après la construction du bâtiment.
10. Les pots de réservation permettent de relier les conduits de la dalle aux cloisons à venir.
11. Les installations en pieuvre sont réalisées avec des conduits MRL.
12. La boîte de centre reçoit tous les conducteurs de l'installation d'une pièce.
13. Le volume 0 est situé sous la baignoire.
14. Le volume 1 est situé au-dessus de la baignoire jusqu'à 2,25 m au-dessus du sol.
15. Le volume 2 est situé au-dessus de 2,25 m du sol.
16. Dans une salle de bains on doit réaliser une liaison équipotentielle.
17. La liaison équipotentielle consiste à relier toutes les parties métalliques entre elles et à la terre.
18. Dans le volume 0, on peut utiliser un sèche-cheveux branché en 240 V.
19. Dans le volume 1, on peut installer un chauffe-eau électrique fixe.
20. Dans le volume 2, on peut installer une prise de courant alimentée par un transformateur de séparation.

# RÉSOLUS

1. Prévoir la liste du matériel pour une installation en pieuve de la pièce ci-dessous (3 prises de courant et 1 lampe centrale en simple allumage commandée vers la porte d'entrée). Voir fiches de documentation pages 74 et 75.



**Solution :**  
Liste du matériel (voir tableau ci-après) établie en utilisant les fiches de documentation.

Repère	Désignation	Réf.	Quantité
BC	Boîte de centre	316-34	1
P1-P2	Boîte d'appareillage	895-00	4
P3-P4	Pot réservation	895-40	2

2. D'après le schéma de l'installation en pieuve (exercice 1) établissez la constitution des canalisations C1 à C6.

**Solution :** Chaque canalisation est caractérisée par un conduit et des conducteurs dont les caractéristiques sont données dans le tableau suivant.

Repère canalisation	Nombre de conducteurs	Section mm <sup>2</sup>	Couleur de conducteurs	Conduit	Longueur canalisation
C1	3	2,5	R + BC + V/J	20 ICT	2.25
C2	3	2,5	R + BC + V/J	20 ICT	3.30
C3	3	2,5	R + BC + V/J	20 ICT	3.30
C4	2	1,5	R + N	16 ICT	1.30
C5	3	2,5	R + BC + V/J	20 ICT	1.50
C6	2	1,5	R + N	16 ICT	1.90

R = Rouge    BC = Bleu clair    V/J = Vert jaune    N = Noir

# À RÉSOUDRE

1. Vous devez installer une applique dans la salle de séjour d'un appartement habité. Votre client souhaite que l'alimentation électrique ne soit pas apparente. Quel mode de pose utiliserez-vous et quelles sont les précautions à prendre, sachant que cette applique doit être posée sur une cloison en placoplâtre d'épaisseur 5 cm ?

2. Dans une salle de bains vous devez installer une prise de courant électrique pour un radiateur de chauffage électrique d'appoint.

- Est-ce possible et à quelles conditions ?
- Quelle particularité doit présenter ce radiateur ?

3. En reprenant les données et les résultats des exercices du chapitre 3 (p. 28), prévoyez l'installation en pieuve de l'appartement type T 2 (p. 30). Pour cela vous représenterez sur une photocopie du plan de l'appartement :  
- les emplacements des boîtes de centre et des pots de réservation ;

- le parcours des canalisations avec le nombre de conducteurs et leurs sections.

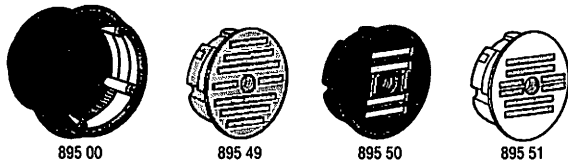
4. À partir du plan de l'appartement Fontaine (p. 30), quelle est la liste du matériel nécessaire pour effectuer l'installation de la salle de séjour ? (vous vous aiderez des fiches de documentation (pp. 74 et 75).

5. Prévoir la liste du matériel pour installer une prise de courant supplémentaire dans le séjour de l'appartement T 2 (p. 30). L'installation sera exécutée en apparent et sous tube ; justifiez vos choix.

6. À partir du plan de l'appartement Fontaine (p. 30), prévoyez la liste du matériel (boîtes), pour effectuer l'installation en pieuve de la salle de bains (voir documentation p. 74-75).

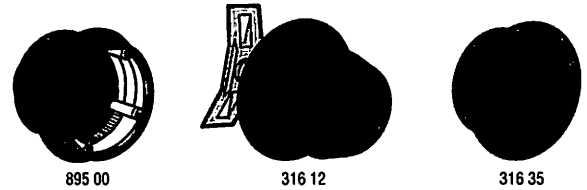
7. À partir du plan de l'appartement Fontaine (p. 30), définissez les canalisations à réaliser, pour effectuer l'installation en pieuve de la salle de bains. Établissez la liste du matériel sous forme de tableau.

## Boîtes Porouge pour l'encastrement béton



Emb.	Réf.	Description	Image
		<b>Boîtes pour appareillage</b> <b>Boîtes universelles vis/griffes type <math>\varnothing</math> 60 mm</b> Prof. 60 mm Anneau pivotant qui assure un positionnement parfait de l'appareillage, autobloquant au serrage Entrées repérées dont 4 automatiques pour tubes $\varnothing$ 20 et 25 mm Oreilles pour fixation sur fer à béton	
100	895 00	Boîte simple	
50	895 01	Boîte dos à dos avec isolation phonique pour traversée de cloison de 150 à 180 mm, prédécoupage de 5 en 5 mm pour mise à longueur, possibilité de montage sur banche arrière	
100	895 02	Manchon de rallonge pour boîte réf. 895 01 pour traversée de cloison jusqu'à 230 mm, entrée défonçable pour isolation phonique	
		<b>Aimants pour fixation sans perçage</b> Résine insensible aux agents décoffrants Lèvres souples pour résistance à la laitance du béton	
1	895 49	500 N couleur verte	
1	895 50	700 N couleur rouge	
1	895 51	900 N couleur blanche	
10	895 59	Outil de démontage pour aimants réf. 895 50/51/53/55	
50	895 60	<b>Couvercle de fixation noyable</b> Jumelable horizontalement et verticalement Permet de maintenir un entraxe constant entre plusieurs boîtes 1 poste Couvercle étanche Ouverture rapide après décoffrage grâce à un simple tournevis Ne permet pas le montage de plaques 2 et 3 postes	
100	366 46	Rivet plastique Pour fixation des couvercles. Longueur 12 mm	
		<b>Visserie</b>	
100	897 49	Vis $\varnothing$ 3,5, longueur 30 mm, grand pas	
100	897 51	Vis $\varnothing$ 3,5, longueur 40 mm, filetée, grand pas	
100	316 31	<b>Boîte pour prises 20 et 32 A<sup>(1)</sup></b> $\varnothing$ 80 mm - Profondeur 50 mm. Fond plat	
100	317 30	Couvercle de fixation pour boîte réf. 316 31	
50	317 96	Griffes spéciales Avec vis et écrous pour montage de : • prises 20 A réf. 554 52/55/57 • prises 32 A réf. 558 52/15/17 dans boîte réf. 316 31	
10	895 05	<b>Boîte 2 postes verticaux<sup>(1)</sup></b> Profondeur 50 mm Fixation par vis réf. 897 18 uniquement	
20	895 62	Couvercle de fixation pour boîte rectangulaire réf. 895 05	
100	897 18	Vis $\varnothing$ 3 mm, longueur 20 mm, grand pas	
1	895 53	Aimant 400 N pour boîte réf. 895 05	

## Boîtes Porouge pour l'encastrement béton (suite)


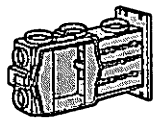

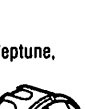

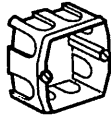
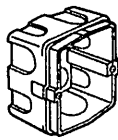
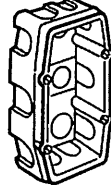
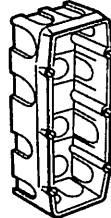


Emb.	Réf.	Description	Image
		<b>Manchons pour isolation thermique</b> Prédécoupage possible de 5 en 5 mm pour mise à longueur Montage par emmancement sur couvercle réf. 895 64 Reçoivent les appareils à vis ou à griffes réf. 897 46/48 Se montent sur mur ou boîtes réf. 895 00/01	
50	895 27	$\varnothing$ (mm) 60 Prof. (mm) 120	
50	895 28	60 150	
100	895 64	Couvercle de fixation pour manchons d'isolation thermique réf. 896 27/28	
		<b>Boîtes pour connexion de luminaire</b> <b>Boîtes pour applique</b> Boîte simple Couvercle de finition $\varnothing$ 80 mm	
100	895 00		
10	317 12	Couvercle de finition $\varnothing$ 80 mm	
		<b>Boîtes de dérivation et réservation de câble</b> Pour tableau d'abonné saillie ou coffret répartiteur réf. 054 12	
		<b>Rectangulaire</b> 300 x 195 x 92 mm Se fixe avec gabarit réf. 317 49 ci-dessous	
5	316 48		
		<b>Gabarit</b> Pour fixation de la boîte rectangulaire réf. 316 48 ci-dessus Reçoit 2 aimants réf. 895 50 ou 51 et 2 outils réf. 895 59 pour une fixation sans perçage	
1	317 49		
		<b>Couvercle de présentation blanc</b> Rectangulaire pour boîtes réf. 316 48 Fixation par 4 vis fournies	
5	317 48		
		<b>Boîtes pour dalles pleines</b> <b>Boîtes pour points de centre</b> Fonds coniques Équipées pour recevoir le piton réf. 317 93	
50	316 12	$\varnothing$ 60 mm - prof. 70 mm	
100	316 34	$\varnothing$ 80 mm - prof. 70 mm	
100	895 40	<b>Boîtes de descente rectangulaires</b> 40 x 156 x 73	
20	895 41	40 x 156 x 93	
		<b>Boîtes pour prédalles et dalles de compression</b> <b>Boîtes pour points de centre</b> $\varnothing$ 80 mm - prof. 70 mm Manchon pour prédalles pour boîte réf. 316 35 $\varnothing$ 60 mm - prof. 60 mm Manchon pour prédalles pour boîte réf. 316 35 $\varnothing$ 80 mm - prof. 60 mm	
50	316 35		
100	316 19		
50	316 21		
		<b>Boîtes de descente rectangulaires</b> 40 x 156 x 73 40 x 156 x 93 Manchon pour prédalles rectangulaires 40 x 156 x 60 mm Pour boîtes de descente réf. 895 40/41	
100	895 40		
20	895 41		
50	895 20		

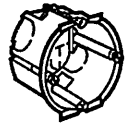


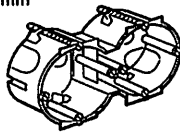
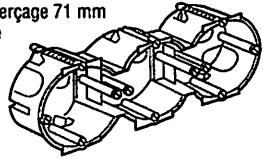

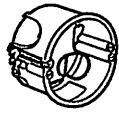

(1) Entrées à découper avec machine réf. 895 89



**Boîtes d'encastement  
maçonnerie**

Emb.	Réf.	Boîtes pour appareillage	
		<b>Pour appareils à vis ou à griffes</b> Verbox jumelables entre elles Livrées avec vis (pour appareils dim. maxi 81 mm)	
10/200	Prof. 40 891 24	1 poste 65 × 65	
50	891 30	1 poste chambrante	
50	891 95	Couvercle protecteur pour boîte réf. 891 24/30	
		<b>Pour appareils à griffes</b> Boîtes Ø 60 mm pour : • Sagane, Diplomat, Mosaic 45, Chambord, Neptune, Plexo 10 • Prises 20 A réf. 554 32 • Crescendo	
100	Prof. 30 891 61	Cylindrique plastique	
10/200	Prof. 40 891 62	Cylindrique plastique	
		<b>Pour appareils à vis</b> Superbox Livrées avec vis	
10/200	Prof. 30 891 21	1 poste 65 × 65	
10/200	Prof. 40 891 25	1 poste 65 × 65	
10	Prof. 50 891 28	1 poste 65 × 65	
		<b>Boîtes 85 × 85</b> Axe des vis vertical : Pour prises 20 A réf. 554 52/55/57 et pour prises 32 A réf. 558 12/15/17 Axe des vis horizontal : Pour sorties de câbles réf. 314 90	
10	Prof. 40 894 01	1 poste	
10	Prof. 50 894 02	1 poste	
		<b>Pour montage vertical</b> Superbox Livrées avec vis (Sagane, Diplomat, Mosaic 45, Chambord)	
5/100	Prof. 40 891 26	2 postes verticaux 120 × 65	
5	891 27	3 postes verticaux 180 × 65	
10	891 98	Cloison de séparation des circuits courant fort et courant faible pour boîtes ci-dessus	

**Boîtes d'encastement  
pour cloisons sèches**

Emb.	Réf.	Boîtes pour appareillage	
		Fixation de la boîte sur la cloison par serrage d'étriers Serrage sur parois minces Boîte 1 poste : 4 entrées	
	Prof. 40 Serrage sur paroi de 0 à 30 mm		
	Prof. 50 Serrage sur paroi de 0 à 40 mm		
		<b>Fixation à vis</b> Gamme complète en 2 profondeurs et dans toutes les configurations de postes horizontales et verticales	
100	891 65	1 poste Ø 65 mm	
50	891 78	1 poste Ø 65 mm	
20	891 75	2 postes verticaux Ø 65 mm Entraxe de perçage 57 mm Avec cloison de séparation amovible Pour 4 modules horizontaux Mosaic 45	
20	891 76	3 postes verticaux Ø 65 mm Entraxe de perçage 57 mm Avec cloison de séparation amovible Pour 6 modules horizontaux Mosaic 45	
20	891 87	2 postes horizontaux Ø 65 mm Entraxe de perçage 71 mm Pour Sagane et Diplomat Avec cloison de séparation fixe	
20	891 88	3 postes horizontaux Ø 65 mm Entraxe de perçage 71 mm Pour Sagane et Diplomat Avec cloison de séparation fixe	
20	891 71	1 poste Ø 85 mm	
50	891 64	<b>Fixation mixte</b> 1 poste Ø 65 mm	
100	891 67	<b>Fixation à griffes</b> 1 poste Ø 65 mm	
50	891 77	1 poste Ø 65 mm	

## 1. Tubes Acier MRL et CSA

Norme NF C 68 108

Acier émaillé noir intérieur et extérieur. Manchon et bouts filetés longueur des tubes 3 m.



Fig. 1 : Tube MRL avec embout (Arnould-Fae).

Taille	MRL Ø ext.	CSA	
		Ø ext.	Ø int.
9	15,2	15,6	11
11	18,6	19	14
13	20,4	20,8	15
16	22,5	22,9	17
21	28,3	28,7	22
29	37	37,5	30
36	47	-	-
48	60	-	-

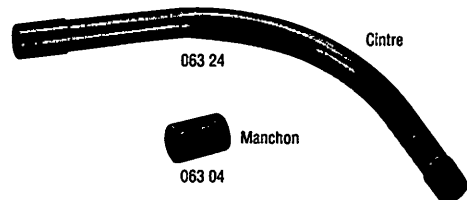


Fig. 2 : Accessoires pour tubes MRL (Arnould-Fae).

## 2. Conduits plastiques norme CEI. Diamètres et rayons de courbure minimaux (en mm)

Numéro	Ø extérieur	Rayon de courbure		
		ICL ICTA	ICA ICTL	IRL
16	16	96	48	96
20	20	120	60	120
25	25	150	75	150
32	32	192	96	-
40	40	300	160	-
50	50	480	200	-
63	63	600	252	-

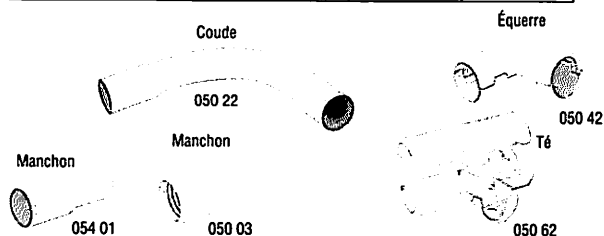


Fig. 3 : Accessoires pour conduits plastiques (Arnould-Fae).

## 3. Accessoires de fixation

a) Attaches à pointes :

Câble Ø	Pointe Ø 1,8 longueur	Câble Ø	Pointe Ø 2,5 longueur
5	20	14	40
6	25	16	40
7	25	17	40
8	25	19	40
9	25	22	50
10	30	29	50
12	30	-	-

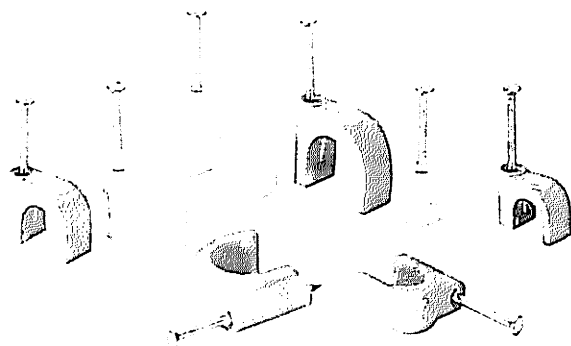


Fig. 4 : Attaches à pointes.

b) Colliers Colson :

Largeur mm	Longueur mm	Ø Serrage	
		mini	maxi
9	120	4	22
9	176	10	42
9	260	26	62
9	350	55	92
9	508	74	140
9	762	74	220
6	114	4	25
6	173	10	45

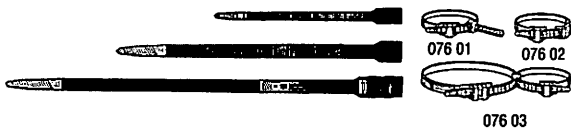


Fig. 5 : Colliers Colson : colliers réglables de Ø 15 à 30 mm (Legrand).

# 8

## Prévention des accidents d'origine électrique

Chaque année, 20 à 25 personnes meurent en France des suites d'accidents d'origine électrique. Beaucoup d'incendies, plus ou moins graves, ont pour origine une installation électrique défectueuse. Il faut être conscient des risques d'accident et prendre toutes les mesures de sécurité.

### 1 Le problème de la sécurité

Protéger les personnes et les animaux contre les risques d'électrocution, et le matériel contre les échauffements anormaux, constitue le but général de la sécurité dans l'emploi des courants (fig. 1 et 2).

#### 1.1. Textes réglementaires

La prévention des accidents d'origine électrique est régie par différents textes réglementaires :

- le décret du 14 novembre 1988 sur la protection des travailleurs ;
- la norme NF C 15-100 sur les installations électriques en basse tension ;
- les guides de l'UTE et les recommandations de PROMOTELEC sur l'exécution des installations électriques.

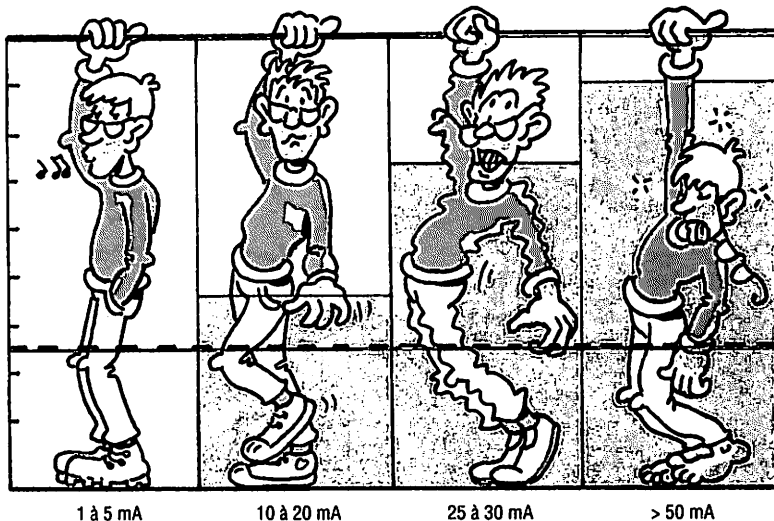
#### 1.2. Le choc électrique : électrocution

Le choc électrique est l'effet ressenti par une personne dont le corps est traversé par un courant électrique, sa violence dépend de l'intensité. Le corps se comporte comme une résistance électrique (fig. 3).

- **1 à 5 mA** : seuil de perception pratiquement sans danger.
- **10 à 20 mA** : picotements puis crispation des muscles. Danger dû aux réactions incontrôlées pouvant provoquer des chutes.
- **25 à 30 mA** : téτανisation des muscles se traduisant par une contraction au niveau de la cage thoracique (risque d'asphyxie).
- **50 mA et au-dessus** : fibrillation du cœur, arrêt des battements du cœur entraînant la mort, sauf intervention immédiate.

On retiendra donc qu'un très faible courant peut entraîner la mort.

Fig. 3 : Selon le degré d'isolation des chaussures portées par le personnage, l'intensité du courant qui le traverse est de plus en plus importante et dangereuse. Le risque maximum est atteint lorsqu'il est pieds nus.



1 à 5 mA

10 à 20 mA

25 à 30 mA

> 50 mA

#### OBJECTIFS

Être capable de :

- rechercher et décoder les normes et textes réglementaires,
- justifier le choix des dispositifs de protection dans les réseaux et équipements, par rapport à l'action du courant sur l'organisme humain, sur le matériel.

#### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 6.2

Il manipulait une perceuse électrique branchée sur du courant 220 volts lorsque pour une raison que l'on ne connaît pas encore, il fut soudain électrocuté.

Fig. 1

Sur un chantier, un ouvrier, tenant à la main droite la manivelle d'un treuil, a posé la main gauche sur le bâti d'un poste de soudure électrique mis sous tension à la suite d'un raccordement défectueux : ses mains restaient crispées et il ne pouvait se dégager seul.

Fig. 2

### 1.3. Résistance du corps humain

Le corps humain se comportant comme une résistance électrique, le courant qui le traverse est donné par la loi d'Ohm :

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

$U$  = tension à laquelle est soumis le corps humain  
 $R$  = résistance de la partie du corps traversée par le courant.

#### Exemples de valeurs de résistances :

- mains sèches et calleuses : 50 000  $\Omega$  ;
- résistance moyenne : 5 000  $\Omega$  ;
- conditions défavorables (humidité) : 1 000  $\Omega$ .

Cette résistance doit être augmentée des résistances de contact qui peuvent être variables.

### 1.4. Tension et durée de passage du courant

Le danger de passage d'un courant est d'autant plus élevé que la tension est importante.

#### a) Tensions dangereuses (fig. 4)

Pour une résistance du corps humain de 1 000  $\Omega$  et une intensité de 50 mA ou 0,050 A, la tension dangereuse est de :

$$U = RI = 1\,000 \times 0,05 = 50 \text{ V}$$

Les tensions de 130 - 230 - 400 V peuvent donc entraîner la mort en cas d'électrocution.

#### b) Durée de passage du courant (fig. 5)

Les travaux récents sur les effets du courant électrique montrent que le temps de passage du courant intervient dans les effets physiologiques sur le corps humain. Un temps très court ne permet pas la détérioration de l'équilibre du corps humain.

*Exemple* : Entrer en contact avec des conducteurs qui sont sous une tension de 230 volts, courant alternatif pendant moins de 0,05 s, est sans danger mortel.



Fig. 4 : Résistance des 2 bras et du corps + résistance de contact.



Fig. 5 : Si le circuit est coupé dans un temps très court, on limite le danger.

## 2 Causes d'accidents

Les circonstances dans lesquelles peuvent se produire des accidents d'origine électrique sont très nombreuses. Elles sont classées en deux catégories : les **contacts directs** et les **contacts indirects**.

### 2.1. Contacts directs

Le contact direct est le contact d'une personne avec les parties sous tension d'un matériel, avec les conducteurs d'une canalisation électrique.

Des exemples de contact direct sont donnés par les figures 6 à 9.

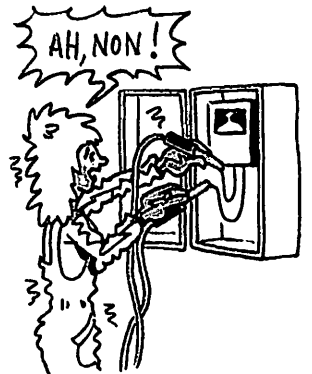


Fig. 6 : Contact entre 2 conducteurs de polarité différente.

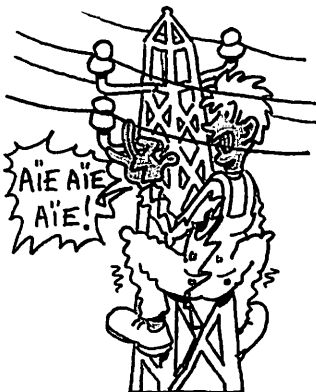


Fig. 7 : Contact entre 1 conducteur et la terre.



Fig. 8 : Contact par l'intermédiaire d'un outil métallique (antenne).



Fig. 9 : Contact par l'intermédiaire d'un liquide.

## 2.2. Contacts indirects

Le contact indirect est le contact des personnes avec des masses mises accidentellement sous tension ; une masse est une partie conductrice, normalement isolée, qui peut être touchée. Dans le cas où cette masse est mise accidentellement sous tension, la personne qui la touche est traversée par le courant électrique qui rejoint le sol. Exemples de contacts indirects : figures 10 à 13.

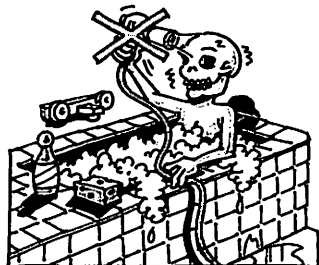


Fig. 11 : DANGER MORTEL. Séchoir électrique non étanche.

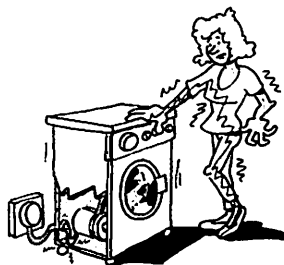


Fig. 12 : Machine à laver avec un défaut d'isolement.



Fig. 10 : Contact entre la douille en métal et la canalisation d'eau.

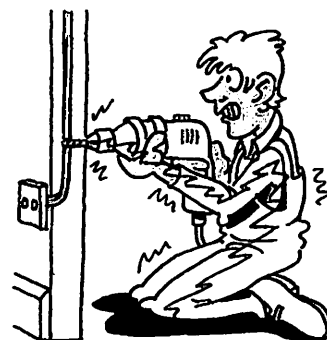


Fig. 13 : Perçage d'un mur contenant une canalisation électrique.

## 3 Protection contre les chocs électriques

### 3.1. Utilisation de la très basse tension (TBT)

En diminuant la tension, on réduit le passage du courant, pour une même résistance du corps humain.

Exemple : en 230 V,  $I = \frac{U}{R} = \frac{230}{2\,000} = 0,11\text{ A}$ . En 12 V,  $I = \frac{12}{2\,000} = 0,006\text{ A}$

Cette dernière intensité n'est pas dangereuse.

Dans ce cas la protection est assurée contre les contacts directs.

L'installation très basse tension doit être alimentée à partir de sources de sécurité.

On utilise des transformateurs de sécurité ; on distingue :

TBTS : Très Basse Tension de Sécurité ;

TBTP : Très Basse Tension de Protection, transformateur ayant un point du circuit secondaire à la terre.

Les appareils d'utilisation en TBTS ou TBTP ne doivent pas être reliés à la terre.

### 3.2. Isolation des parties actives

Les parties actives sont complètement recouvertes d'une isolation qui ne peut être enlevée que par destruction et qui empêche tout contact avec des conducteurs sous tension.

Exemple : – conducteurs isolés, câbles etc ; interrupteurs, contacteurs sous capot ; lampe de bureau, radiateur, moteur etc.

Remarque :

a) Les isolants doivent être capables de supporter des contraintes mécaniques ; une peinture, un vernis ne sont pas suffisants.

b) Certains appareils sont munis d'une double isolation parce que tenus à la main, perceuse, rasoir, etc.

### 3.3. Protection au moyen de barrières ou d'enveloppes

Lorsque les parties conductrices ne sont pas isolées (pièces d'appareillage, sectionneur à coupure visible, support de fusibles) on doit les mettre hors de portée à l'aide de barrières ou d'enveloppes, possédant au moins le degré de protection IP2 (fig. 14).

Tableau 1 : Tableau des tensions limites ( $U_L$ )

Tensions		Conditions
Alternatif (V)	Continu (V)	
50	120	Normales Enceintes humides Salles de bains
25	60	
12	30	

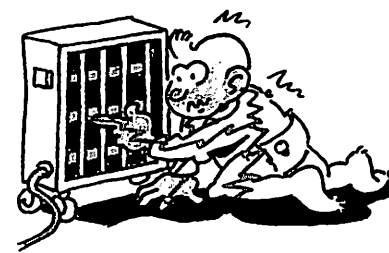


Fig. 14 : Enveloppe de radiateur électrique IP2.

### 3.4. Protection complémentaire par dispositif de protection

L'emploi de disjoncteurs différentiels haute sensibilité (30 mA) constitue une mesure de protection complémentaire.

En effet, cette mesure de protection n'a aucune efficacité si l'on touche simultanément les deux polarités d'un circuit, aucun appareil ne sachant distinguer la résistance du corps humain de celle d'un appareil d'utilisation (fig. 15). L'emploi de socles de prises de courant avec éclisse, empêche ce genre d'accident, ce qui n'est pas le cas pour les douilles de lampes.

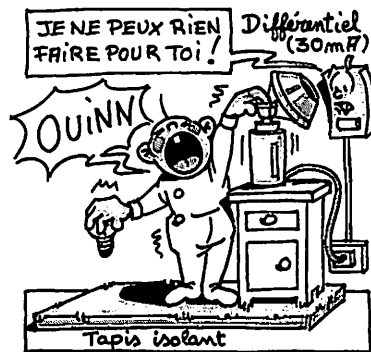


Fig. 15 : Les deux doigts et le corps constituent un récepteur isolé de la terre.

### 3.5. Protection par coupure automatique de l'alimentation

C'est une protection uniquement contre les contacts indirects : contacts avec une masse portée accidentellement à un potentiel dangereux, par suite d'un défaut d'isolement (par exemple, un moteur électrique).

a) Toutes les masses doivent être reliées à un conducteur de protection électrique (PE), lui-même étant relié à la terre (fig. 16).

b) Deux masses accessibles simultanément doivent être reliées à la même prise de terre (fig. 17).

c) Un dispositif de protection doit séparer automatiquement la source de la partie d'installation où se situe le défaut.

Ce défaut doit être éliminé d'autant plus rapidement que la tension de la masse est à un potentiel plus élevé (voir tableau 2).

Exemple : l'alimentation du réfrigérateur dont l'enveloppe est portée à un potentiel accidentel de 150 V doit être coupée en 0,1 s ou 100 ms.

Remarque : les types d'appareils et leur place dans les circuits seront étudiés par la suite.



Fig. 16 : Toute masse reliée au conducteur de protection, lui-même relié à la terre.

### 3.6. Protection sans coupure automatique de l'alimentation

Il s'agit toujours de protection contre les contacts indirects.

Ce type de protection est utilisé localement au niveau de certains récepteurs, ou de certaines parties limitées de l'installation. On emploie par exemple :

- matériel de classe II (double isolation) (fig. 18) ;
- isolation supplémentaire de l'installation (fig. 19) ;
- séparation de sécurité des circuits (fig. 20) ;
- protection par éloignement et interposition d'obstacles (fig. 21) ;
- liaisons équipotentielles locales non reliées à la terre (fig. 22).

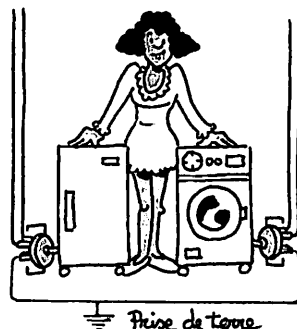


Fig. 17 : Deux masses accessibles simultanément sont reliées à la même prise de terre.

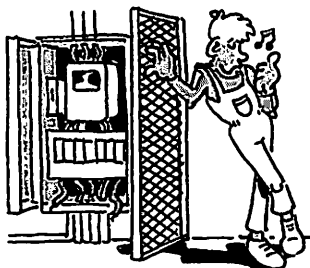


Fig. 21 : Protection par interposition d'obstacle.

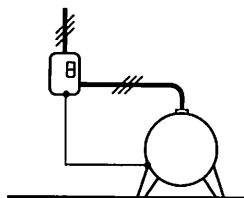


Fig. 22 : Liaison équipotentielle locale.

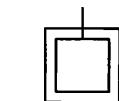


Fig. 18 : Emploi de matériel classe II.

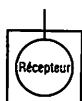


Fig. 19 : Isolation supplémentaire lors de l'installation.



Fig. 20 : Transformateur de séparation des circuits.

Tableau 2 : Durée maximale de la tension de contact ( $U_c = 50$  V)

Tension de contact (V)	Temps de coupure maximal de la protection (s)	
	CA	CC
< 50	5	5
50	5	5
75	0,60	5
90	0,45	5
120	0,34	5
150	0,27	1
220	0,17	0,40
280	0,12	0,30
350	0,08	0,20
500	0,04	0,10

CA = Courant Alternatif  
CC = Courant Continu

## 4 Protection contre les surtensions

Le plus souvent les surtensions auxquelles sont soumises les installations électriques sont d'origine atmosphérique (fig. 23).

### 4.1. Règle

Les installations alimentées par des lignes aériennes et situées dans des régions dont le niveau kéraunique est supérieur à 25 doivent être protégées par des parafoudres.

### 4.2. Niveau kéraunique

C'est le nombre de jours par an où l'on entend le tonnerre. Une carte de France par région donne ces niveaux.

### 4.3. Parafoudre

C'est un appareil qui a pour but d'éliminer vers la terre toute surtension qui apparaît sur le réseau.

Soit il est basé sur des éclateurs à gaz, soit il utilise des éclateurs et des varistances (résistance variable avec la tension) soit des varistances et des diodes Zener (fig. 24).

### 4.4. Caractéristiques

Lorsqu'une installation est alimentée par une ligne aérienne, les niveaux de surtension attendus, pour un réseau 230/400 V sont :

- circuits terminaux de distribution : 4 kV ;
- appareils d'utilisation : 2,5 kV ;
- matériels sensibles, TV, Hifi, etc : 1,5 kV.

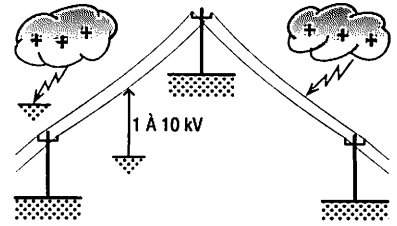


Fig. 23 : Coup de foudre au voisinage.

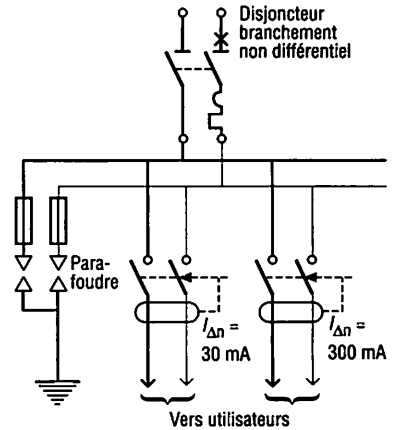


Fig. 24 : Circuit protégé par éclateur ou parafoudre. Les fusibles sont destinés à couper le circuit si le parafoudre se met en court-circuit (phase de terre).

## 5 Protection contre les effets thermiques

Le fonctionnement du matériel électrique peut produire des élévations de température qui risquent de provoquer des brûlures ou des incendies.

### 5.1. Causes d'échauffement ou d'incendie (fig. 25)

#### a) Mauvais contacts

Le desserrage de bornes peut provoquer un arc électrique d'où un risque d'incendie.

#### b) Échauffement prolongé

Dû à une surcharge d'une canalisation électrique, ou d'un moteur, il peut entraîner une forte élévation de température et une mise à feu des isolants et entraîner un début d'incendie.

### 5.2. Protections

- La température limite des surfaces d'appareils électriques est donnée dans le tableau ci-après :

Surfaces accessibles	Temps maxi (°C)	
	métallique	non métallique
Organes de commandes manuels Prévu pour être touché en service normal mais non destiné à être tenu à la main de façon continue	55	65
Accessible mais non destiné à être touché en service normal	70	80
	80	90



Fig. 25 : Échauffement anormal d'appareillage électrique.

- L'utilisation de matériel électrique conforme aux normes de construction électrique, convenablement entretenu et vérifié, permet de protéger les installations électriques contre les risques d'incendie (fig. 26).
- La mise en œuvre des appareils de protection électrique élimine aussi beaucoup de causes d'incendie.

## 6 Secours en cas d'électrocution

### 6.1. Rapidité d'intervention

Lorsqu'une personne est soumise à un choc électrique, il faut très rapidement :

**a) La soustraire aux effets du courant ;**

- couper le courant par arrêt d'urgence, interrupteur, disjoncteur, ouvrir les fusibles,
- si ce n'est pas possible, le sauveteur doit s'isoler pour décrocher la victime ;

**b) entreprendre la respiration artificielle ;**

**c) prévenir pompiers, ambulanciers ou médecins.**

### 6.2. Respiration artificielle

La mise en œuvre d'une méthode de respiration artificielle nécessite une formation de secouriste, pour être effectuée dans les meilleures conditions de réussite.

**a) Méthode du bouche-à-bouche**

La victime est allongée, avec la tête renversée au maximum pour dégager la gorge.

Le sauveteur se place à côté de la victime ; il inspire à fond, environ le double de l'inspiration normale.

L'inspiration de la victime correspond à l'expiration du sauveteur. Le sauveteur applique la bouche ouverte autour de la bouche (ou du nez) de la victime et ferme de la main le nez (ou la bouche) de la victime. Puis il souffle (fig. 27).

Le thorax de la victime doit alors se soulever. Le rythme est de 12 à 15 insufflations par minute. Entre chaque insufflation, le sauveteur se redresse à fond. C'est le temps expiratoire de la victime, pendant lequel le nez et la bouche sont ouverts (fig. 28).

**b) Méthode Sylvester Brosch**

La victime est allongée sur le dos, un vêtement, ou une couverture roulée sous les épaules, la tête rejetée en arrière.

Le sauveteur a un genou à terre, à côté de la victime. Pour l'inspiration, tirez les bras vers le haut, puis en arrière jusqu'à toucher le sol (fig. 29). Pour l'expiration, placez les avant-bras sur la poitrine et compressez la base de la poitrine (fig. 30). De 12 à 15 cycles par minute.

## 7 Prise de terre

La protection des personnes contre les contacts indirects nécessite une mise à la terre de toutes les masses métalliques complétée par un dispositif de coupure automatique.

### 7.1. Qu'est-ce qu'une mise à la terre ?

La mise à la terre consiste à relier à une prise de terre, par un fil conducteur, les masses métalliques qui risquent d'être mises accidentellement sous tension.

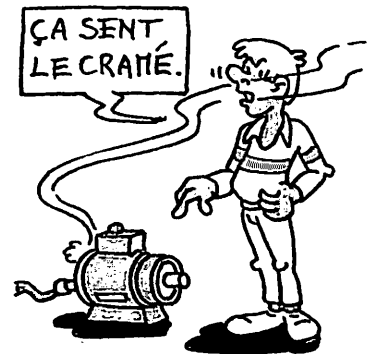


Fig. 26 : Échauffement d'un moteur électrique mal protégé.

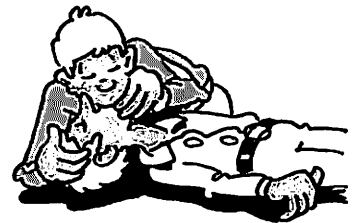


Fig. 27 : Le sauveteur souffle.

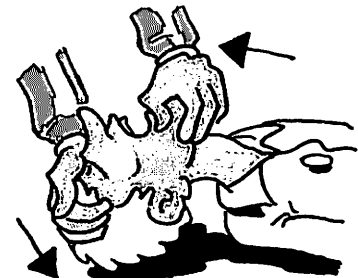


Fig. 28 : La victime expire l'air.

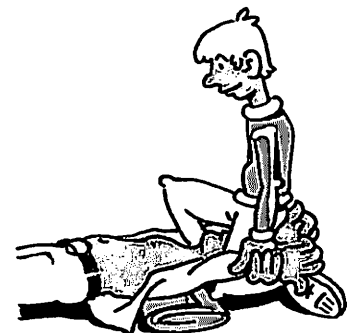


Fig. 29 : Inspiration de la victime.



Fig. 30 : Période d'expiration.



Exemples de masses : cuisinière, machine à laver, réfrigérateur, chauffe-eau, moteur électrique, huisserie métallique, machine-outil, etc.  
 Mais aussi : charpente métallique, canalisations métalliques, plinthes en métal, etc.

### 7.2. Réalisation de la prise de terre

Une prise de terre est constituée par une électrode en métal conducteur, résistant à la corrosion et pouvant réaliser un bon contact avec le sol.

#### a) Différentes formes

- Ceinturage à fond de fouille : c'est un câble en cuivre nu de section 25 mm<sup>2</sup> minimum posé dans la tranchée où seront coulées les fondations de la maison et du bâtiment (fig. 31) (sans contact avec le béton).
- Pose d'un câble en tranchée, à plus de 20 cm de toute autre canalisation (fig. 32).
- Piquet à au moins 2 m de profondeur ou grillage, plaque métallique par exemple (fig. 33 et 34). Le câble ne doit pas être en contact avec le béton pour éviter les risques d'oxydation.

#### b) Précautions particulières

- Rechercher les endroits plutôt humides et à l'abri du gel et de la sécheresse.
- Protéger les connexions de l'oxydation.
- Selon la nature des terrains, la profondeur, l'humidité, on constate des variations importantes de résistivité, voir tableau ci-contre.

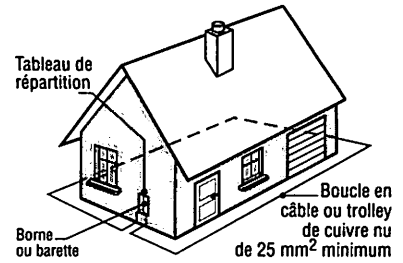


Fig. 31 : Prise de terre à fond de fouilles.

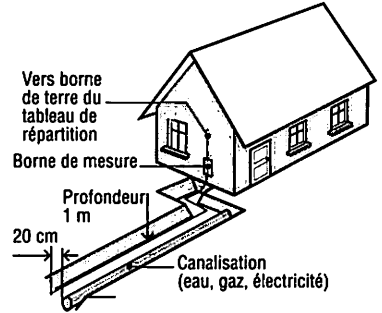


Fig. 32 : Prise de terre en tranchée.

### 7.3. Résistance d'une prise de terre

La résistance d'une prise de terre dépend :

- de ses dimensions, de sa forme ;
- de la résistivité du terrain dans lequel elle est établie ;
- du contact entre la partie métallique et le sol ; ce contact est variable dans le temps et en fonction de l'humidité et de la corrosion.

#### Résistance maximale

Pour satisfaire aux conditions de protection qui seront étudiées par la suite, la règle suivante est à appliquer :

$$U_L \geq R I_d \quad \text{ou} \quad R \leq \frac{U_L}{I_d}$$

$U_L$  : Tension limite de sécurité définie par la norme. Selon les cas : 12 V – 25 V – 50 V (correspond aux valeurs BBI, BB2, BB3).

$R$  : Résistance de la prise de terre en ohms.

$I_d$  : Courant de fuite, ou de défaut, assurant le déclenchement du disjoncteur différentiel de sensibilité  $I_{\Delta n}$ .

Exemple : Pour un disjoncteur déclenchant à  $I_{\Delta n} = 0,5 \text{ A}$  soit  $I_{\Delta n} = 500 \text{ mA}$ , dans un local admettant une tension de sécurité de 50 V, quelle doit être la valeur maximale de la résistance de la prise de terre ?

$$R \leq \frac{U_L}{I_{\Delta n}} = \frac{50}{0,5} = 100 \Omega$$

Tableau 3 : Résistance d'une prise de terre

Sensibilité du différentiel Sensibilité ( $I_{\Delta n}$ ) mA	Résistance maximale de terre ( $\Omega$ )
500	100
300	167
100	500

Remarque : Il est interdit d'utiliser comme canalisation de terre ou comme conducteur de protection les canalisations d'eau, de chauffage central, ainsi que les gaines métalliques des câbles.

La section minimale du conducteur de terre entre prise de terre et borne ou barette de mesure est : 16 mm<sup>2</sup> en cuivre isolé – 25 mm<sup>2</sup> en cuivre nu.

Nature du terrain	Résistivité ( $\Omega \text{ m}$ )
Marécageux	2 à 30
Limoneux	20 à 100
Argileux	50
Sable argileux	50 à 500
Sol pierreux	1 500 à 3 000
Calcaire tendre	100 à 300
Calcaire dur	1 000 à 5 000
Granits et grès	1 500 à 10 000

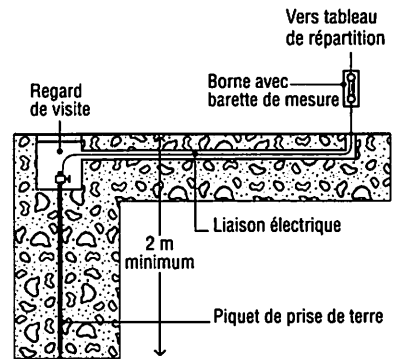


Fig. 33 : Piquet de terre et raccordement.

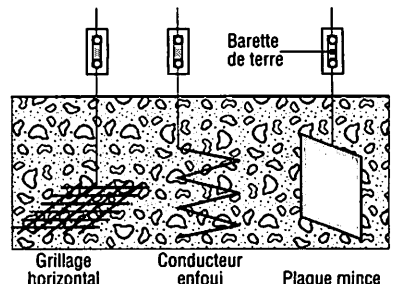


Fig. 34 : Différentes surfaces de prises de terre.

## L'essentiel

- Le passage du courant électrique à travers le corps humain est très dangereux : il peut entraîner la mort.
- La tension limite de sécurité est de  $U_L = 50$  V en courant alternatif et de 120 V en courant continu, dans des conditions particulières, les tensions limites sont de 12, 25 V.
- Les accidents peuvent être causés par des contacts directs (contact d'une personne avec un conducteur de phase et le neutre). Ou bien par des contacts indirects (contact avec une masse mise accidentellement sous tension). La protection des personnes s'effectue suivant le cas par :

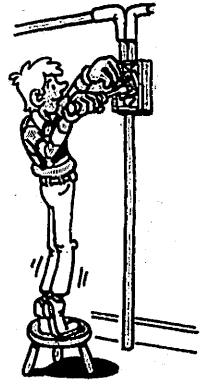
### Contact direct :

Utilisation de la TBTS, ou TBTP ; isolation des parties actives ; protection par mise hors de portée (barrières, enveloppes...) ; protection complémentaire par disjoncteur haute sensibilité.

### Contact indirect :

Utilisation de la TBTS, ou TBTP ; coupure automatique en cas de défaut ; emploi de matériel de classe II ; isolation supplémentaire ; séparation des circuits ; éloignement ; liaison équipotentielle.

- Les liaisons à la terre imposent la réalisation de prises de terre ayant une résistance de terre la plus faible possible.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Un courant de 3 mA est très dangereux.
2. Un courant de 45 mA peut être mortel.
3. À partir de 10 mA, on ressent des picotements.
4. La résistance moyenne du corps humain est de 5 000  $\Omega$ .
5. Dans des conditions normales, la tension de 50 V n'est pas dangereuse.
6. La durée de passage du courant n'intervient pas dans le risque de choc électrique.
7. Toucher un fil conducteur sous tension est un contact indirect.
8. Toucher l'enveloppe métallique d'un radiateur électrique à la masse est un contact direct.
9. Toucher une partie sous tension d'un appareil, par l'intermédiaire d'un outil non isolé, est un contact indirect.
10. TBTS signifie Très Basse Tension de Signalisation.
11. TBTP signifie Très Basse Tension de Protection.
12. Un projecteur immergé dans un bassin est alimenté en TBTS de 50 V.
13. Une lampe alimentée en TBTS par un transformateur de sécurité doit être reliée à la terre.
14. La protection par isolation des parties actives est la meilleure protection contre les contacts directs.
15. L'emploi d'un capot métallique peut être une protection contre les contacts directs.
16. La protection parfaite contre les contacts directs est le disjoncteur haute sensibilité 30 mA.
17. Il n'existe pas de protection contre les surtensions dues à la foudre.
18. Un mauvais contact peut être la cause d'un incendie.
19. Une prise de terre est réalisée en enfouissant une pièce métallique dans le sol.
20. Un matériel de classe II est un matériel ayant une double isolation.

# RÉSOLUS

1. Dans une salle de séjour, on admet une tension limite de sécurité de 50 volts. Sachant que le disjoncteur différentiel à l'arrivée est réglé pour 500 mA, quelle est la résistance maximale autorisée de la prise de terre ?

**Solution :**

On applique la relation  $R \leq \frac{U_L}{I_{\Delta n}}$

soit  $R \leq \frac{50}{0,500} = 100$  soit  $\boxed{100 \Omega}$

2. Dans un atelier,  $U_L = 12$  V. On a mesuré une résistance de prise de terre de  $40 \Omega$ . Quelle doit être la sensibilité du disjoncteur différentiel ?

**Solution :**

On applique la relation :

$$U_L \geq R I_{\Delta n} \text{ d'où } I_{\Delta n} \leq \frac{U_L}{R} = \frac{12}{40} = 0,3 \text{ A}$$

soit  $\boxed{300 \text{ mA}}$

3. Dans une cave on doit alimenter un réseau de 6 prises de courant 16 A. On vous demande de choisir un transformateur de sécurité, sachant que ces prises doivent être alimentées en 24 V, et que l'on peut brancher simultanément 3 lampes baladeuses de 60 W. Précisez les caractéristiques et la référence du transformateur.

**Solution :**

La puissance demandée est de  $3 \times 60 = 180$  W.

D'après la documentation page 86, on prendra un transformateur avec pour caractéristiques :

- Monophasé, primaire 230/400 V, secondaire 24/48 V.
- Puissance 250 VA, Référence 427 23.

Ce transformateur est de classe II, avec un IP de 55.

# À RÉSOUDRE

1. Quelles protections contre les dangers du courant électrique existe-t-il dans l'installation intérieure d'un appartement, à l'exception de la salle d'eau ? Il s'agit des contacts directs.

2. Quelles protections existe-t-il contre les dangers du courant électrique dans le cas de contacts indirects :

- a) à l'atelier de mécanique ?
- b) au laboratoire d'électricité ?

3. Un ouvrier placé à l'intérieur d'un réservoir métallique sec doit percer un trou à l'aide d'une perceuse électrique. Quelles précautions doit-il prendre ?

4. Dans le cas où le réservoir de l'exercice est mouillé, quelles précautions nouvelles doit-on prendre ?

5. Dans un chalet de montagne on a réalisé avec beaucoup de difficultés une prise de terre dont la résistance est de  $200 \Omega$ . Quelle doit être la valeur du courant pour le disjoncteur différentiel ? ( $U_L = 50$  V).

6. Lors de la construction d'une maison dans un terrain marécageux, on a réalisé une prise de terre de résistance  $12 \Omega$ . Sachant que la tension limite est de 50 V, donnez la valeur du courant du disjoncteur différentiel.

7. Dans une salle de spectacle, où la tension limite  $U_L = 25$  V, on relève sur le disjoncteur différentiel 300 mA.

Quelle doit être la valeur maximale de la résistance de terre ?

8. Dans un appartement, on relève sur le disjoncteur différentiel la valeur  $I_{\Delta n} = 500$  mA. Quelles sont les valeurs maximales de résistance de sécurité pour  $U_L = 50$  V,  $U_L = 25$  V,  $U_L = 12$  V ?

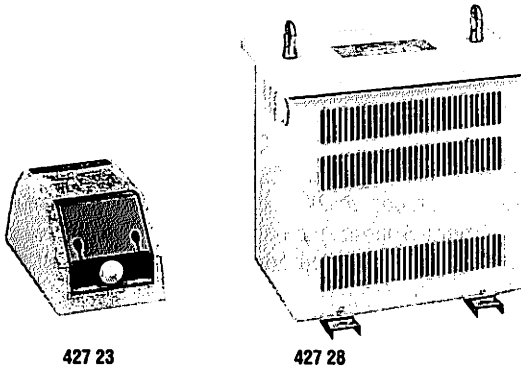
9. Pour un disjoncteur différentiel de 30 mA et une tension limite de 12 V, quelle est la valeur de la résistance de terre possible ?

10. Quelles sont les mesures de sécurité à prendre si vous travaillez sur un chantier où, dans le cas d'une distribution d'électricité, sur un camp de caravanes ?

11. Dans une chaufferie, on doit alimenter un réseau de 8 prises de courant 16 A. On vous demande de choisir un transformateur de sécurité, sachant que ces prises doivent être alimentées en 24 V, et que l'on peut brancher simultanément 4 lampes baladeuses de 75 W. Précisez les caractéristiques et la référence du transformateur.

12. Dans une piscine, on doit alimenter 4 projecteurs de 150 W. On vous demande de choisir un transformateur de sécurité, sachant que ces prises doivent être alimentées en 12 V. Précisez les caractéristiques et la référence du transformateur.

## Transformateurs de sécurité protégés



Emb. Réf. **Conformes à la norme EN 60742**

### Protection des transformateurs

Pour les transformateurs de 63 VA :

- cartouches 5 × 20 temporisées
- coupe-circuit : réf. 390 86

Pour les transformateurs de 100 VA et plus :

- cartouches gG 10 × 38 et c/c 058 08 jusqu'à 32 A
- cartouches gG 14 × 51 et c/c 215 01 au-delà de 32 A et jusqu'à 50 A
- cartouches gG 22 × 58 et c/c 216 01 au-delà de 50 A

### Monophasés

**Primaire : 230-400 V**  
**Secondaire : 24-48 V**

	Puissance (VA)	Borne primaire souple (mm <sup>2</sup> )	Borne secondaire souple (mm <sup>2</sup> )
1 427 20	63	4	4
1 427 21	100	4	4
1 427 22	160	4	4
1 427 23	250	4	4
1 427 24	400	4	16
1 427 25	630	4	16
1 427 26	1 000	4	16
1 427 27	1 600	6	35
1 427 28	2 500	10	10 <sup>(1)</sup>

**Primaire : 230 V**  
**Secondaire : 12 V**

	Puissance (VA)	Borne primaire souple (mm <sup>2</sup> )	Borne secondaire souple (mm <sup>2</sup> )
1 427 60	63	4	4
1 427 61	100	4	4
1 427 62	160	4	4
1 427 63	250	4	4
1 427 64	400	4	16
1 427 65	630	4	16
1 427 66	1 000	6	8

## Transformateurs de sécurité protégés

Conformes à la norme EN 60742 et publication CEI 742  
50-60 Hz

Appareils à séparation des circuits

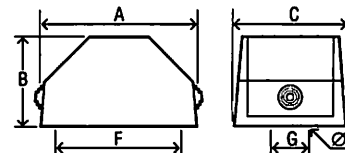
Tensions d'isolement :

- entre enroulements : 3 750 V
- entre primaire et masse : 1 875 V
- entre secondaire et masse : 250 V, sur les monophasés  
1 875 V, sur les triphasés

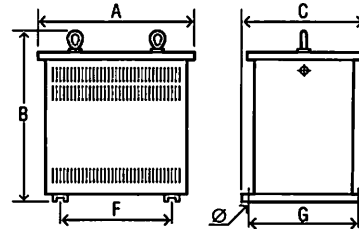
### Monophasés

- Classe II jusqu'à 1 000 VA (sauf réf. 427 66)
- Classe I pour 1 600 et 2 500 VA et réf. 427 66
- Isolant classe B température ambiante : 25 °C
- IP 55 - IK 07 jusqu'à 1 000 VA, sauf réf. 427 66 (surmoulé)
- IP 21 - IK 08 pour 1 600 VA et 2 500 VA et réf. 427 66 (sous cuve)
- Tension secondaire par couplage série parallèle : livrés avec barrettes de couplage

Jusqu'à 1 000 VA (sauf réf. 427 66)



Pour 1 600 et 2 500 VA, réf. 427 66 et transfos triphasés



### 230-400 V / 24-48 V

Puis- sance (VA)	Perte à vide (W)	Chute de tension (%)				Rendement (%)	Ucc (%)	Encombrement (mm)			Fixation (mm)		Poids (kg)
		cos φ	cos φ	cos φ	cos φ			A	B	C	F	G	
63	8,7	8,5	4,2	0,8	0,64	7	182	92	112	143	-	6	3,6
100	11,9	8,5	4,3	0,82	0,67	7	192	92	112	158	-	6	4,2
160	17,2	6,1	3,2	0,84	0,7	5	207	100	122	167	-	6	6,3
250	18,6	5,6	3,4	0,9	0,8	5	215	100	122	175	-	6	6,7
400	27,7	5,4	3,4	0,89	0,78	5	265	130	156	223	50	6	12
630	30,5	4,5	2,5	0,91	0,82	4	290	150	190	247	50	6	19,2
1 000	32,7	3,7	3	0,93	0,86	3	290	150	190	247	50	6	19,7
1 600	53,6	2	1,8	0,94	0,88	2	270	320	275	150	250	10	27,7
2 500	72,8	2,2	2,7	0,95	0,9	3	350	380	275	200	250	10	40

### 230-V / 12 V

Puis- sance (VA)	Perte à vide (W)	Chute de tension (%)				Rendement (%)	Ucc (%)	Encombrement (mm)			Fixation (mm)		Poids (kg)
		cos φ	cos φ	cos φ	cos φ			A	B	C	F	G	
63	10	15,6	6,7	0,75	0,57	12	182	92	112	143	-	6	3,5
100	12,4	11	5,1	0,8	0,64	9	192	92	112	158	-	6	4,1
160	16,7	7,7	3,8	0,84	0,7	6	207	100	122	167	-	6	6
250	19,7	6,9	3,4	0,87	0,75	6	215	100	122	175	-	6	6,6
400	27,3	7,2	3,8	0,88	0,77	6	265	130	156	223	50	6	11,9
630	31,3	5,4	2,7	0,9	0,8	4	290	150	190	247	50	6	19
1 000	44,6	2,3	1,5	0,94	0,88	2	270	320	275	150	250	10	20

(1) Raccordement par cosse (Ø en mm).

# 9

# Appareillage de connexion et de commande

L'appareillage électrique se situe entre la production de l'énergie électrique et son utilisation ; il permet :

- de réaliser des connexions entre les circuits ;
- d'établir et de couper le courant électrique ;
- de protéger les personnes, les animaux, les biens ;
- de contrôler ; régler, mesurer les grandeurs électriques.

L'appareillage électrique a considérablement évolué sous l'effet des facteurs suivants :

- une meilleure connaissance des matériaux (isolants, conducteurs) ;
- l'amélioration des techniques de fabrication (moulage) ;
- l'intervention des composants électroniques.

## OBJECTIFS

Être capable de :

- choisir l'appareillage électrique de connexion et de commande,
- le mettre en œuvre dans des installations domestiques, commerciales ou agricoles.

## SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 3.1

## 1 Classification fonctionnelle de l'appareillage

Définition	Exemples	Remarques
<b>L'appareillage de raccordement</b> assure la liaison électrique entre les conducteurs (fig. 1)	Borne de raccordement Prise de courant Douille de lampe	Le raccordement peut être permanent ou démontable
<b>L'appareillage de commande</b> assure en service normal la mise « en » et « hors » circuit d'une partie installation ou d'appareil d'utilisation (fig. 2)	Interrupteur Inverseur Commutateur Télérupteur Minuterie Contacteur Programmateur	La commande peut être manuelle (interrupteur) ou automatique (contacteur)
<b>L'appareillage de protection</b> évite que le matériel électrique soit parcouru par des courants qui lui soient nuisibles (fig. 3)	Fusibles Disjoncteurs Discontacteurs Parafoudre Relais thermiques Relais magnétiques	Le fusible assure à la fois le contrôle du courant et la coupure du circuit
<b>L'appareillage de réglage</b> agit sur les grandeurs électriques afin de les adapter à l'utilisation (fig. 4)	Gradateur Hacheur Onduleur...	On distingue les appareils de réglage passifs (résistance) des appareils actifs (transistors)
<b>L'appareillage de mesure</b> permet d'effectuer les mesures des grandeurs électriques (fig. 5)	Ampèremètres Voltmètres Compteurs Wattmètres Oscilloscopes	Les dispositifs de mesures emploient surtout une technologie électronique

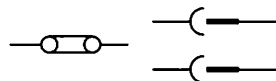


Fig. 1 : Raccordement.

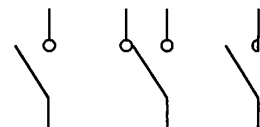


Fig. 2 : Commande.

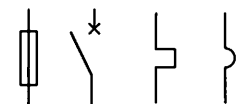


Fig. 3 : Protection.

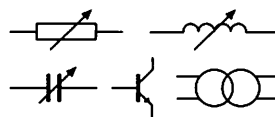


Fig. 4 : Réglage.

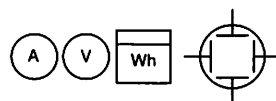


Fig. 5 : Mesure, contrôle.

## 2 Appareillage et sécurité

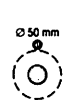

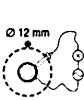


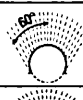
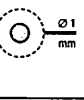


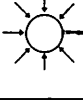


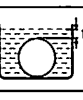
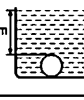
L'appareillage électrique est conçu en fonction de normes de sécurité.

### a) Indices de protection contre les corps solides et les liquides

– **Indice IP** : Les normes CEI 529, EN 60 529, et NF C 20 010 définissent l'indice de protection IP, contre la pénétration des corps solides, et les liquides, à l'intérieur des armoires ou de l'appareillage.

– **Indice IK** : L'indice IK définit la protection contre les chocs mécaniques, il est défini par la norme NF EN 50 102/NF C 20 010 de juin 1995. Chacun de ces indices comporte deux chiffres qui sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Indices de protection IP et IK

IP : Indice de protection			IP : Indice de protection		
contre les corps solides			contre les liquides		
IP / F*	Tests		IP / F*	Tests	
0 x AE 1		Pas de protection	x 0 AD 1		Pas de protection
1 x		Protégé contre les corps solides supérieurs à 50 mm (ex. : contacts involontaires de la main)	x 1 AD 2		Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation)
2 x		Protégé contre les corps solides supérieurs à 12 mm (ex. : doigt de la main)	x 2		Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale
3 x AE 2		Protégé contre les corps solides supérieurs à 2,5 mm (outils, fils)	x 3 AD 3		Protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale
4 x AE 3		Protégé contre les corps solides supérieurs à 1 mm (outils fins, petits fils)	x 4 AD 4		Protégé contre les projections d'eau de toutes directions
5 x AE 4		Protégé contre les poussières (pas de dépôt nuisible)	x 5 AD 5		Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance
6 x AE 4		Totalement protégé contre les poussières	x 6 AD 6		Protégé contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer
			x 7 AD 7		Protégé contre les effets de l'immersion
			x 8 AD 8		Protégé contre les effets prolongés de l'immersion sous pression

F\* : facteurs d'environnement AE, AD, AG correspondant aux indices de protection IP et IK.

### b) Classes de protection contre les chocs électriques

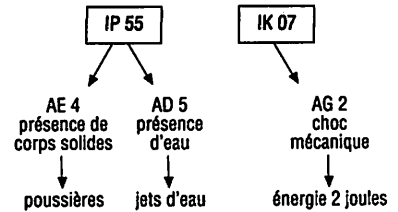
Le matériel électrique d'appareillage ou d'utilisation de l'énergie électrique est réparti en 4 classes (fig. 6) :


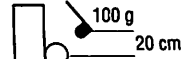
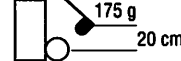
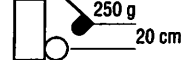

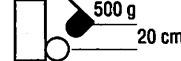
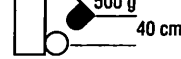

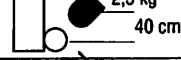
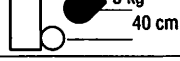
– **CLASSE 0** : matériel ayant une isolation principale et ne comportant pas de dispositions permettant de relier les parties métalliques accessibles à la terre.

Exemple : lampe de chevet.

– **CLASSE I** : matériel ayant une isolation principale et dont les parties métalliques peuvent être reliées à la terre.

Exemple : chauffe-eau, moteur électrique.



IK : Indice de protection mécanique		
IK	Énergie de choc (Joules)	Tests
00	0	pas de choc
01 AG 1	0,15	
02	0,20	
03	0,35	
04	0,50	
05	0,70	
06	1	
07 AG 2	2	
08 AG 3	5	
09	10	
10 AG 4	20	

#### SYMBÔLES DES CLASSES

CLASSE 0

aucune indication

CLASSE I  
Mise à la terre



CLASSE II  
Isolation supplémentaire



CLASSE III  
Valeur de la TBT



Fig. 6 : Symboles des classes.

– CLASSE II : matériel dont les parties accessibles sont séparées des parties actives par une double isolation ou une isolation renforcée. Les parties métalliques, s'il en existe, ne présentent pas de dispositif permettant de les relier à la terre.

Exemple : rasoir électrique, sèche-cheveux, perceuse portable.

– CLASSE III : matériel prévu pour être alimenté seulement en très basse tension, soit 12 V ou 24 V.

Exemple : circuit électrique automobile, sonnerie 24 V.

### 3 Appareillage de connexion

#### 3.1. Bornes et connecteurs

Ce sont les dispositifs de raccordement des conducteurs entre eux.

Exemples : barrette de connexion (fig. 7) ; borne de jonction ou de raccordement (fig. 8) ; boîte de jonction et de dérivation (fig. 9).

Précautions :

Pour obtenir des contacts sûrs et durables, il faut particulièrement veiller :

- à la pression de serrage ;
- aux dimensions et à l'état des surfaces en contact.

#### 3.2. Douilles de lampes

Elles assurent le contact électrique entre la ligne électrique et la lampe.

Les différents types de douilles sont représentés figure 10. Ces douilles ne peuvent supporter que des courants limites, tels que définis dans le tableau ci-contre.

Pour les douilles à vis le neutre doit être relié sur le pas de vis.

On considère les différentes douilles par :

- le type de culot (E 14, B 22...) (E = Edison, à vis) (B = Baïonnette) ;
- la nature de la matière qui constitue le corps (laiton, isolant) ;
- la fixation du réflecteur (sans bague, simple ou double bague) ;
- la fixation de la douille (raccord à filets taraudés au pas de 10 - 11 - 17).

Exemple : douille B 22, laiton, double bague (fig. 11).

#### 3.3. Prises de courant (fig. 12)

Elles assurent la connexion entre une canalisation fixe (socle) et une canalisation mobile (fiche). La partie sous tension ou socle possède les fiches femelles qui sont protégées contre les contacts directs. Les prises de courant pour les installations domestiques peuvent être apparentes ou encastrées. De plus, elles doivent comporter des éclisses qui empêchent tout contact électrique direct en l'absence de fiche correspondante.

##### a) Caractéristiques

- Courant nominal : 6-10-16-20-32-63 A.
- Tension nominale : 250-400-500 V.
- Nombre de broches : bipolaire 2 P, bipolaire + terre 2 P + T, tripolaire 3 P, tripolaire + terre 3 P + T, etc.
- Mode de pose : apparent ou encastré. Indice de protection.

##### b) Désignation

Il faut indiquer :

- la fonction (socle, fiche, prolongateur) ;
- l'intensité et la tension nominale ;
- le type ; la présentation.

Exemple : socle 2 x 16 A + T – 250 V à encastrer – Neptune 2.



Fig. 7 : Barrette de connexion en bande caoutchouc (Legrand).

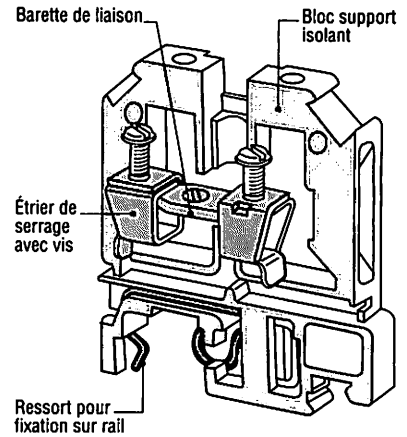


Fig. 8 : Borne de jonction ou de raccordement.



Fig. 9 : Boîte de jonction et de dérivation.

Type	Valeurs limites	
	Intens.(1)	Puiss.(2)
B 15	2 A	100 W
B 22	4 A	150 W
E 14	1 A	60 W
E 27	4 A	150 W
E 40	16 A	2 000 W

(1) Intensité maximale pour utilisation en tension < 50 V.

(2) Puissance maximale pour utilisation en 250 V.

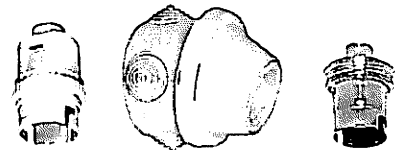


Fig. 10 : Différentes douilles de lampes (Legrand).

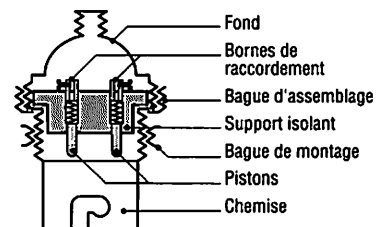


Fig. 11 : Douille baïonnette type B22, double bague en laiton.

## En savoir plus...

- Dans les salles de bains, les prises de courant pour rasoir électrique sont réalisées avec un transformateur d'isolement incorporé. On peut donc les utiliser dans le volume de protection.
- Certaines prises de courant sont munies d'un interrupteur incorporé, ou mieux d'un disjoncteur différentiel haute sensibilité 30 mA.

### 4 Appareillage de commande

Ce sont essentiellement les interrupteurs, les commutateurs, les contacteurs, mais aussi tous les programmeurs. Les interrupteurs à usage domestique sont utilisés pour les circuits d'éclairage, dans tous les locaux d'habitation ou à les bureaux (fig. 14).

#### 4.1. Définition de l'interrupteur

L'interrupteur est un appareil mécanique de connexion, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants.

#### 4.2. Caractéristiques des interrupteurs domestiques

La fonction : interrupteur, inverseur, commutateur.  
 La tension et l'intensité nominale : 250 - 400 - 500 - 660 V. 6 - 10 - 16 A.  
 Le nombre de pôles : unipolaire, bipolaire.  
 La présentation : apparent ou en saillie (fig. 13), encastré (documentation p. 95). Selon les constructeurs, il existe des familles d'appareillage domestique d'esthétique très différents.  
 Exemples : Sagane, Mosaïc, Diplomat, Neptune, Plexo chez Legrand.  
 Série 1001 - 2000 - 3000 chez Arnaud.

#### 4.3. Choix et désignation

##### a) Le choix

Il est fonction principalement des conditions d'environnement et d'esthétique. On choisit, selon que l'installation est apparente ou encastrée, la famille d'appareils qui convient (appareil en saillie pour installation apparente, par exemple).

##### b) Désignation

On indique la famille d'appareils et la fonction réalisée. La référence correspond à une tension et une intensité nominale normalisée.  
 Exemple : appareillage Plexo 10 A-250 V ;  
 inverseur unipolaire (va-et-vient) (p. 97).

#### 4.4. Télérupteur (fig. 15)

C'est un interrupteur commandé à distance par des impulsions électriques, l'une provoque la fermeture, la suivante l'ouverture du contact. C'est un système mécanique à bascule qui assure la mémorisation (fig. 16) ; il est bistable (voir schémas électriques).

#### 4.5. Minuterie

C'est un interrupteur commandé à distance qui se ferme à partir d'une impulsion sur son circuit de commande et qui s'ouvre au bout d'un temps réglable appelé temporisation (voir schéma page 94).

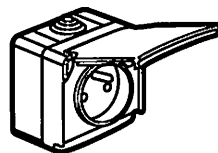


Fig. 12 : Prise de courant en montage apparent (Legrand).

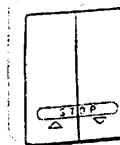


Fig. 13 : Interrupteur double en apparent (Legrand).

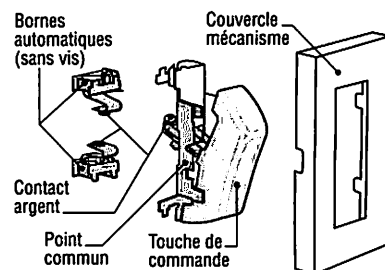


Fig. 14 : Interrupteur lumière.

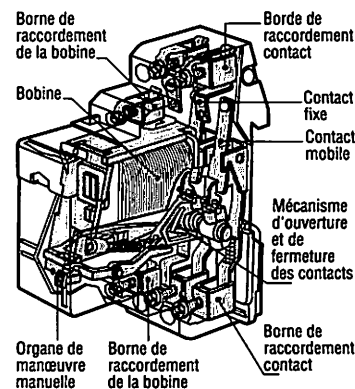


Fig. 15 : Constitution d'un télérupteur modulaire (Legrand).

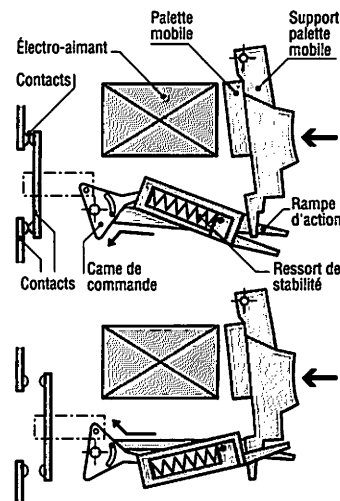
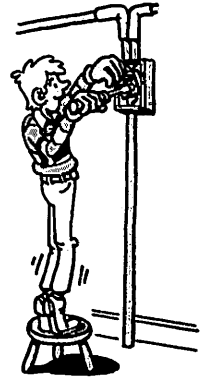


Fig. 16 : Fonctionnement d'un télérupteur. Contact fermé et contact ouvert.



## L'essentiel

- Une meilleure connaissance des matériaux, des techniques de moulage, l'intervention de l'électronique a permis d'améliorer et de miniaturiser l'appareillage électrique.
- On classe l'appareillage en :
  - appareils de connexion et de raccordement (bornes, prises de courant) ;
  - appareils de commande (interrupteurs, contacteurs...) ;
  - appareils de réglage (gradateur, hacheur, onduleur...) ;
  - appareils de mesure et de contrôle (voltmètre, régulateur...).
- L'indice de protection (IP) caractérise la protection contre la pénétration des corps solides, des liquides.
- L'indice de protection (IK) caractérise la protection contre les chocs mécaniques.
- Les appareils de connexion, de raccordement et de commande sont caractérisés par leurs fonctions, intensité et la tension nominale, la présentation et l'indice de protection.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. L'appareillage de raccordement permet d'assurer les connexions entre différents appareils.
2. Une prise de courant est un appareil de raccordement.
3. Un disjoncteur est un appareil de commande.
4. Un contacteur est un appareil de commande automatique.
5. Il faut relier un appareil de classe 0 à la terre.
6. L'indice IP indique une protection contre les corps solides, et contre les chocs.
7. L'indice IK correspond à une protection contre les chutes d'eau.
8. On peut alimenter un appareil de classe III en 400 V.
9. La qualité d'un bon raccordement est directement liée à un très bon serrage des bornes.
10. Si l'on met les doigts dans une douille sans lampe, on peut s'électrocuter.
11. Les fiches femelles des prises de courant doivent toujours être protégées par des éclisses.
12. On peut alimenter une lampe à vis de 500 W avec une douille E 14.
13. Le télérupteur est un appareil de commande.
14. Avec un télérupteur, on peut commander une ou plusieurs lampes de 10 endroits différents.
15. Une minuterie permet de retarder l'allumage d'une lampe.
16. Si l'on commande une lampe située hors de sa vue avec un télérupteur, on ne sait jamais si elle est éclairée ou éteinte.
17. Le circuit de commande d'un télérupteur est indépendant du circuit d'utilisation.
18. Le montage 3 fils d'une minuterie est le plus économique.
19. Le préavis d'extinction prévient d'une coupure du courant sur le réseau EDF.
20. Le préavis d'extinction se manifeste par un clignotement des lampes.

## RÉSOLUS

1. On relève sur le catalogue d'un constructeur : prise de courant IP 44.  
Que signifie cette indication ?

**Solution :**

- IP désigne l'indice de protection ;
- 4 : indique que cette prise est protégée contre les corps solides supérieurs à 1 mm ;
- 4 : qu'elle est protégée contre les projections d'eau dans toutes les directions.

2. Pour alimenter un radiateur électrique de 3 000 W sous 230 V, quelle doit être l'intensité nominale de la prise de courant ?

**Solution :** Il faut calculer l'intensité absorbée par le radiateur par la formule :

$$P = UI \quad \text{d'où} : I = \frac{P}{U} = \frac{3\,000}{230} = 13,04 \text{ A}$$

Il faudra utiliser une fiche et un socle de 16 A sous 250 V.

3. On veut remplacer une prise de courant dans une cuisine. L'installation est encastrée. Choisissez dans les pages de documentation la prise qui convient le mieux. Donnez sa référence.

**Solution :** Un appareil encastré de la série Sagane de Legrand convient bien, on prendra la référence 842-02.

4. Donnez la référence d'un télérupteur permettant de commander 3 lampes en 230 V avec un circuit de commande de 12 V, 50 Hz.

**Solution :** D'après la documentation page 96, le télérupteur référence 040 00 convient pour une coupure unipolaire.

## À RÉSOUDRE

1. Recherchez l'indice de protection (IP) pour une buanderie (d'après les facteurs d'influence externe) et déterminez l'appareillage à employer avec les fiches de documentation.

2. A quel type de protection correspond un appareillage d'indice de protection IP 25 ?

3. Établissez la liste de l'appareillage nécessaire pour la villa type T 3 p. 23 sachant que l'installation est faite en encastré. Utilisez les fiches de documentation.

4. Établissez la liste de l'appareillage électrique nécessaire pour équiper l'appartement p. 30 réalisé en encastré.

5. On veut installer une lampe commandée en simple allumage avec 1 prise de courant 16 A dans un garage (installation tube IRL). Précisez l'appareillage employé, sa désignation et ses références.

6. Pour la rénovation d'un immeuble ancien, réalisez l'installation électrique de la cage d'escalier qui comporte 3 niveaux avec 3 lampes commandées par minuterie. Établissez le schéma avec 3 boutons-poussoirs et faites la liste de l'appareillage.

7. On souhaite aménager le sous-sol d'une villa comportant un couloir avec un escalier d'accès à l'étage d'habitation. Deux lampes en applique sont commandées par un télérupteur. Établissez :

- a) le schéma développé de l'installation ;
- b) le schéma multifilaire ;
- c) la liste de l'appareillage (installation sous conduits plastiques).

8. Quelles différences faites-vous entre prise de courant, connecteur et prolongateur ?

9. On souhaite installer sur une prise de courant un radiateur de 2 000 W. Quelle est l'intensité nominale de la prise de courant à prévoir ? (tension 230 V).

10. Donnez la référence d'une minuterie permettant de commander 5 lampes de 150 W en 230 V.

11. Pour connaître la position ouverte ou fermée d'un télérupteur, on lui associe un contact inverseur, donnez sa référence.

12. Réalisez le schéma de principe permettant de montrer si les lampes commandées par le télérupteur sont allumées ou éteintes (utilisez un voyant placé à proximité du bouton-poussoir).

# Télérupteur

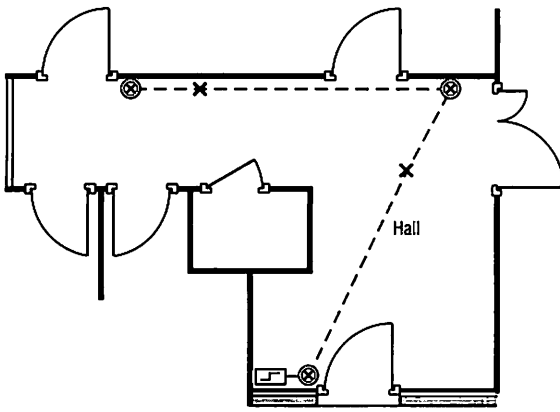
## 1. Fonction assurée

Commander une ou plusieurs lampes d'un nombre quelconque d'endroits différents.

Exemple : couloirs, montée d'escalier, hall (chaque fois que l'on a 3 ou plus de 3 points de commande).

## 2. Plan architectural

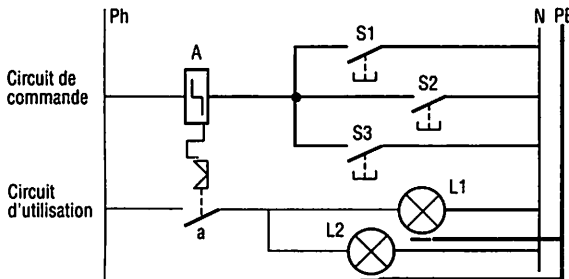
Installation de 2 lampes du hall, commandées de 3 endroits différents.



## 3. Schéma de principe

Le circuit de commande permet d'alimenter la bobine du télérupteur par les boutons-poussoirs.

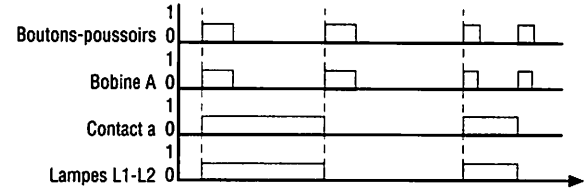
Le circuit de puissance ou d'utilisation où les lampes sont commandées par le contact du télérupteur. Un système d'accrochage mécanique permet de maintenir le contact dans la position d'ouverture ou de fermeture du circuit.



### a) Fonctionnement

- La première impulsion alimente la bobine A et enclenche le contact « a » qui se ferme.
- L'impulsion suivante alimente la bobine A et déclenche le contact « a » qui s'ouvre.

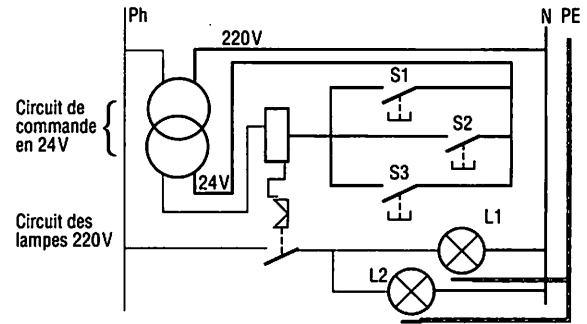
## b) Diagramme



Le télérupteur est un appareil qui, par son accrochage mécanique, assure une fonction mémoire avec des états différents.

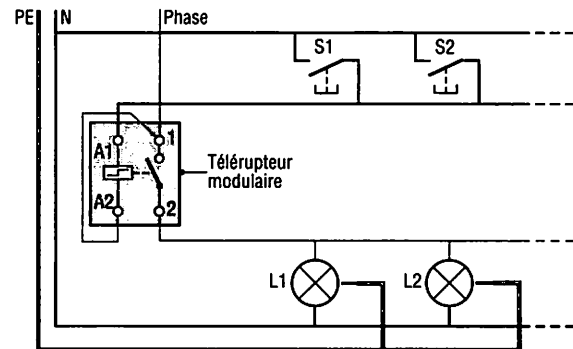
Le circuit de commande peut être alimenté en très basse tension, par exemple 24 volts.

Schéma de principe, commande en 24 V :



## 4. Schéma multifilaire

Schéma multifilaire, circuit de commande alimenté en 230 V



Remarque :

Lorsque les boutons-poussoirs sont lumineux, ils comportent en plus de leur contact à fermeture une petite lampe qui doit être alimentée par la tension du circuit de commande (220 V ou TBT 24 V, par exemple).

## Minuterie

### 1. Fonction assurée

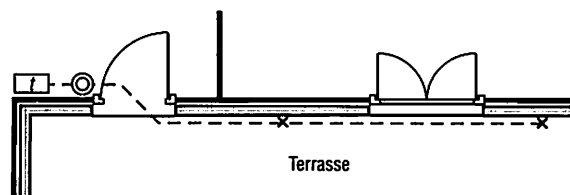
Commander d'un ou plusieurs endroits un circuit s'ouvrant automatiquement au bout d'un temps prédéterminé.

Exemple :

Montée d'escalier, éclairage de garage.

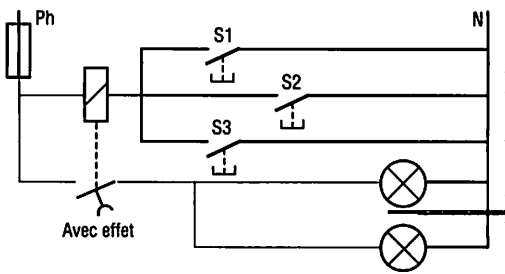
### 2. Plan architectural

Soit à commander les lampes extérieures de la villa de J.-C. Martin (page 21).

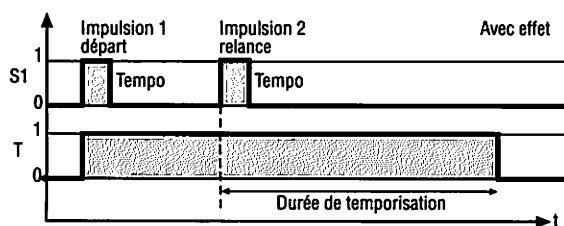


### 3. Schéma de principe (avec effet)

Lorsque la minuterie est enclenchée, le fait d'appuyer à nouveau sur le bouton-poussoir relance la temporisation avec toute sa durée.



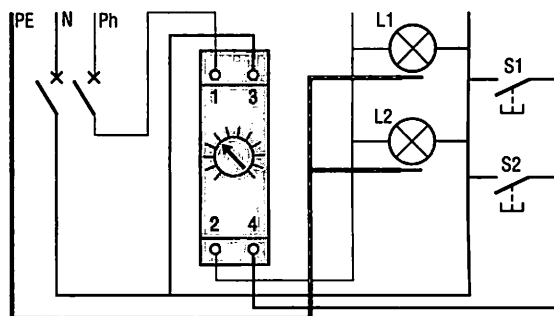
### 4. Fonctionnement



Ce montage dit avec effet permet de ne pas rester dans le noir en fin de temporisation, dans certains cas on est prévenu de la fin de temporisation par l'allumage d'un voyant sur le bouton-poussoir, il s'agit d'une forme de préavis d'extinction.

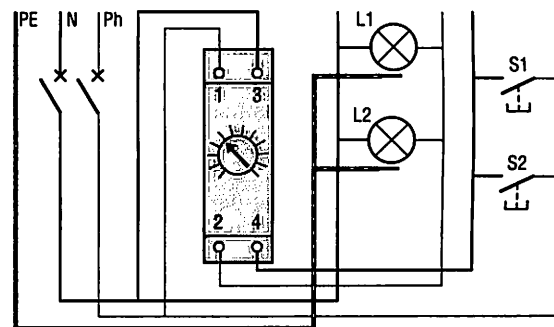
### 5. Schéma multifilaire

#### a) Montage 3 fils



Le fil neutre est commun aux lampes et aux boutons-poussoirs.

#### b) Montage 4 fils



Le circuit des lampes est indépendant du circuit des boutons-poussoirs.

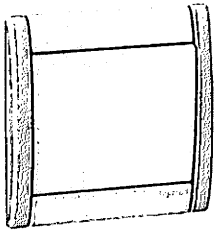
### 6. Minuterie avec préavis d'extinction

Pour éviter la surprise au moment de la coupure de courant, on réduit la tension d'alimentation des lampes environ 40 secondes avant la fin de la temporisation. Le contact temporisé supplémentaire en série avec les lampes, qui en s'ouvrant met un système réducteur de tension en série avec les lampes.

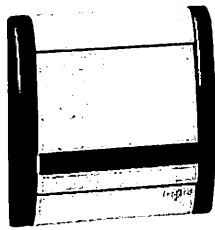
### Mécanismes Sagane commandes



Janus 97



840 02  
Finition Beluga argent

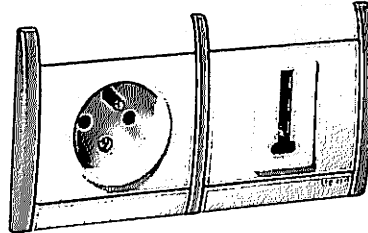


840 16  
Finition Beluga cuivre

### Mécanismes Sagane prise de courant - téléphone



Janus 97



842 02 et 843 02 - Finition Beluga cuivre

Emb. Réf.

Mécanismes en matériau Isolock  
Les mécanismes sont à fixation à vis et peuvent recevoir en accessoire les griffes Griffix

#### Interrupteurs 10 A - 250 V ~

Mécanismes système Flotix

- |    |        |  |
|----|--------|--|
|    | A vis  | <b>Interrupteur va-et-vient</b>  |
| 10 | 840 02 | Devient lumineux avec lampe réf. 849 23.<br>Devient informatif avec jeu de pictogrammes réf. 849 10/12   |
| 1  | 840 10 | <b>Va-et-vient témoin sans neutre</b><br>6 A maxi (lampe 60 W mini)<br>Devient lumineux avec lampe réf. 849 23.<br>Devient informatif avec jeu de pictogrammes réf. 849 10/12  |
| 1  | 840 12 | <b>Interrupteur bipolaire</b><br>Permet la coupure des deux conducteurs actifs   |
| 5  | 840 06 | <b>Permutateur</b><br>Devient lumineux avec lampe réf. 849 23.<br>Devient informatif avec jeu de pictogrammes réf. 849 10/12   |
| 1  | 840 16 | <b>Télérupteur 10 A - 250 V ~ - 50 Hz</b><br>A poussoir intégré<br>Conforme à la norme NF C 61-112<br>Commande à distance par bouton-poussoir (lumineux ou non)<br>Dans le cas de l'utilisation de plus de 4 poussoirs lumineux, utilisez le compensateur réf. 491 00                  |
| 10 | 840 04 | <b>Poussoir à bascule inverseur</b><br>Contact O + F. Devient lumineux avec lampe réf. 849 21/23<br>Devient informatif avec jeu de pictogrammes réf. 849 10/12   |
| 5  | 840 08 | <b>Va-et-vient + voyant témoin - Nouveau</b><br>La fonction témoin, permettant tout type de signalisation, par exemple va-et-vient témoin avec neutre (avec lampe réf. 849 24), est indépendante du va-et-vient. La fonction va-et-vient peut devenir lumineuse avec lampe réf. 849 23 |
| 10 | 840 18 | <b>Double allumage</b><br>Permet de commander deux circuits différents avec une seule alimentation   |
| 10 | 840 20 | <b>Double va-et-vient</b><br>Chaque fonction devient lumineuse avec lampe réf. 849 23<br>Devient informatif avec jeu de pictogrammes réf. 849 10/12  |

Emb. Réf.

#### Prises de courant 10/16 A - 250 V ~

##### Standard français

Avec éclips de protection sur le mécanisme  
Capacité des bornes : 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>  
Accepte le fil d'aluminium nickelé

- |    |        |       |  |   |
|----|--------|-------|--|---|
| 10 | 842 00 | A vis |  | 2 P   |
| 10 | 842 02 |       |  | 2 P + T<br>Étiquette adhésive réf. 508 98 réservée au circuit de machine à laver                              |
| 5  | 842 06 |       |  | 2 P + T à détrompage<br>Permet de différencier un circuit d'alimentation<br>Livré sans détrompeur réf. 502 99 |

##### Autre standard

A contact latéral de terre (schutzkontakt)  
Avec éclips de protection

- |    |        |  |   |
|----|--------|--|---|
| 10 | 842 10 |  | 2 P + T   |
| 5  | 842 14 |  | 2 P + T à détrompage - Nouveau<br>Livré sans détrompeur réf. 502 99 |
| 5  | 848 02 |  | Sortie de câble<br>Livrée avec serre-câble Ø 5 à 13 mm              |

##### Prises téléphone 8 contacts

- |    |        |       |  |   |
|----|--------|-------|--|---|
| 10 | 843 02 | A vis |  | Reçoit le module d'essai (RC) réf. 512 48 |
|----|--------|-------|--|---|

##### RJ 12

- |   |        |  |                                       |
|---|--------|--|---------------------------------------|
| 5 | 843 14 |  | 6 contacts, 6 bornes<br>autodénuantes |
|---|--------|--|---------------------------------------|

##### Prises haut-parleur

- |    |        |       |  |  |
|----|--------|-------|--|--|
| 10 | 847 08 | A vis |  | Équipée d'un connecteur norme DIN 41 529<br>Raccordement par borne à vis<br>Peut recevoir un second connecteur réf. 512 00 (non livré) |
|----|--------|-------|--|--|

##### Obturbateur

- |    |        |  |  |
|----|--------|--|--|
| 10 | 848 00 |  | Livré sans serre-câble<br>Permet de mettre une fonction en attente<br>ex. : réalisation d'un prééquipement |
|----|--------|--|--|

## Télerupteurs



040 15



040 87



040 85

Emb. Réf.

### Télerupteurs

Conformes aux normes NF C 61-112  
Assurent la coupure de circuits fluos :

- 30 tubes 40 W - 1,20 m non compensés
- 50 tubes 40 W - 1,20 m compensés série
- 10 tubes 40 W - 1,20 m compensés parallèle

Capacité maxi 45 µF

		Unipolaires 16 A - 250 V ~		Type de contact	Nombre de modules de 17,5 mm	
	Tension ~ du courant de commande	Tension = du courant de commande				
1	040 00 <sup>(2)</sup>	12/8 V	12/8 V	1 F	1	
1	040 05 <sup>(2)</sup>	24 V	12 V		1	
10	040 15 <sup>(1)</sup>	230 V	110 V		1	
		Bipolaires 16 A - 250 V ~		2 F		
1	040 06 <sup>(2)</sup>	24 V	12 V			1
1	040 11 <sup>(2)</sup>	48 V	24 V			1
10	040 16 <sup>(1)</sup>	230 V	110 V	1		
		Tétrapolaires 16 A - 400 V ~		4 F	2	
1	040 19 <sup>(1)</sup>	230 V	110 V			

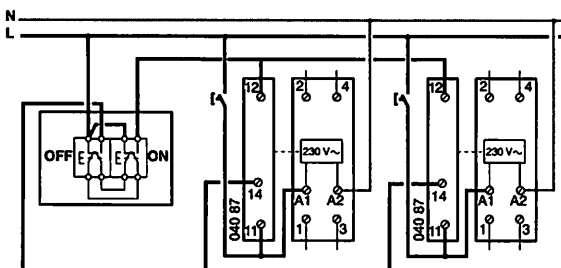
### Auxiliaires pour télerupteurs

**Auxiliaire pour commande centralisée**  
Se monte à gauche du télerupteur  
Permet d'effectuer une commande centralisée en un lieu déterminé (ex. : loge de gardien)

	I max	Tension	Contact	Nombre de modules de 17,5 mm
1	040 87	0,5 A	230 V ~ - 50 Hz	Inverseur 0,5

### Commande centralisée par télerupteur

(exemple avec auxiliaire réf. 040 87)



- (1) À partir de 10 mA (par exemple 20 boutons poussoirs avec voyant 0,5 mA réf. 860 54), brancher un compensateur réf. 491 00 aux bornes de la commande du télerupteur.
- (2) 3 poussoirs lumineux maxi.

## Minuterie et préavis d'extinction



047 02



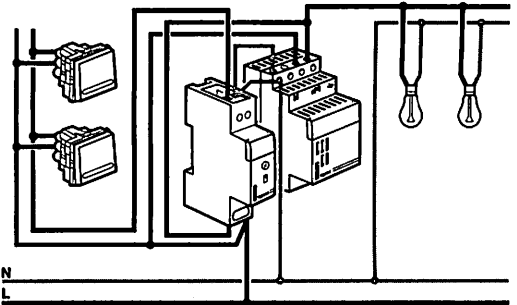
047 10

Emb. Réf.

### Minuterie

Peut se coupler avec un préavis d'extinction réf. 047 10 (ci-dessous)  
Accepte le passage du peigne d'alimentation

Emb.	Réf.	Minuterie	Nombre de modules de 17,5 mm
10	047 02	16 A - 230 V ~ - 50-60 Hz 2 000 W incandescence 2 000 W halogène - 230 V ~ 1 000 VA fluo compensé série 120 VA fluo compensé parallèle 14 µF Réglage de 30 s à 10 mn Recyclable Branchement 3 fils ou 4 fils	1
1	047 10 <sup>(1)</sup>	<b>Préavis d'extinction</b> Économie d'énergie et sécurité : couplé à une minuterie, assure une baisse progressive de la lumière en fin de temporisation et permet de réduire de ce fait la durée de la temporisation 5 A - 230 V ~ - (ancienne réf. 037 17) 1 000 W incandescence 1 000 W halogène - 230 V ~ 500 VA fluorescence Ø 26 mm avec ballasts spéciaux réf. 401 51/53/55 (p. 365) et précharge réf. 401 48 (p. 365) Durée du préavis : environ 40 s	2

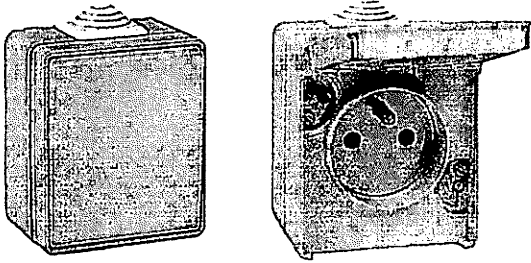


### Préavis d'extinction

Réf. 047 10 avec minuterie réf. 047 02. Durée du préavis environ 40 s

- (1) Ne peut se monter qu'avec des minuterie comportant un contact de puissance séparé (voir ci-dessus).

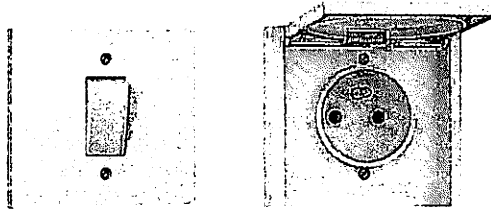
### Plexo 57 saillie



918 08







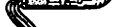





918 36

### Plexo 10 encastré



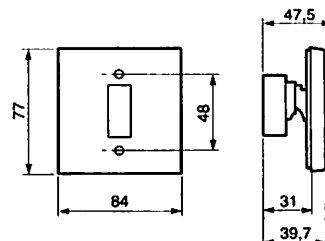
904 02

904 29

Emb.	Réf.	<b>IP 55 - IK 08</b> Polycarbonate : coloris bleu CNOMO Livrés avec 1 embout simple et 1 embout à gradins Bornes à vis
		<b>Interrupteurs 10 A - 250 V ~</b>
10	918 08	 Va-et-vient
10	918 09	 Interrupteur bipolaire
		<b>Poussoir 2 A</b>
1	918 13	 Poussoir devenant lumineux avec lampe obus ou tube (ci-dessous) Livré sans lampe
		<b>Prises de courant à volet 10/16 A - 250 V ~</b>
10	918 36	 Prise 2 P + T avec éclips de protection <sup>(1)</sup>
		<b>Embout</b>
10	918 94	 Embout à gradins
		<b>Lampes obus</b> Livrées avec 2 fils souples de 20 cm Se montent sans vis sur le support de lampe solidaire du voyant lumineux
10	780 04	 12 V - 3,30 W
10	780 05	 24 V - 0,80 W
10	780 08	 240 V - 0,5 mA
		<b>Lampes</b>
		<b>tube</b>
		<b>A incandescence</b>
10	898 25	 6 V - 0,20 W
10	898 26	 12 V - 0,42 W
10	898 27	 24 V - 0,60 W
		<b>A néon</b>
10	898 21	 230 V - 0,5 mA

Emb.	Réf.	<b>IP 44 - IK 07<sup>(1)</sup></b> Livrés avec joint d'étanchéité Le degré d'étanchéité - 4 - est défini pour une installation sur une surface parfaitement plane
		<b>Fixation mixte (vis/griffes)</b>
10	904 02	<b>Interrupteur 10 A - 250 V ~</b>
10	904 11	Va-et-vient à voyant - livré sans lampe tube (voir ci-contre)
10	904 52	Double va-et-vient
		<b>Interrupteur temporisé avec voyant</b>
1	904 04	Livré en position 3 mn 30 - Possibilité 2 mn par retournement de la manette Livré sans lampe réf. 898 21 (voir ci-contre)
		<b>Poussoir 2 A</b> Deviennent lumineux avec lampes tube (ci-contre) Livrés sans lampe
10	904 08	Poussoir
10	904 09	Poussoir porte-étiquette
		<b>Prise de courant à volet IP 44 - IK 08 10/16 A - 250 V ~</b>
10	904 29	2 P + T avec éclips de protection
		<b>Cadre saillie</b>
Prof. 40	903 59	Pour appareils de la série Plexo 10, plaque à volet réf. 748 45 (ancienne réf. 903 45) et socles Plexo 20 A réf. 557 03/06/08 Rattrapage d'aplomb 1 embout réf. 919 04 1 entrée défonçable sur le côté 2 entrées défonçables sur le fond Dimensions 85 x 78 mm

### Inters à encastrer 10 A



(1) IP x 4 avec fiche 2 P + T engagée.

(1) Sauf prise de courant IP 44 - IK 08.

# 10

## Protection par fusibles et disjoncteurs

Toute installation doit être protégée par un appareillage électrique adapté, contre les détériorations dont la cause peut être externe : court-circuit, foudre, ou interne, récepteurs surchargés.

### 1 Différentes perturbations

Les perturbations sur une installation électrique se traduisent par :

- les surintensités : surcharges ou courts-circuits ;
- les surtensions ou baisses de tension.

Causes	Effets	Moyens de protection
La puissance demandée est plus importante que celle prévue.	Échauffement lent, mais de longue durée.	- Fusibles - Disjoncteurs - Relais thermiques
Contact électrique accidentel entre deux conducteurs de polarités différentes : deux conducteurs dénudés qui se touchent.	Création d'un arc électrique et échauffement très important pouvant fondre les conducteurs.	- Fusibles - Disjoncteurs - Relais magnétiques - Couper le circuit instantanément
La tension augmente brutalement du fait de la foudre ou du contact avec une ligne haute tension.	Il y a destruction des isolants (claquage) d'où création de surcharges ou de courts-circuits.	- Parafoudre - Limiteur de surtension - Relais de surtension
Déséquilibre du réseau triphasé.	Mauvais fonctionnement des récepteurs et des moteurs.	- Relais à minimum de tension - Relais à baisse de tension

#### OBJECTIFS

Être capable :

- de décoder la documentation technique et normative relative à l'appareillage électrique basse tension de protection fusible et disjoncteur,
- de choisir l'appareillage à mettre en œuvre pour rendre l'installation conforme aux normes et règlements.

#### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S.3.1

Surcharge

Court-circuit

Surtension

Baisse de tension

Nous étudierons particulièrement la protection contre les surcharges et les courts-circuits, réalisée au moyen des fusibles et disjoncteurs. Les autres protections seront étudiées par la suite.

### Règles générales (fig. 1)

La protection contre les surcharges d'une canalisation est assurée si la condition suivante est réalisée :

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$I_B$  = courant d'emploi du circuit ;

$I_n$  = courant nominal du dispositif de protection ;

$I_z$  = courant admissible dans la canalisation.

Le courant du dispositif de protection doit être compris entre le courant d'emploi et le courant admissible dans la canalisation.

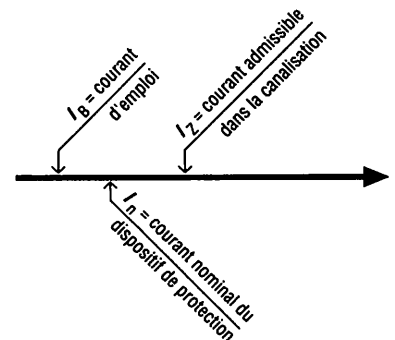


Fig. 1 : Représentation des différents courants.



## 2 Les fusibles

Les fusibles sont des appareils de protection dont la fonction est d'ouvrir, par la fusion d'un élément calibré, le circuit dans lequel ils sont insérés (fig. 2). Le fusible doit interrompre le courant lorsque celui-ci dépasse, pendant un temps donné, une valeur précisée.

### 2.1. Constitution (fig. 3)

On distingue le porte-fusible raccordé à l'installation de la cartouche-fusible qui est interchangeable (cartouche de remplacement).

### 2.2. Les deux différentes classes de fusibles

– **Classe gG** : fusibles d'usage général ; ils protègent contre les surcharges et les courts-circuits. Ce sont ceux qui sont utilisés dans les installations domestiques.

– **Classe aM** : accompagnement moteur ; ils sont prévus uniquement pour la protection contre les courts-circuits et surtout pour les moteurs à courant alternatif.

### 2.3. Dimensions

Le tableau ci-dessous indique, pour les cartouches cylindriques (fig. 4), les courants nominaux possibles selon les dimensions admissibles dans les porte-fusibles ou socles.

Usage	Forme	Dimensions en mm		Courant nominal $I_n$	
		c	a	Socle	Éléments de remplacement
Domest.		6,3	23	6	2 - 4 - 6 - 8 - 10
		8,5	23	10	2 - 4 - 6 - 8 - 10
		10,3	25,8	16	6 - 8 - 10 - 12 - 16
		8,5	31,5	20	2 - 4 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20
		10,3	31,5	25	16 - 20 - 25
		10,3	38	32	25 - 32
Industr.		10,4	38	20	2 - 4 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20
		14	51	40	2 - 4 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20 - 25 - 32 - 40
		22	58	80	20 - 25 - 32 - 40 - 50 - 63 - 80

### 2.4. Caractéristiques des fusibles

**Tension nominale** : 250, 400, 500 ou 600 V.

**Courant nominal** :  $I_n$ . C'est le calibre du fusible.

**Courant de non-fusion** :  $I_{nf}$  (non fusing current). C'est la valeur du courant qui peut être supporté par l'élément fusible, pendant un temps conventionnel, sans fondre.

**Courant de fusion** :  $I_f$  (fusing current). C'est la valeur du courant qui provoque la fusion du fusible avant la fin du temps conventionnel.

**Courbe de fonctionnement d'un fusible** (fig. 5) : elle permet de déterminer, pour un temps conventionnel, la valeur du courant de fusion et celle du courant de non-fusion.

**Pouvoir de coupure** : c'est le courant maximal qu'un fusible peut couper en évitant la formation d'un arc électrique qui pourrait retarder dangereusement la coupure du courant. Les fusibles possèdent toujours des pouvoirs de coupure élevés (PdC en kA) de 2 à 20 kA.

Exemple : fusible gI, calibre 16 A,  $U_n = 500$  V, PdC = 20 kA ;

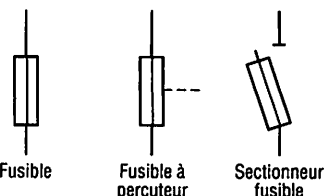


Fig. 2 : Différents symboles de fusibles.

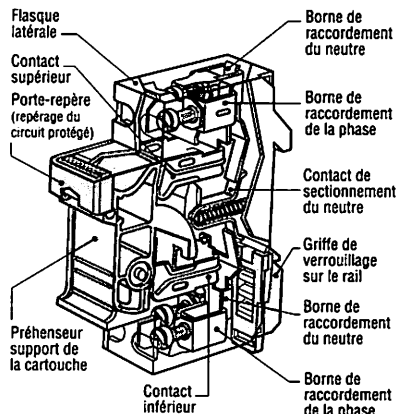


Fig. 3 : Coupe-circuit phase + neutre (Legrand).

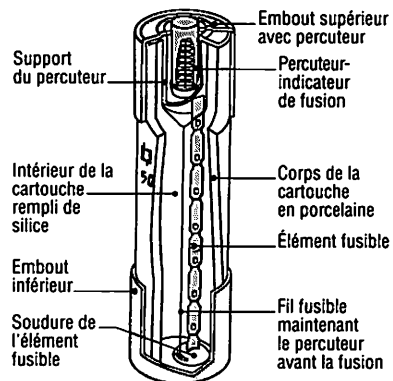


Fig. 4 : Cartouche fusible avec percuteur (Legrand).

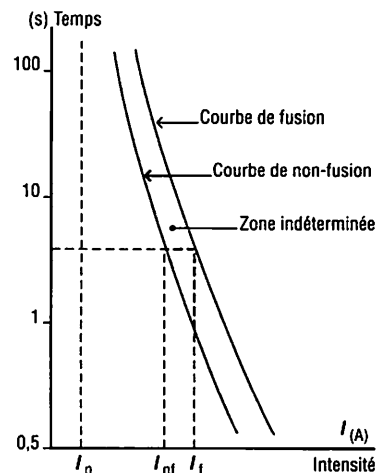


Fig. 5 : Courbes de fusion de fusibles.

## 2.5. Désignation d'un fusible

– À partir du courant d'emploi  $I_B$ , on détermine le calibre du fusible  $I_n$  avec  $I_B < I_n < I_z$ .

La désignation d'un fusible doit comporter :

- la classe gG, aM (courbes gG) (fig. 6) ;
- le calibre :  $I_n$  et la tension nominale  $U_n$  ;
- la forme de la cartouche (cylindrique, domestique, industriel) ;
- éventuellement, le système déclencheur et le pouvoir de coupure.

Exemple : fusible gG 25 A en cartouche 10,3 x 31,5 – 400 V.

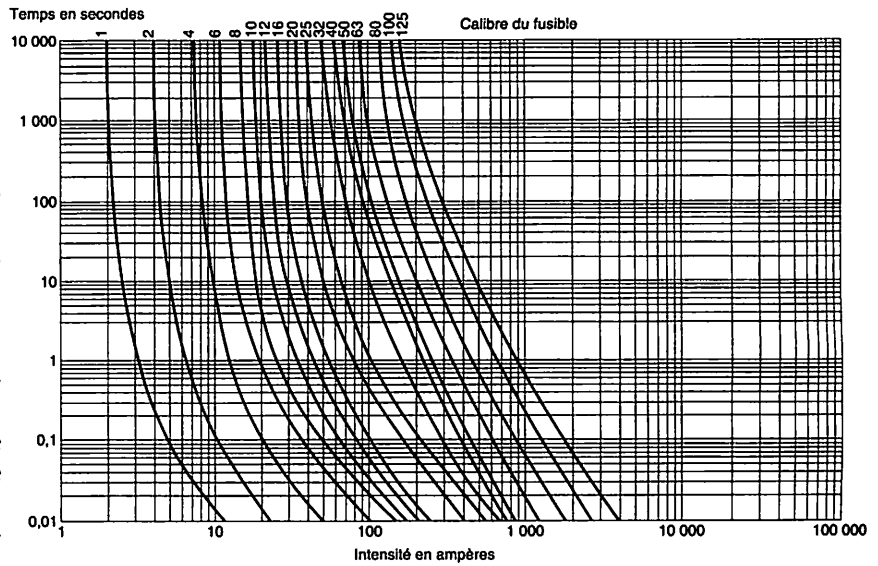


Fig. 6 : Courbes de fusion temps/courant pour fusibles gG.

## 3 Disjoncteur

### 3.1. Définition

Un disjoncteur est un appareil mécanique de connexion capable :

- d'établir, de supporter, d'interrompre le courant dans les conditions normales du circuit ;
- d'établir, de supporter (pendant une durée spécifiée) et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées telles que court-circuit.

### 3.2. Étude fonctionnelle (fig. 7)

#### a) Établissement et interruption du courant

Cette fonction est assurée par des contacts de puissance ou pôles qui peuvent établir, supporter ou couper le courant normal ou un courant de court-circuit.

#### b) Contrôle des surcharges et court-circuit

L'intensité dans le circuit est contrôlée en permanence par deux systèmes permettant de détecter :

- les surcharges par un dispositif thermique ;
- les courts-circuits par un dispositif magnétique.

#### c) Commande du disjoncteur (fig. 8)

- Manuelle pour la mise en marche ou l'arrêt au moyen d'un levier actionné manuellement par l'utilisateur.
- Automatique : le système de contrôle précédent agit directement sur la commande des pôles et provoque l'ouverture automatique du circuit, aussi bien en cas de surcharge que de court-circuit.

### 3.3. Protection contre les surcharges

Elle est assurée par le déclencheur thermique, dont le principe de fonctionnement est basé sur la différence de dilatation de deux lames de métal soudées ensemble. L'une a un coefficient de dilatation nulle, l'autre « très élevé » (fig. 9).

Lorsque cet élément bimétallique est chauffé, on obtient une déformation assez importante pour provoquer le déclenchement du disjoncteur (fig. 10).

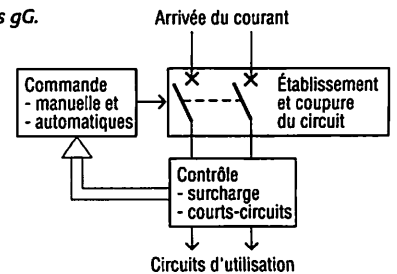


Fig. 7 : Schéma fonctionnel.

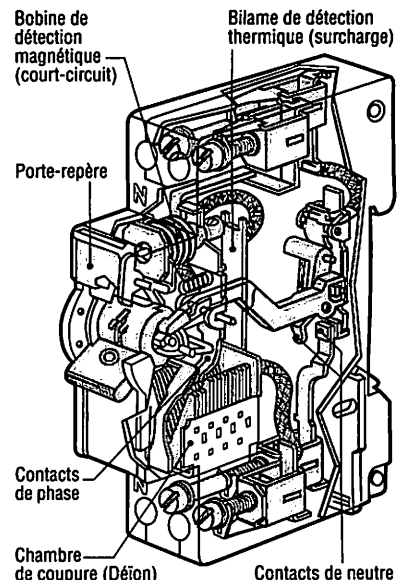


Fig. 8 : Disjoncteur phase + neutre (DX Legrand).

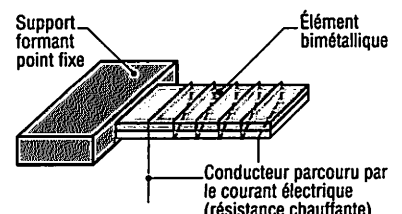


Fig. 9 : Système de bilame.

## Fonctionnement (fig. 11)

En cas de surintensité, le bilame se déforme et entraîne dans le sens de la flèche le système d'accrochage qui libère la partie pôle de coupure. Le ressort qui était comprimé se détend et provoque une coupure brusque du circuit électrique.

Ce système assure la protection contre les surcharges (sursintensité faible 1,2 à 5  $I_n$  par exemple mais de durée assez longue de 0,5 à 10 min).

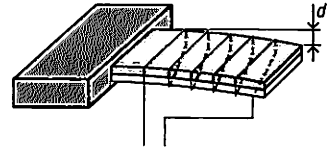


Fig. 10 :  $d$  = déformation due à l'échauffement provoqué par le passage du courant.

## 3.4. Protection magnétique

Elle est basée sur la création d'un champ magnétique lors du passage d'un courant. Le système comporte un circuit magnétique fixe et une armature mobile réglable.

### Fonctionnement (fig. 12)

En cas de court-circuit, l'armature est attirée par l'électro-aimant. Elle libère l'ensemble mobile. Le contact est repoussé par le ressort qui était comprimé. Le fonctionnement est instantané.

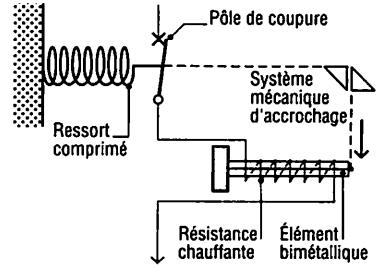


Fig. 11 : Fonctionnement de la protection contre les surcharges.

## 3.5. Établissement, interruption du circuit

La coupure du circuit doit être exécutée même en cas de court-circuit. Le pouvoir de coupure est l'intensité maximale qu'un disjoncteur peut couper sans être détérioré. Il s'exprime en kiloampère (kA).

Le pouvoir de coupure d'un disjoncteur doit être supérieur au courant de court-circuit pouvant prendre naissance dans le circuit à protéger.

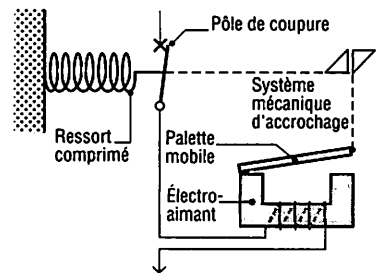


Fig. 12 : Protection contre les courts-circuits.

## 3.6. Caractéristiques d'un disjoncteur

– **Courant nominal** : c'est le calibre normalisé qui correspond à l'intensité normale de fonctionnement des contacts. Calibres normalisés : 10 - 16 - 20 - 25 - 32 - 40 - 50 - 63 A.

– **Tension nominale** : de 230 V à 690 V pour la basse tension.

– **Nombre de pôles** : 1 à 4 selon les applications.

– **Pouvoir de coupure** : il s'exprime en kiloampère (kA) pour une tension déterminée.

Exemple : sous 400 V, 50 kA.

– **Type de déclencheurs utilisés** : thermiques, magnétiques, magnéto-thermiques, temporisés ou non, protection différentielle.

### Courbes de déclenchement (fig. 13)

C'est l'association de la courbe de déclenchement du relais thermique et du relais magnétique. La plage de réglage correspond à des tolérances de fabrication entre T et M, où le fonctionnement est réalisé soit par le thermique soit par le magnétique.

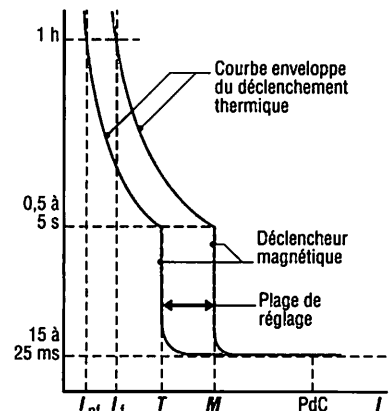


Fig. 13 : Courbes de déclenchement d'un système magnétothermique.

## 3.7. Choix d'un disjoncteur

Le choix d'un disjoncteur est fonction des règlements en vigueur. Il s'effectue en fonction :

- de la section et de la nature des câbles de la ligne en aval ;
- du nombre de conducteurs ; le neutre doit être coupé ;
- de l'intensité d'emploi ;
- du type de récepteur.

Le tableau page 102 donne le calibre maximal des dispositifs de protection en fonction de la section et du type de conducteur.

Tableau 1 : Calibre maximal des dispositifs de protection en fonction de la section et du type de conducteur

Section conducteur ou câble (mm <sup>2</sup> )	H 07 V-U sous conduit				Câble PVC (A 05 V V-U)				Câble PRC (U 1000 R 2 V)			
	monophasé		triphasé		monophasé		triphasé		monophasé		triphasé	
	fusible	disj.	fusible	disj.	fusible	disj.	fusible	disj.	fusible	disj.	fusible	disj.
1,5	12	15	12	15	16	15	12	15	20	20	16	20
2,5	20	20	16	20	20	25	20	20	25	32	25	25
4	25	32	20	25	32	32	25	32	40	38	32	38
6	32	38	32	32	40	38	32	38	50	50	40	50
10	50	50	40	50	50	63	50	50	63	80	63	70
16	63	70	63	63	80	80	63	70	100	100	80	80

## 4 Disjoncteur différentiel

### 4.1. Problème

Une installation monophasée peut présenter un défaut d'isolement (fig. 14) ; par exemple, une machine à laver dont la masse est reliée à la terre, le courant qui entre en  $I$  est différent du courant qui en ressort  $I - i$  ( $i$  = courant de fuite). Dans ce cas, ni le fusible, ni le disjoncteur ne réagiront à ce défaut qui présente un risque d'électrocution par contact indirect.

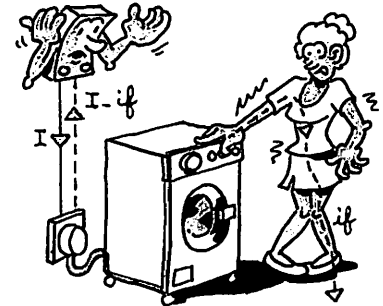


Fig. 14 : Défaut d'isolement.

### 4.2. Principe de la protection différentielle (fig. 15)

Le dispositif différentiel comporte un circuit magnétique en forme de tore sur lequel sont bobinés le ou les circuits des phases et celui du neutre.

En l'absence de courant de fuite, les flux produits par les bobines s'annulent et la bobine de détection n'est pas sollicitée. Dès qu'un défaut survient, le déséquilibre des courants entraîne la circulation d'un flux magnétique dans le tore. La bobine de détection est le siège d'une fém (force électromotrice). Elle alimente le petit électro-aimant qui provoque le déverrouillage du disjoncteur.

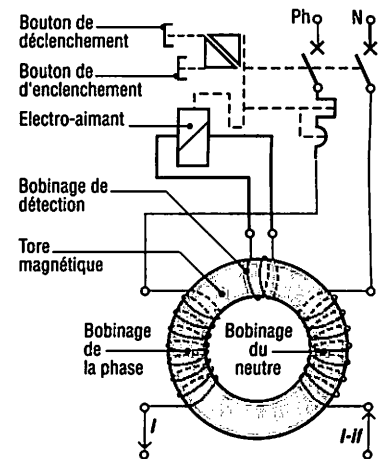


Fig. 15 : Disjoncteur différentiel représenté en position déclenchée.

### 4.3. Sensibilité du différentiel

La sensibilité désigne la valeur du courant de fuite, ou courant résiduel de défaut, pour laquelle le disjoncteur déclenche, on la désigne par  $I_{\Delta n}$ .  
Moyenne sensibilité : 1 A - 500 - 300 - 100 mA.

Haute sensibilité : 30 mA - 12 mA - 6 mA.

### 4.4. Choix de la sensibilité

Le choix de la sensibilité dépend de la valeur de la résistance de la prise de terre et de la tension limite de sécurité ; ces trois grandeurs sont liées par la loi d'Ohm.

$$R_T = \frac{U_L}{I_{\Delta n}}$$

$R_T$  en ohm = résistance de la prise de terre  
 $U_L$  = tension limite 12, 25, 50 V  
 $I_{\Delta n}$  = sensibilité du disjoncteur différentiel en ampères

Exemple :

Tension limite 25 V, prise de terre 37  $\Omega$

$$\text{Sensibilité} = \frac{U_L}{R_T} = \frac{25}{37} = 0,675 \text{ A}$$

on prendra un disjoncteur différentiel de 500 mA.

Remarque : Pour la distribution terminale, la nouvelle norme C 15-100 rend obligatoire l'emploi de disjoncteurs différentiels 30 mA pour les circuits électriques, des salles d'eau et des prises de courant.

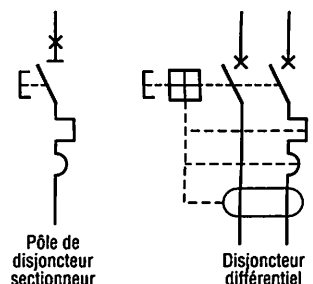
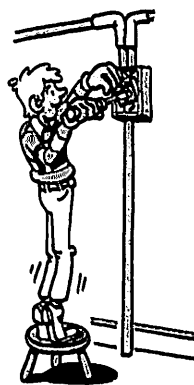


Fig. 16 : Symboles de disjoncteurs.

## L'essentiel

- Une installation électrique peut être soumise à des perturbations se traduisant par des surintensités (surcharge, court-circuit, surtensions ou baisses de tension).
- Les coupe-circuits à fusibles sont des appareils de protection qui ouvrent le circuit par fusion d'un élément lorsque le courant y devient trop élevé.
- Des cartouches fusibles sont calibrées et existent selon les classes gG (usage général), aM (accompagnement moteur).
- Les fusibles sont caractérisés par leur classe, leur courant nominal et leur pouvoir de coupure en kA.
- Les disjoncteurs sont capables, en plus d'un interrupteur, d'établir, de supporter et d'interrompre des courants de court-circuit. Le disjoncteur s'ouvre automatiquement sous l'effet d'un déclencheur thermique (surcharge) et d'un déclencheur magnétique (court-circuit).
- Les disjoncteurs sont caractérisés par leur courant nominal, le nombre de pôles et leur pouvoir de coupure
- Le disjoncteur différentiel est muni d'un relais qui détecte toute fuite de courant. Il assure la protection des personnes dans le cas de contacts indirects.
- Les disjoncteurs différentiels sont caractérisés par leur sensibilité désignée par le courant différentiel exprimé en milli-ampère par les lettres  $I_{\Delta n}$ .



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Un court-circuit est un contact électrique entre deux conducteurs de polarité différentes.
2. Si l'on branche 2 radiateurs de 3 000 W qui absorbent chacun 15 A sur une prise de courant 16 A, en 230 V, on crée une surcharge.
3. Une surtension peut être provoquée par un conducteur neutre qui touche une masse.
4. Le courant d'emploi d'un circuit dépend des appareils de protection qui sont branchés sur ce circuit.
5. Le courant admissible dans une canalisation est celui qu'elle admet sans échauffement anormal.
6. Le courant nominal d'un fusible est l'intensité qui provoque sa fusion.
7. Les fusibles de la classe gG sont des fusibles pour protéger des grands Générateurs.
8. Les fusibles de la classe aM sont des fusibles qui protègent des moteurs.
9. Un coupe-circuit à fusibles est un appareil de protection qui permet de couper la phase et le neutre, mais qui ne comporte qu'une seule cartouche sur la phase.
10. On peut remplacer une cartouche fusible par un fil de cuivre.
11. La courbe de fusion d'un fusible permet de connaître la température de fusion du fusible.
12. Un fusible peut couper un courant de court-circuit.
13. Pour savoir si une cartouche fusible est défectueuse, il faut l'ouvrir.
14. Un disjoncteur permet de protéger les installations contre les surtensions.
15. Dans un disjoncteur, la protection contre les surcharges est effectuée par le relais magnétique.
16. Le disjoncteur permet d'interrompre un circuit même en cas de court-circuit.
17. Le pouvoir de coupure d'un disjoncteur s'exprime en milliers d'ampères.
18. Le pouvoir de coupure d'un fusible est supérieur à celui d'un disjoncteur.
19. Quand un fusible fond, il faut le remplacer par un fusible de calibre supérieur.
20. Quand un disjoncteur a déclenché, on peut le réenclencher.

## RÉSOLUS

1. Une prise de courant doit alimenter une cuisinière électrique qui absorbe un courant maximal de 28 A sous 230 V. L'installation est réalisée en fil H 07 V-U sous conduit. Déterminez les caractéristiques et références du fusible et la section de la canalisation.

**Solution :**

Cartouche fusible type gG calibre 32 A, dimension  $\varnothing$  10,3, longueur 38 mm, tension 400 V ; réf. d'après la fiche documentation Legrand, réf. 134 32 ou 133 32.

Coupe-circuit unipolaire + neutre réf. 058 24.

Section des conducteurs H 07 V-U sous conduit pour 32 A, 6 mm<sup>2</sup> d'après le tableau page 105.

2. Une prise de courant doit alimenter un lave-linge qui absorbe un courant de 21 A sous 230 V.

L'installation est réalisée en câble PVC (A 05 V V-U).

Déterminez les caractéristiques et références du disjoncteur ainsi que la section de la canalisation.

**Solution :**

Disjoncteur calibre 25 A, courbe C, d'après la fiche de documentation Merlin Gérin (page 106) ; on choisit un disjoncteur DPN uni + neutre réf. 20748, pouvoir de coupure 4 500 A.

En utilisant un disjoncteur C 60a, bipolaire 25 A, la référence est 23694 (page 106).

Section des conducteurs, calibre PVC (A 05 VV-U) 2,5 mm<sup>2</sup>. Pour le même câble, mais avec des fusibles, il faudrait une section de 4 mm (tableau page 102).

3. Un fusible de 10 A, de type gG, est soumis à une surcharge de 5 fois son intensité nominale, soit 50 A. Au bout de combien de temps va-t-il fondre ?

**Solution :**

En consultant la courbe de fusion des fusibles type gG (page 100), pour la courbe 10 A, et le courant de 50 A, on détermine un temps de 0,2 à 0,3 seconde.

## À RÉSOUDRE

1. Déterminez le fusible et le porte-fusible nécessaire pour protéger un lave-vaisselle qui absorbe un courant de 18 A sous 230 V monophasé. Donnez les caractéristiques et la référence.

2. On décide de remplacer le fusible 20 A sur un circuit de prises de courant (6 prises 10/16 A). Indiquez les caractéristiques et références du disjoncteur de remplacement.

3. À l'aide des fiches de documentation sur les fusibles et disjoncteurs, établissez la nomenclature du matériel pour réaliser le tableau de la fiche de documentation (p. 32) avec pour les départs : a) des fusibles ; b) des disjoncteurs.

4. En reprenant le schéma du tableau de distribution terminale de la fiche de documentation (p. 32), on décide d'ajouter un chauffage électrique alimenté en conducteurs de 4 mm<sup>2</sup> avec deux départs.

- Précisez les protections à mettre en œuvre (calibre).
- Établissez le schéma des modifications.
- Donnez la liste du matériel à commander, dans le cas de fusibles, et dans le cas de disjoncteurs.

5. Comparez les avantages et les inconvénients d'un fusible par rapport à un disjoncteur. Établissez un tableau avec quatre cases (fusible, disjoncteur)/(avantages, inconvénients).

6. On a relevé une valeur de résistance de prise de terre de 95 ohms. Déterminez la sensibilité d'un disjoncteur différentiel dans chacun des cas :

- local sans risque ( $U_L = 50$  V) ;
- local industriel ( $U_L = 25$  V) ;
- local très humide ( $U_L = 12$  V).

7. Un radiateur électrique de 3 kW est branché sur un circuit de prises de courant. On branche un fer à repasser de 1 000 W, et on démarre un aspirateur de 800 W ;

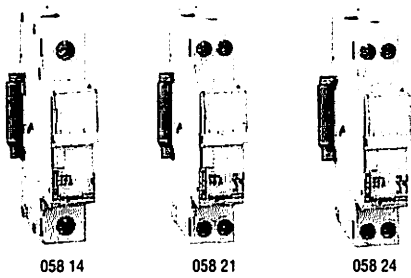
- Calculez le courant absorbé en 230 V monophasé.
- Le fusible type gG 20 A va-t-il tenir ?
- Au moment du démarrage, l'aspirateur absorbe 10 fois l'intensité nominale pendant 2 secondes. Que risque-t-il de se passer (utilisez les courbes des fusibles (p. 100) ?

8. Vous installez une prise de courant dans un jardin pour brancher soit un lampadaire, soit une tondeuse électrique. Quel appareil de protection prévoyez-vous ? Donnez ses caractéristiques et ses références.

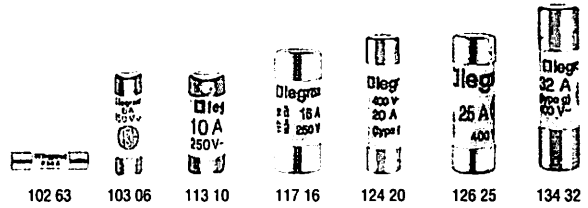
9. Un fusible de 25 A, de type gG, est soumis à une surcharge de 4 fois son intensité nominale, soit 100 A. Au bout de combien de temps va-t-il fondre ?

10. Un fusible de calibre 4 A, de type gG, a fondu en 1 seconde après la mise sous tension d'un récepteur, quel était l'ordre de grandeur du courant dans le circuit ?

### Coupe-circuit sectionneurs



### Cartouches domestiques



Équipés de porte-étiquettes  
 À préhenseur isolé classe II , cadenassable  
 Couplage par peignes d'alimentation  
 Bornes à étriers capacité 2 x 10 mm<sup>2</sup>  
 Possibilité de signalisation par voyant pour repérer la cartouche fondue

#### Réf. Pour cartouches cylindriques domestiques

Conformes à la NF C 61-201 et IEC 269-3/3.1  
 Livrés sans cartouche

Réf.	Unipolaires	Dimensions cartouches (mm)	Nombre de modules de 17,5 mm	Anciennes références
058 10	Pour cartouches domestiques			
058 11	10 A - 250 V~	8,5 x 23	1	011 23/43
058 12	16 A	10,3 x 25,8	1	011 24/44
058 13	20 A - 400 V~	8,5 x 31,5	1	011 25/45
058 14	25 A	10,3 x 31,5	1	011 26/46
	32 A	10,3 x 38	1	011 27/47
	<b>Unipolaires + neutre</b>			
058 20	10 A - 250 V~	8,5 x 23	1	012 05/10
058 21	16 A	10,3 x 25,8	1	012 20/25
058 22	20 A - 400 V~	8,5 x 31,5	1	012 30/35
058 23	25 A	10,3 x 31,5	1	012 45/50
058 24	32 A	10,3 x 38	1	012 60/65

#### Pour cartouches cylindriques miniatures

Destinés à protéger les équipements sensibles : transformateurs, équipements électroniques...  
 Conformes à la norme IEC 127-6  
 Livrés sans cartouche

Réf.	Unipolaire	Dimensions cartouches (mm)	Tension	Nombre de modules de 17,5 mm	Anciennes références
058 00		5 x 20	250 V~	1	
058 02	<b>Unipolaire + neutre</b>	5 x 20	250 V~	1	

#### Pour cartouches cylindriques industrielles type aM ou gG

Conformes à la norme IEC 269-2/2.1 et à la NF C 63-210.  
 Sectionneurs suivant IEC 947-3 ICC :  
 - 20 kA avec cartouche 8,5 x 31,5  
 - 100 kA avec cartouche 10 x 38  
 Livrés sans cartouche

Réf.	Unipolaires	Dimensions cartouches (mm)	Tension	Nombre de modules de 17,5 mm	Anciennes références
058 04	Neutre équipé	8,5 x 31,5	500 V~	1	011 20
058 06		8,5 x 31,5	400 V~	1	011 25/45
058 08		10 x 38	500 V~	1	011 27/47
	<b>Unipolaires + neutre</b>				
058 16		8,5 x 31,5	400 V~	1	012 30/35
058 18		10 x 38	500 V~	1	012 60/65
	<b>Bipolaires</b>				
058 26		8,5 x 31,5	400 V~	2	012 37
058 28		10 x 38	500 V~	2	012 67
	<b>Tripolaires</b>				
058 36		8,5 x 31,5	400 V~	3	012 38
058 38		10 x 38	500 V~	3	012 68

Réf.

#### Cartouches cylindriques miniatures

Dimensions 5 x 20, type F (rapide), corps céramique  
 Conformes à IEC 127, NF EN 60127, VDE 0820-1.  
 Haut pouvoir de coupure (H)  
 Utilisation pour variateurs de lumière, blocs de jonction, blocs d'éclairage de sécurité

Calibre (ampères)	Tension ~ (volts)	Pouvoir de coupure (ampères)
200 mA		
500 mA		
630 mA		
1 A		
1,25 A		
1,6 A	250	1 500
2 A		
2,5 A		
3,15 A		
5 A		
6,3 A	250	500
10 A <sup>(2)</sup>		

#### Cartouches cylindriques

Calibre (ampères)	Tension ~ (volts)	Pouvoir de coupure (ampères)
6,3 x 23		
2	250	6 000
4		
6		
8,5 x 23		
2	250	6 000
4		
6		
10		
Cartouche pour ancienne prise 16 A		
6	250	6 000
10		
16		
8,5 x 31,5		
0,5	400	20 000
1		
2		
4		
6		
8		
10		
12		
16		
20		
10,3 x 31,5	400	20 000
16		
20		
25		
10,3 x 38	400	20 000
32	400	20 000
32		
Neutre		
8,5 x 31,5		
10 x 38		
Cartouche calibrée 10 A pour appareil à fusible incorporé (ancienne réf. 842 10)		

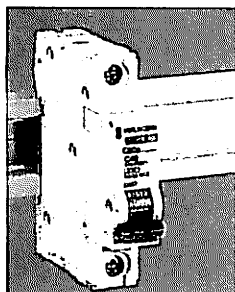
(1) Conformes à la norme NF C 61-201.  
 (2) Calibre non mentionné dans la norme.

## Disjoncteurs C60a - DPN et DPN Vigì

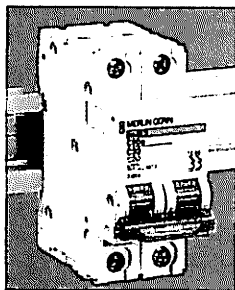
### C60a



« labels PROMOTELEC »



C60a uni



C60a bi

- pouvoir de coupure :
  - 3 000 A selon NF C 61-410, EN 60 898
  - 5 kA selon CEI 947-2
- tension d'emploi : 400 V CA
- réglage des calibres à 30 °C
- courbe de déclenchement : C, standard
- sectionnement à coupure pleinement apparente signalée mécaniquement par la bande verte de la poignée
- fermeture brusque
- raccordement : bornes à cage pour câbles 25 mm<sup>2</sup> jusqu'à 25 A et 35 mm<sup>2</sup> pour les calibres 32 à 40 A
- peignes uni, bi, tri, tétra : intensité admissible à 40 °C :
  - 100 A avec 1 point central d'alimentation
  - 125 A avec 2 points d'alimentation.

type	largeur en pas de 9 mm	calibre (A)	réf. courbe C
uni 14881		10	23678
		16	23679
		20	23680
		25	23681
		32	23682
		40	23683

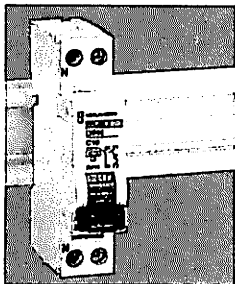
type	largeur en pas de 9 mm	calibre (A)	réf. courbe C
bi 14882		10	23691
		16	23692
		20	23693
		25	23694
		32	23695
		40	23696

■ DPN Vigì : conformes aux normes NF C 61,420 EN 61-009

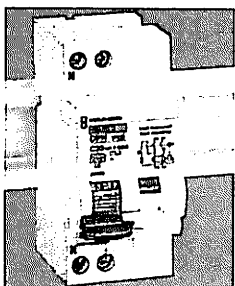
- pouvoir de coupure :
  - 4 500 A selon NF C 61-410, EN 60-898
  - 6 kA selon CEI 947-2

- courbes de déclenchement :
  - C standard
  - B grande longueur de câble.

### DPN et DPN Vigì



DPN



DPN Vigì

DPN	largeur en pas de 9 mm	calibre (A)	réf. courbes	
			C	B
uni + neutre 14880		1	20741	
		2	20742	
		3	20743	
		6	20744	20734
		10	20745	20735
		15	20746	20736
		20	20747	20737
		25	20748	20738
		32	20749	20739
		40	20750	20740

DPN Vigì	largeur en pas de 9 mm	calibre (A)	réf. (courbe C) sensibilité (mA)	
			30	300
uni + neutre 14880		1	19307■	
		2	19308■	
		3	19309■	
		4	19310■	
		6	20900	20919
		10	20901	20907
		16	20902	20908
		20	20903	20909
		25	20904	20910
		32	20905	20911
		40	20906	20912



# 11

## Les procédés d'éclairage

### 1 Les lampes à incandescence

#### 1.1. Principe

Un filament métallique formant résistance électrique est parcouru par un courant électrique. L'énergie électrique est transformée en énergie calorifique. Du fait de la haute température, il y a production d'énergie lumineuse. Pour éviter la détérioration du filament, on le place à l'abri de l'oxygène dans une ampoule contenant un gaz inerte.

#### 1.2. Constitution générale (fig. 1)

##### a) Filament

Son rôle est de transformer l'énergie électrique en énergie lumineuse du fait de sa température très élevée (2 250 °C à 2 400 °C). Il est en général en tungstène.

##### b) Arrivées de courant

Elles assurent la liaison électrique entre le filament à haute température et le culot de la lampe.

##### c) Verre et atmosphère

Le rôle de l'ampoule est à la fois de contenir l'atmosphère de la lampe, de diminuer la luminosité de la source lumineuse (verre opalisé) et d'apporter une forme décorative.

#### 1.3. Désignation d'une lampe

Elle doit comprendre :

##### a) La puissance

En watts : 15 - 25 - 40 - 60 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 1 000.

##### b) La tension

En volts : en général 230 V ; tension particulière : 24 - 27 - 115/120 - 135/140 - 240 - 250 V.

c) Le type de culot : ils sont normalisés (voir fig. 2 et p. 114).

#### OBJECTIF

Connaître les différents procédés d'éclairage afin d'en effectuer la mise en œuvre.

Il s'agit essentiellement de :

- l'incandescence,
- la fluorescence,
- la luminescence

#### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 2.1

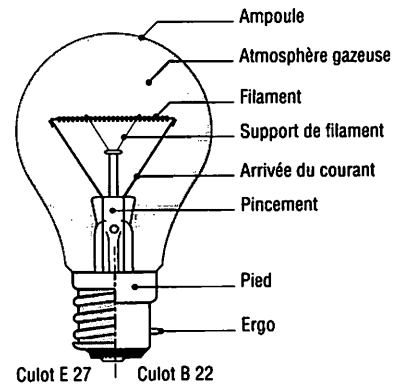
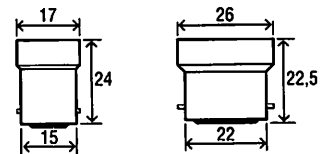


Fig. 1 : Lampe à incandescence.

#### Culots à baïonnette



#### Culots à vis

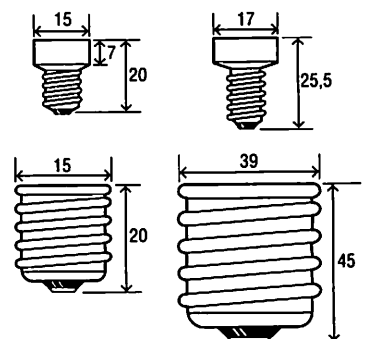


Fig. 2 : Différents culots de lampe.

### En savoir plus...

- L'éclairage par incandescence est basé sur une émission d'énergie rayonnante visible, d'origine thermique.
- Le rayonnement total en énergie d'un corps noir est proportionnel à la surface du corps noir et croît comme la puissance quatre de la température absolue du corps noir. C'est la loi de Stéphan.
- Cette relation nous montre l'importance de la température pour obtenir une énergie rayonnée maximale.

- d) La forme de l'ampoule : éventuellement le revêtement, p. 113.  
 e) L'atmosphère particulière : krypton, halogène.

## Loi de Stephan

$$\phi_e = A \cdot S \cdot T^4$$

$\phi_e$  = flux d'énergie rayonnée en watt  
 $S$  = surface du corps noir en  $m^2$   
 $T$  = température absolue en degrés Kelvin  
 $A$  = constante  
 $= 5,7 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{°K}$

## 2 Les tubes fluorescents

### 2.1. Principe

#### a) Amorçage du tube

On provoque une décharge électrique dans un tube contenant de l'argon et une très faible quantité de mercure. Elle entraîne l'ionisation du gaz, qui entraîne à son tour la vaporisation du mercure. C'est la phase d'amorçage du tube. Elle nécessite une tension assez élevée.

#### b) Production de la lumière

Une fois l'ionisation réalisée (régime d'arc), une tension plus faible suffit pour entretenir le déplacement des électrons dans le tube, de la cathode vers l'anode. Sur leur parcours, les électrons entrent en collision avec les atomes de mercure. Chaque collision libère des photons, qui donnent des rayons ultraviolets, invisibles (fig. 3).

Aussi l'intérieur du tube est-il tapissé de poudres fluorescentes qui, excités par les rayons ultraviolets, vont émettre la majeure partie de la lumière utile.

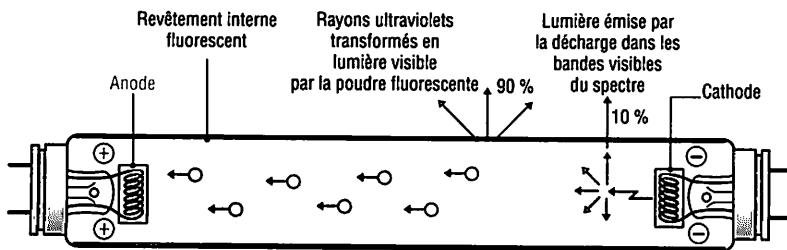


Fig. 3 : Déplacement des électrons dans un tube fluorescent.

### 2.2. Constitution générale (fig. 4)

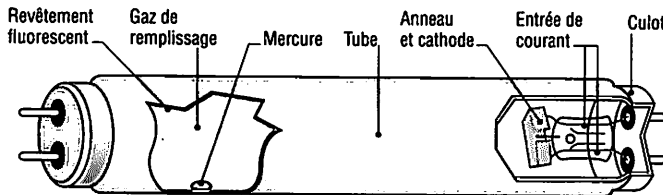


Fig. 4 : Vue éclatée d'un tube fluorescent.

#### a) Cathodes

Fil de tungstène enduit de substances alcalino-terreuses pour favoriser l'émission des électrons.

#### b) Tube en verre

De diamètre 38 ou 26 mm avec revêtement interne de sels minéraux fluorescents.

#### c) Culots

Ils sont à broches et normalisés (fig. 5), voir tableau p. 114.

#### d) Alimentation

Les tubes fluorescents nécessitent un système d'alimentation permettant d'effectuer :

- l'amorçage du tube (nécessité d'une surtension) ;
- l'alimentation en régime permanent.

Pour cela, on utilise principalement un ballast et un starter, ou un système électronique.

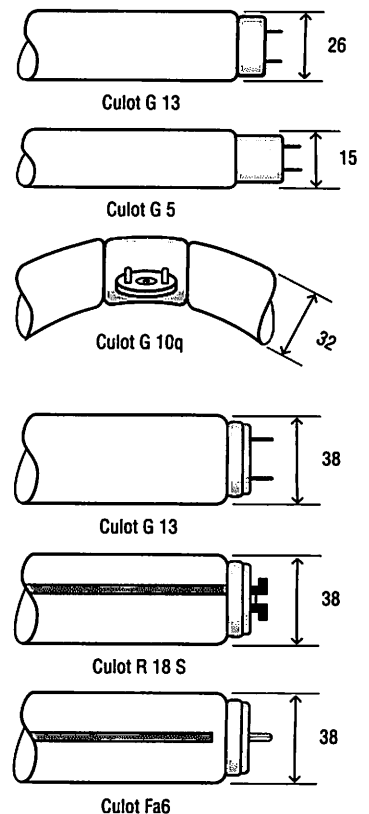


Fig. 5 : Différents culots de tubes fluorescents.

Exemple de désignation :

Tube fluorescent : 1,20 m - diamètre 26 mm.

Allumage : par starter culot à 2 broches G 13 lumière du jour.

### 2. 3. Pour commander un tube fluorescent

Il faut indiquer :

- les dimensions (longueur et diamètre), le type de culot ;
- le mode d'allumage (instantané, par starter) ;
- la nature de la lumière (spectre lumineux).

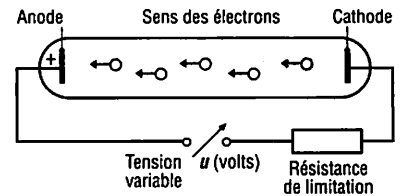


Fig. 6 : Décharge lumineuse dans un tube.

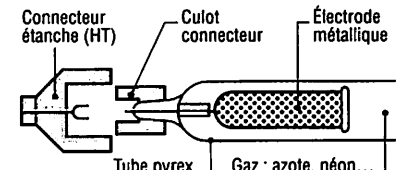


Fig. 7 : Coupe d'une extrémité de tube lumineux.

## 3 La luminescence

### 3.1. Principe

Dans un tube comportant un gaz à faible pression (fig. 6), on dispose deux électrodes. En appliquant entre les électrodes une forte différence de potentiel, on constate l'apparition d'une lueur à l'intérieur du tube. C'est le phénomène de **luminescence**.

L'ionisation du gaz produit des radiations lumineuses visibles. On est en régime de décharge lumineuse. La **cathode** reste **froide** (fig. 8).

### 3.2. Constitution (fig. 7)

Ce sont les tubes utilisés pour les enseignes lumineuses appelées « **tubes néon** ». Ces tubes sont alimentés sous des tensions de 5 à 15 kV, la tension est fonction de la longueur du tube et du nombre d'électrodes. La couleur varie selon la nature du gaz (tableau ci-contre).

Tableau 1 : Couleur de la lumière selon le gaz utilisé dans le tube.

Gaz	Couleur
Néon pur	Rouge
Argon pur	Bleuâtre
Vapeur mercure	Bleue
Hélium	Blanche

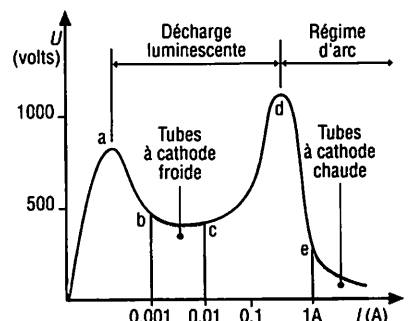


Fig. 8 : Courbe de décharge électrique dans un gaz à faible pression montrant où se situent les lampes à cathode froide et les lampes à cathode chaude.

## 4 Les lampes à décharge

### 4.1. Principe

Le principe des lampes à décharge est basé sur le phénomène d'électroluminescence lié à la décharge électrique dans des gaz ou des vapeurs métalliques.

Ces lampes fonctionnent en **régime d'arc**, avec une **cathode chaude** due à un bombardement électronique intense (fig. 8).

### 4.2. Constitution (fig. 9)

- Une ampoule de forme ovoïde ou tubulaire contenant un mélange gazeux azote-argon (éventuellement, l'intérieur de l'ampoule est revêtu d'un poudrage fluorescent).
- Un tube à décharge ou brûleur muni à chacune de ses extrémités d'électrodes en tungstène et contenant un gaz rare (néon, argon, xénon) pour favoriser l'amorçage et une infime quantité de métal, mercure ou sodium.
- Une structure métallique assurant le support et l'alimentation électrique, et un culot.

### 4.3. Différentes lampes à décharge (fig. 10)

#### a) Lampes à vapeur de mercure

- **Mercurie lumière mixte** : on monte en série un filament de tungstène, et un tube à décharge de mercure haute précision. Le filament assure la stabilisation de la décharge.

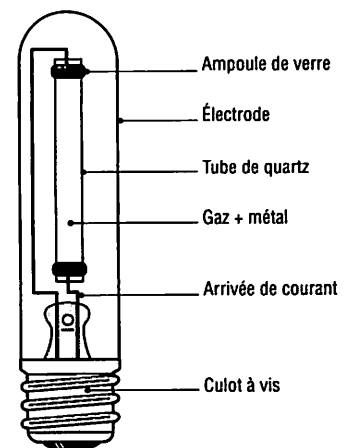


Fig. 9 : Lampe à cathode chaude : constitution.

– On installe un tube à décharge, à vapeur de mercure, à l'intérieur d'une ampoule ovoïde. L'intérieur de l'ampoule possède un revêtement fluorescent.

### b) Lampes à vapeur de sodium

– **Sodium haute pression :**

Le tube en alumine frittée translucide résiste aux hautes pressions et températures, il contient du sodium, du xénon et du mercure.

– **Sodium basse pression :**

Le tube à décharge contient du sodium et du néon, ce dernier facilite le démarrage de la lampe.

### c) Lampes aux iodures métalliques

Elles utilisent des iodures métalliques de thallium, d'indium et de sodium. Elles existent en forme tubulaire, ou ovoïde et présentent une bonne efficacité lumineuse et un bon rendu des couleurs.

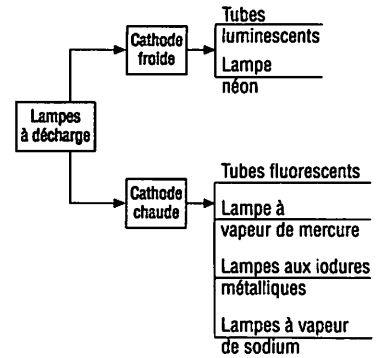


Fig. 10 : Classification des lampes à décharge.

## 5 Lampe à iode (halogène)

C'est une lampe à incandescence dans laquelle il est possible de porter le filament de tungstène à très haute température et d'obtenir ainsi une plus grande efficacité lumineuse.

### Cycle de l'halogène (fig. 11)

En ajoutant une petite quantité d'halogène au gaz de l'ampoule, on obtient par réaction chimique un cycle de régénération qui permet de restituer au filament une partie du tungstène évaporé.

(1) Volatilisation d'un atome de tungstène du filament.

(2) Combinaison tungstène + halogène au niveau de l'enveloppe de quartz.

(3) Au contact du filament, la molécule d'halogène de tungstène se dissocie :

- un atome de tungstène se redépose sur le filament,
- un atome d'halogène, libéré, reprend le cycle de régénération.

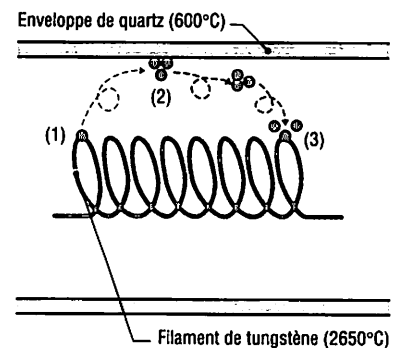


Fig. 11 : Cycle de l'halogène (lampe à iode).

## 6 Notion d'efficacité lumineuse

Afin de pouvoir comparer les différents procédés d'éclairage entre eux, on utilise plusieurs caractéristiques des sources lumineuses ; l'efficacité lumineuse est un critère important, mais n'est pas le seul à envisager.

Une lampe quelconque absorbe de l'énergie électrique et restitue de la lumière ; on fait donc le rapport entre le flux lumineux (exprimé en lumens, lm)<sup>(1)</sup> fourni par la source lumineuse et la puissance électrique absorbée, et on obtient un coefficient d'efficacité lumineuse :

$$\text{Coefficient d'efficacité} = \frac{\text{flux lumineux fourni}}{\text{puissance électrique absorbée}}$$

L'efficacité lumineuse s'exprime en lumens par watt (lm/W).

Exemple : Un tube fluorescent de 36 W fournit un flux lumineux de 3 450 lumens.

L'efficacité lumineuse de ce tube est donnée par la formule :

$$f_e = \frac{\phi \text{ flux lumineux}}{\text{puissance}} = \frac{3\,450}{36} = \boxed{95 \text{ lm/W}}$$

Les tubes fluorescents présentent une efficacité lumineuse bien meilleure que les lampes à incandescence dont l'efficacité lumineuse est d'environ 10 lm/W.

**Efficacité lumineuse :**

$$f_e = \frac{\phi}{P}$$

$\phi$  = flux lumineux en lumens (lm)  
 $P$  = puissance électrique en watts (W)  
 $f_e$  = efficacité lumineuse en lumens par watt (lm/W)

(1) Le flux lumineux est une donnée indiquée par le fabricant de lampes, elle sera définie plus précisément au chapitre suivant.

## L'essentiel

- Il existe actuellement trois grandes familles de lampes :
  - les lampes à incandescence (éclairage des habitations) ;
  - les tubes fluorescents (éclairage des bureaux, magasins) ;
  - les lampes à décharge (éclairage des grands espaces).
- Une lampe est caractérisée par :
  - le procédé de production de la lumière ;
  - les données d'entrée : tension, puissance... ;
  - les données de sortie : flux lumineux, couleur de lumière, etc. ;
  - les caractéristiques technologiques : forme, culot, appareillage d'allumage et d'alimentation électrique.
- La comparaison entre les différentes sources lumineuses s'effectue en exprimant l'efficacité lumineuse qui est le rapport entre le flux lumineux produit et la puissance électrique absorbée. On exprime l'efficacité lumineuse en lm/W.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. C'est la température élevée du filament qui produit la lumière dans une lampe à incandescence.
2. Une température de 1 200 °C suffit pour produire de la lumière.
3. La désignation d'une lampe comporte en premier le flux lumineux produit.
4. Dans un tube fluorescent, c'est la couche fluorescente qui produit la lumière visible.
5. Dans un tube fluorescent, la lumière visible est produite par le gaz ionisé.
6. Dans un tube luminescent, la lumière visible est produite par le gaz ionisé.
7. Un tube néon est une lampe à cathode chaude.
8. Une lampe à lumière mixte comporte un filament et un tube à décharge à vapeur de mercure.
9. Une lampe à vapeur de mercure fonctionne sur le même principe qu'un tube fluorescent.
10. Dans une lampe à vapeur de sodium basse pression, l'intérieur du tube contient du sodium et du néon.
11. Une lampe à iode ou halogène est une lampe à décharge.
12. L'efficacité lumineuse est le rapport puissance électrique sur flux lumineux produit.
13. L'efficacité lumineuse s'exprime en lumens par watt.
14. L'efficacité lumineuse des lampes à incandescence est de l'ordre de 40 lm/W.
15. Les culots de lampes de type E 27 peuvent recevoir des lampes de 500 W.
16. Les lampes compactes fluorescentes peuvent se visser sur les mêmes douilles que les lampes à incandescence.
17. Les lampes compactes fluorescentes comportent l'appareillage d'alimentation dans le culot de la lampe.
18. Les lampes fluorescentes compactes à alimentation conventionnelle, sont plus légères que celles qui sont à alimentation électronique.
19. Les lampes à iodures métalliques sont des lampes à incandescence avec une atmosphère à base d'indium et de thallium.
20. Les lampes à vapeur de sodium se reconnaissent à la lumière jaune orangée qu'elles produisent.

# RÉSOLUS

1. Une lampe à incandescence de 40 W fournit un flux lumineux de 400 lm (lumens). Calculez l'efficacité lumineuse de cette lampe.

**Solution :** On applique la formule :

$$f_e = \frac{\phi \text{ flux lumineux}}{P \text{ puissance}} = \frac{400}{40} = \boxed{10 \text{ lm/W}}$$

2. Sur un tube fluorescent ancien de diamètre 38 mm et de longueur 1,20 m vous arrivez à lire TFRS Jour. Pouvez-vous, à l'aide du tableau des caractéristiques, retrouver l'efficacité lumineuse du tube, et par quel autre tube pouvez-vous le remplacer ?

**Solution :**

- Il s'agit d'un tube TFRS lumière du jour ; ses dimensions indiquent une puissance de 40 W.
- Pour 40 W lumière du jour le tableau donne 1 900 lumens.
- Efficacité lumineuse :  $\frac{1\ 900}{40} = 47,5 \text{ lm/W}$ .
- On le remplacera par un tube TF « P » 36 qui donnera 3 250 lumens,
- soit une efficacité de  $\frac{3\ 250}{36} = 90,2 \text{ lm/W}$ .

3. On veut remplacer une lampe à incandescence standard perle de 60 W, par une lampe fluorescente compacte. Quelle sera la puissance de cette dernière ?

**Solution :** La lampe à incandescence standard perle de 60 W donne un flux lumineux de 730 lm (tableau p. 113). La lampe type Euréka de 15 W donne un flux lumineux de 900 lm.

4. Calculez l'économie réalisée en remplaçant une lampe de 100 W à incandescence (prix 6,90 F, durée de vie 1 000 h) par une lampe de 25 W type compacte fluorescente (prix 132 F, durée de vie 10 000 h). Sachant que le prix du kWh est de 0,6 F, calculez l'économie réalisée au bout de 10 000 h de fonctionnement.

**Solution :**

Calcul sur 10 000 h	Incandescence 100 W	Fée claire 25 W
<b>Coût des lampes</b>	10 × 6,90 = 69 F	132 F
<b>Consommation d'électricité</b>	0,1 × 10 000 × 0,6 = 600 F	0,025 × 10 000 × 0,6 = 150 F
<b>Total</b>	690 F	282 F
<b>Économies</b>		408 F

# À RÉSOUDRE

1. Une lampe à incandescence porte les indications suivantes : 75 W - 230 V - 960 lm. Calculez son efficacité lumineuse.

2. Un tube fluorescent de référence TFRS 40 fournit un flux lumineux de 2 000 lumens. Calculez son efficacité lumineuse.

3. Une lampe à vapeur de mercure haute pression référence MAF 125 absorbe une puissance de 120 W et fournit un flux lumineux de 6 300 lumens. Calculez son efficacité lumineuse.

4. À l'aide du tableau des caractéristiques des lampes à incandescence, comparez les coefficients d'efficacité lumineuse des lampes de 60 W de type : normale 7 krypton ; linolite 7 argon ; Opalia.

5. Les tubes fluorescents donnent différentes qualités de lumière. Classez par valeur croissante de coefficient  $f_e$  les tubes de puissance 36 W suivants : TF « P » confort ; TF « P » brillant ; SF Solara ; HF « P » brillant.

6. Pour éclairer une aire de stockage, choisissez la lampe à décharge ayant le meilleur coefficient d'efficacité lumi-

neuse. À l'aide du tableau des caractéristiques des lampes à décharge, indiquez le type de lampe retenu.

7. Pour commander une lampe à décharge, quelles sont les caractéristiques essentielles nécessaires à donner au fournisseur ?

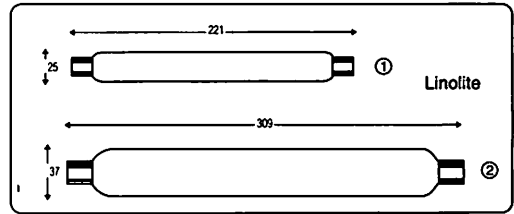
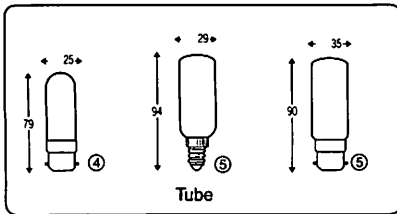
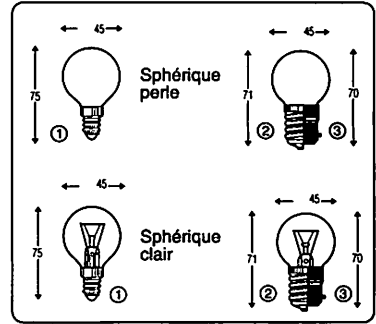
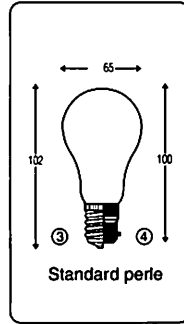
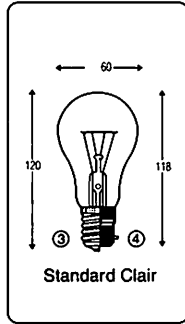
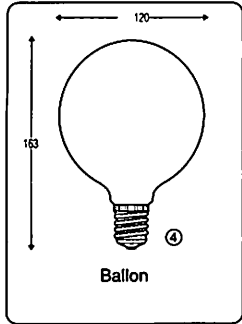
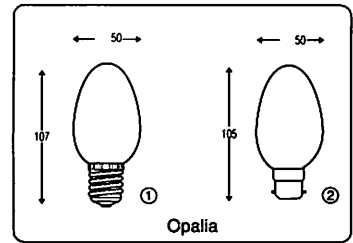
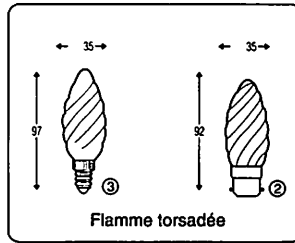
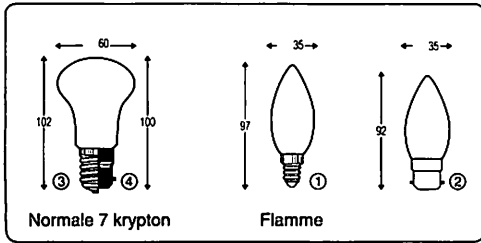
8. On veut remplacer une lampe à incandescence normale 7 krypton de 75 W, par une lampe fluorescente compacte avec alimentation conventionnelle. Quel sera le type et la puissance de cette dernière ?

9. On veut remplacer une lampe à incandescence standard perle de 40 W, par une lampe fluorescente compacte avec alimentation électronique. Quel sera le type et la puissance de cette dernière ?

10. Calculez l'économie réalisée en remplaçant une lampe de 100 W à incandescence (prix 6,90 F, durée de vie 1 000 h) par une lampe de 20 W type compacte fluorescente, alimentation électronique (prix 90 F, durée de vie 10 000 h). Sachant que le prix du kWh est de 0,6 F, calculez l'économie réalisée au bout de 10 000 h de fonctionnement.



## Les lampes à incandescence

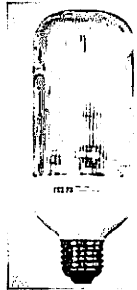


### Tableau puissance/Flux lumineux en 230 V

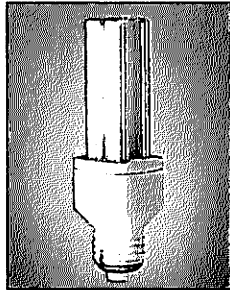
Type de lampe	Culot	Puissance (W)						Type de lampe	Culot	Puissance (W)						
		25	40	60	75	100	150			25	40	60	75	100	150	
Normale 7 Krypton	B 2		410	690	900	1 280	1 880	Standard perle	B 22		430	730	960	1 380	2 220	
	E 27		410	690	900	1 280	1 880		E 27		430	730	960	1 380	2 220	
Sphérique 7 Krypton	B 22	207	385	657				Sphérique Claire	B 22	208	400	690				
	E 14	215	402	686					E 27	208	400	690				
	E 27	207	385	657					E 14	218	420	725				
Flamme 7 Krypton	B 22	207	385	657				Sphérique perle	B 22	208	400	690				
	E 14	215	402	686					E 27	208	400	690				
Linolite 7 argon 37 x 309	S 15			500				Globe Ø 60 Opale Ø 80 Ø 95 Ø 120	E 27			570				
									E 27			600		1 000		
										E 27			600		1 100	
										E 27			600		1 100	
Opalia	B 22		400	670	890	1 280		Flamme claire	E 14	218	420					
	E 27		400	670	890	1 280			B 22		420	720				
Standard claire	B 22		430	730	960	1 380	2 220	Flamme claire torsadée	E 14	215	412	712				
	E 27		430	730	960	1 380	2 220									
Grande puissance	(W)	200		300		500		1 000		Tube claire diam. courant	B 22	214	412	705		
									E 14		218	420	720			
Standard claire	B 22	2 950						Linolite 25 x 221 perle 37 x 309			335					
	E 27	2 950		4 950							335	530	680			
	E 40	2 950		4 950		8 400			18 800							

## Les lampes fluorescentes

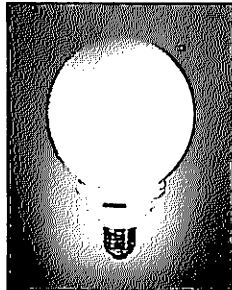
### Caractéristiques des lampes compactes fluorescentes



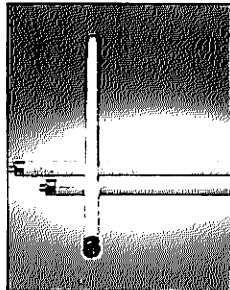
Fée confort



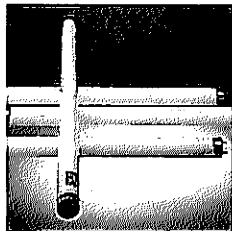
Euréka²



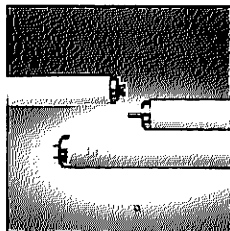
Euréka Globe



Miniature Ø 16 mm



Tubes Ø 26 mm



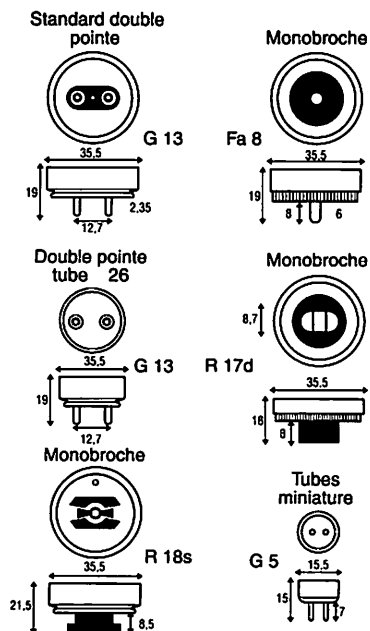
Tubes Ø 38 mm

Référence	Puissance W	Culot	Flux lm	Dimensions		Poids
				Ø	long.	
Fée Confort	9	E 27	350	64	155	0,37
Alimentation incorporée	13	E 27	550	64	165	0,37
conventionnelle	18	E 27	800	64	175	0,42
	25	E 27	1 050	64	185	0,47
Euréka EF² EL	5	E 27	200	50	113	0,062
Alimentation électronique	9	E 27	400	50	113	0,062
	11	E 27	600	71	134	0,134
	15	E 27	900	91	154	0,154

### Tableau des applications

Série	Prestiflux (IRC 85)				Symphonie (IRC 95)			
	Confort 2 700 K	Incandia 3 000 K	Brillant 4 000 K	Jour 6 000 K	Candélla 2 700 K	Solara 3 000 K	Aurora 4 000 K	Harmonia 5 000 K
Spectre et température de couleur								
Habitations	X							
Commerces								
Magasins		X	X	X		X	X	X
Bureaux		X	X					
Centres culturels et sportifs		X	X					
Enseignement			X			X	X	X
Industrie			X			X	X	X
Lieux publics	X	X	X		X			

### Culots des tubes fluorescents



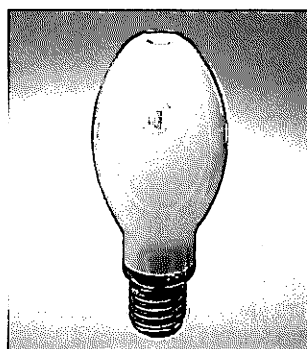
### Tableau des caractéristiques des tubes fluorescents

Type alimentation et allumage	Référence constructeur (Mazda)	Dimensions		Flux lumineux en lm				Puissance W
		Ø mm	L mm	Confort CFT	Brillant BRL	Incandia INC	Jour JR	
Ballast + Starter (Prestiflux)	TP "P" 18	26	590	1 300	1 450	1 450	1 300	18
	TP "P" 30	26	894	2 300				30
	TP "P" 36	26	1 200	3 250	3 450	3 450	3 250	36
	TP "P" 58	26	1 500	5 200	5 400	5 400	5 200	58
Ballast HF (Prestiflux)	HF "P" 16	26	590		1 400	1 400		14
	HF "P" 32	26	1 200		3 200	3 200		32
	HF "P" 50	26	1 500		5 200	5 300		50
Ballast + Starter	TFRS 20	38	590		800	740	750	20
	40	38	1 200		1 900	2 000	1 900	40
	65	38	1 500		3 150	3 300	3 070	65
Tubes miniatures	TP "P" 8	15	288	450				8
	TP "P" 13	15	517	1 000				13
Série symphony IRC ≥ 95				Solara SOL	Candélla CAN	Harmonia HAR	Aurora AUR	
Ballast + Starter	SF 18	26	590	950	900	1 000	1 000	18
	SF 36	26	1 200	2 300	2 250	2 350	2 350	36
	SF 58	26	1 500	3 600	3 550	3 750	3 750	58

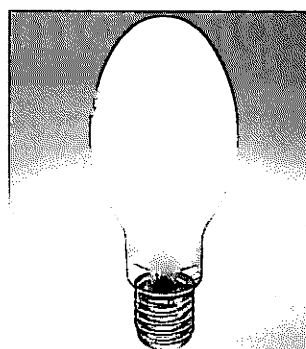




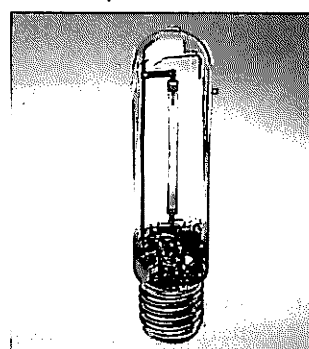
## Les lampes à décharge



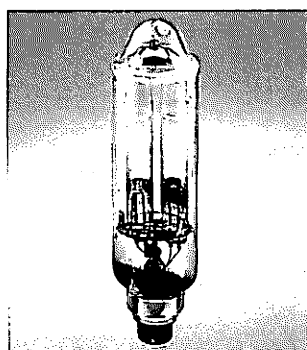
MMF - Mercure, lumière mixte.



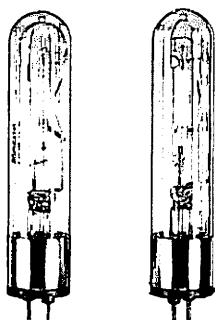
BTC - Vapeur de mercure haute pression.



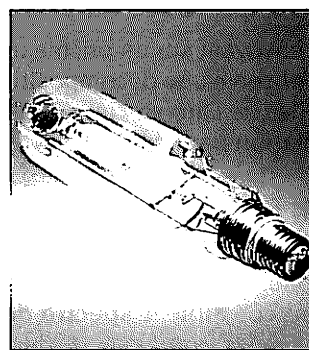
MAC - Sodium haute pression.



SIO - Sodium basse pression.



MTIL - Iodures métalliques.



MAIH - Iodures métalliques.

Type	Description	Caractéristiques				Référence Mazda	Forme °K et IRC	Type d'applications
		Puis. W	Tension V	Culot	Flux lm			
MERCURE lumière mixte	Lampe mixte Vapeur de mercure + fluorescence + filament à incandescence	100	230	E 27	1 100	MMF 100	Forme ovoïde 3 500 à 3 800 °K IRC 50 à 60	Ateliers Halls Éclairage résidentiel Parcs et jardins
		160	230	E 27	3 000	MMF 160		
		250	230	E 40	5 700	MMF 250		
		500	230	E 40	13 000	MMF 500		
MERCURE	Vapeur de mercure haute pression avec revêtement fluorescent	80		E 27	4 000	BTC 80	Ballon fluorescent 3 300 à 3 500 °K IRC 55 à 60	Jardins Parkings Industries Routes-Autoroutes
		125		E 27	6 700	BTC 125		
		250		E 40	14 200	BTC 250		
		400		E 40	24 200	BTC 400		
SODIUM haute pression	Lampe claire ou satinée Température de couleur 2 000 °K	150		E 40	15 000	MAC 150	Tubulaire claire ou ovoïde satinée 2 200 °K IRC 65	Ateliers industriels Installations sportives Grands espaces Éclairage public
		250		E 40	28 000	MAC 250		
		400		E 40	48 000	MAC 400		
SODIUM basse pression	Lampe à revêtement interne d'oxyde d'indium	35		B 22	5 800	SIO E 36	Tubulaire monochromatique Orangé	Éclairage extérieur
		66		B 22	10 700	SIO E 66		
		90		B 22	17 500	SIO E 91		
IODURES MÉTALLIQUES	Lampe de faible encombrement	70		R 7s	5 500	MTIL 70	Tubulaire 4 200 °K IRC = 80	Éclairage commercial intérieur et extérieur
		150		R 7s	11 250	MTIL 150		
		250		FC2	20 000	MTIL 250		
	Lampe de très bonne efficacité lumineuse	250		E 40	17 000	MAIH 250	Tubulaire 4 300 °K IRC 65 à 69	Éclairage extérieur Stades-routes et autoroutes
		400		E 40	31 500	MAIH 400		
		1 000		E 40	81 000	MAIH 1 000		
		2 000		E 40	183 000	MAIH 2 000		

# 12

## Lumière et photométrie

### 1 Décomposition de la lumière

Le rayonnement d'une source lumineuse se définit comme une émission d'énergie comportant plusieurs radiations élémentaires, chaque radiation est caractérisée par sa longueur d'onde.

#### 1.1. Expérience du prisme (fig. 1)

En envoyant sur un prisme un rayon lumineux en provenance du soleil, on observe une décomposition de la lumière en couleurs élémentaires (celles de l'arc-en-ciel). Chaque couleur élémentaire correspond à une radiation particulière.

#### 1.2. Explication

La lumière blanche du soleil est la réunion de plusieurs radiations élémentaires qui diffèrent par leur longueur d'onde. L'ensemble des radiations constitue le **spectre de la source lumineuse**.

#### 1.3. Classification des radiations

Les radiations de la lumière visible ne représentent qu'une très faible partie de l'ensemble des radiations qui vous entourent ; elles sont classées en fonction de leur longueur d'onde (fig. 2).

#### 1.4. Spectre lumineux

Chaque source lumineuse fournit un ensemble de radiations différentes. L'étude des spectres lumineux (analyse spectrale) est très importante pour le choix des sources lumineuses, d'autant plus que la sensibilité de l'œil est différente selon les couleurs ; toutes les indications sont données par référence à la lumière du soleil (fig. 3).

#### OBJECTIF

Exploiter les courbes, tableaux de valeurs, documents techniques relatifs aux sources lumineuses.

#### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 2.1

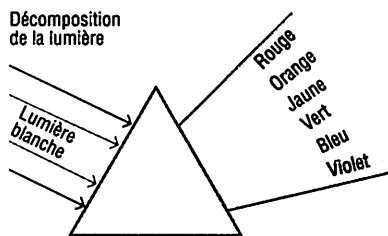


Fig. 1 : Décomposition de la lumière par un prisme.

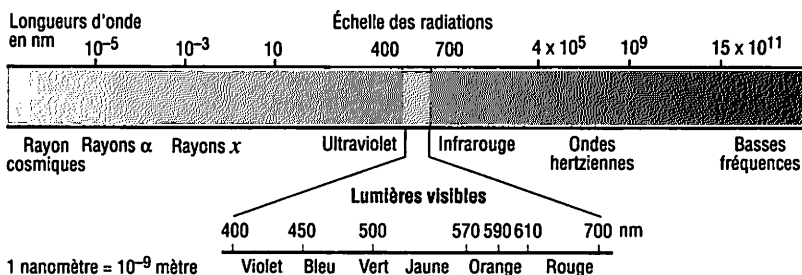


Fig. 2 : Échelle des radiations.

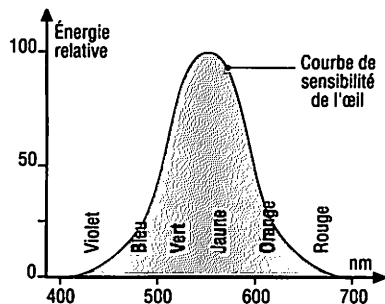


Fig. 3 : Sensibilité de l'œil à la lumière du soleil.

### 2 Grandeurs photométriques

#### 2.1. Flux lumineux $\phi$ ou $F$

C'est la **quantité d'énergie lumineuse** rayonnée par seconde par une source lumineuse. Son unité est le **lumen (lm)**.

### 2.2. Intensité lumineuse

La densité lumineuse, qui est fonction de son action sur l'œil, rayonnée par seconde se nomme intensité lumineuse, en candela (cd).

Remarque : on voit que le flux lumineux d'une source est la somme des intensités lumineuses émises dans un espace donné (angle solide).

### 2.3. Éclairement : E

L'éclairement E, mesuré en lux (lx), caractérise le flux lumineux reçu en un point d'une surface (fig. 4).

Un lux correspond à un flux d'un lumen reçu par une surface d'un mètre carré :  $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$ .

L'éclairement se mesure avec le luxmètre ; il peut varier de quelques lux (clair de lune : 5 lux) à plusieurs milliers de lux (10 à 15 000 lux sur une plage en plein soleil). Les éclairages électriques sont compris entre 50 et 1 000 lux.

Intensité lumineuse : I  
Unité : le candela (cd)

Flux lumineux :  $\phi$  ou F  
Unité : le lumen (lm)

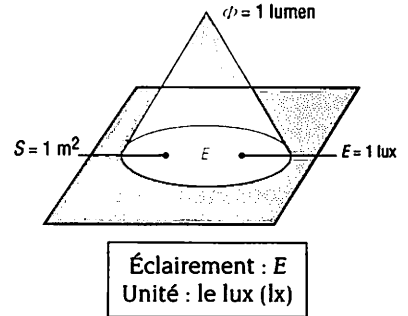


Fig. 4 : Éclairement d'une surface.

## 3 Courbes photométriques

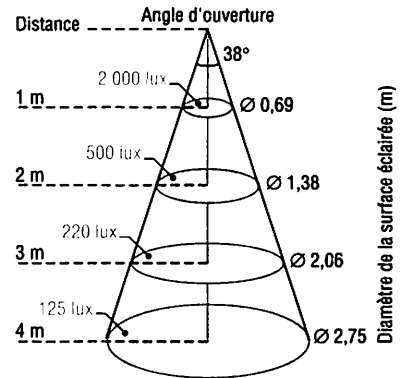
### 3.1. Cônes de lumière : sources à réflecteurs

Les projecteurs, ou les lampes munies d'un réflecteur intérieur, ont un angle d'ouverture limité.

Pour chacun d'eux, les constructeurs donnent un graphique permettant de déterminer le diamètre de la surface éclairée et son éclairement moyen, en fonction de la distance qui la sépare de la lampe.

L'angle d'ouverture correspond à l'angle au sommet du cône qui est l'angle d'ouverture de la lampe ou du projecteur.

L'intersection de ce cône avec chaque plan horizontal détermine les plages d'éclairement (fig. 5).



Flux moyen = 0,5 flux maxi pris dans l'axe du cône

Fig. 5 : Plage d'éclairement en fonction de la distance.

### 3.2. Courbes de répartition des intensités lumineuses

Pour représenter la répartition lumineuse donnée par une source, ou un appareil d'éclairage, on représente, dans un plan ou dans deux plans perpendiculaires, les courbes d'égale intensité lumineuse donnée par une source de 1 000 lumens.

Exemple : courbes pour lampes Mazda : 40 - 60 - 75 - 100 W (fig. 6).

Dans le cas des tubes fluorescents, on distingue le plan longitudinal (plan B) et le plan transversal (plan A) (fig. 7). Les deux courbes d'intensité lumineuse sont portées sur le même graphique (fig. 8).

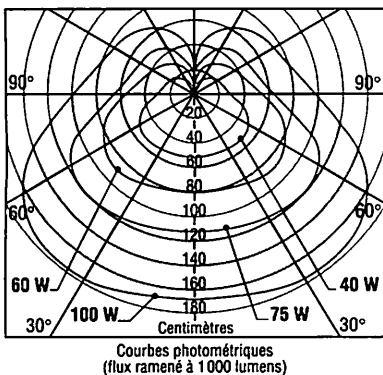


Fig. 6 : Courbes d'intensité lumineuse des lampes à incandescence 40-60-75-100 W (flux ramené à 1 000 lumens).

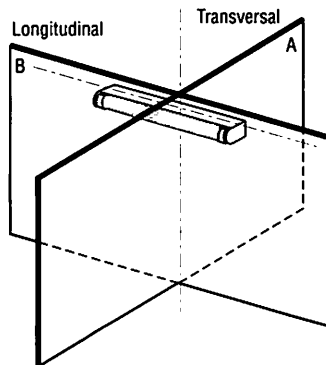


Fig. 7 : Positions du tube fluorescent. Plan A : plan transversal. Plan B : plan longitudinal.

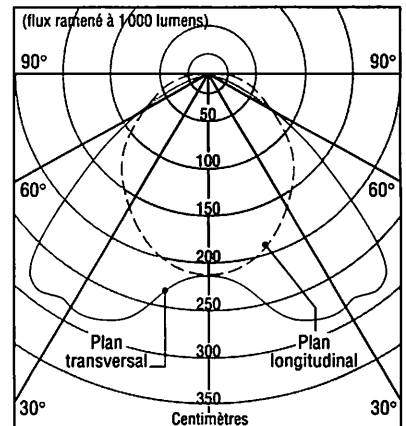


Fig. 8 : Courbes d'intensité lumineuse d'un tube fluorescent.

## 4 Caractéristiques des sources lumineuses

### 4.1. Température de couleur

#### a) Température de couleur et ambiance lumineuse

La température de couleur, exprimée en °K, caractérise l'ambiance lumineuse, chaude ou froide, créée par une lampe. Elle permet de comparer l'ambiance chaude des lampes à incandescence avec la diversité des ambiances créées par les lampes à fluorescence.

#### b) Température de couleur et niveau d'éclairage

Outre son incidence sur l'ambiance, le choix d'une température de couleur a une incidence sur le niveau d'éclairage (fig. 9).

Pour des lampes créant des ambiances chaudes, on peut obtenir un éclairage confortable avec des niveaux d'éclairage assez faibles. Par exemple, 200 lux pour une lampe à 2 700 °K.

Inversement, des lampes créant des ambiances froides nécessiteront des niveaux d'éclairage assez élevés. Par exemple, 500 lux pour une lampe à 6 500 °K.

C'est ce qu'exprime le graphique (fig. 9). Il donne les valeurs supérieures et inférieures délimitant la zone d'éclairage confortable, en fonction de la température de couleur.

### 4.2. Courbe spectrale et rendu des couleurs

#### a) Courbe spectrale

Les courbes spectrales sont données page 2 de couverture.

Une courbe spectrale indique la quantité de radiation lumineuse en fonction de la longueur d'onde (fig. 10).

Pour les lampes à incandescence, la courbe spectrale montre un spectre plus riche en couleurs chaudes (rayonnements rouge, orange et jaune) qu'en couleurs froides (rayonnements vert, bleu et violet).

C'est généralement l'inverse pour les lampes à fluorescence. De plus, leur spectre comporte souvent des raies bien délimitées correspondant aux longueurs d'onde propres aux gaz qu'ils contiennent. Leur relative pauvreté en couleurs est corrigée par leur revêtement fluorescent.

#### b) Rendu des couleurs (IRC)

La restitution de la couleur des objets est d'autant meilleure que la courbe spectrale est riche et étendue.

Cette aptitude à la restitution des couleurs est mesurée par un indice de rendu des couleurs, IRC, généralement compris entre les valeurs 95 (rendu excellent des couleurs) et 70 (rendu acceptable). Il peut être inférieur à 60 dans des lieux où le rendu des couleurs présente peu d'utilité, par exemple un tunnel (voir tableau 1).

Tableau 1 : Comparaison des tubes fluorescents (d'après Mazda).

Gamme produit	Désignation (Mazda)	Temp. de couleur °K	IRC
Prestiflux	Confort	2 700	85
	Incandia	3 000	85
	Brillant Jour	4 000	85
Symphony	Candelia	2 700	90
	Solara	3 000	93
	Aurora	3 800	94
	Harmonia	5 000	97
	Blanc Industrie	4 100	66

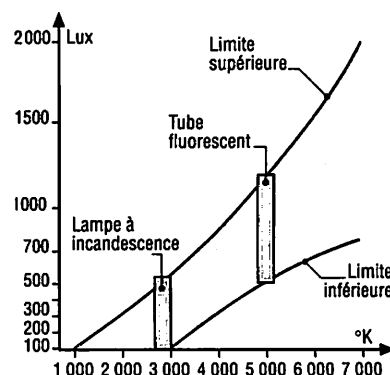


Fig. 9 : La lampe à incandescence, pour un éclairage moindre, fournit le même confort qu'un tube fluorescent, qui demande un fort niveau d'éclairage.

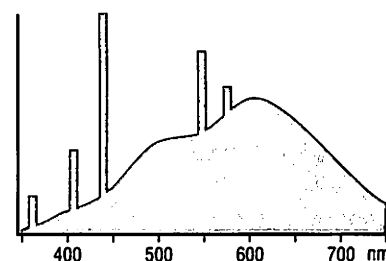


Fig. 10 : Courbe spectrale d'un tube fluorescent se rapprochant de la lumière fournie par une lampe à incandescence.

## 5 Critères de choix des sources lumineuses

### 5.1. Critères liés à l'utilisation

Ce sont principalement les caractéristiques de la lumière, température de couleur, indice de rendu des couleurs, courbe spectrale.

### 5.2. Critères liés au mode d'éclairage

Ils sont liés surtout aux caractéristiques des luminaires.

### 5.3. Critères économiques

C'est la puissance consommée et surtout le facteur d'efficacité.

## L'essentiel

- Le rayonnement d'une source lumineuse est caractérisé par son spectre lumineux. Le spectre lumineux peut être observé avec un prisme.
- L'œil est sensible aux rayonnements visibles dont la longueur d'onde est comprise entre 400 et 760 nanomètres.
- Le flux lumineux  $\Phi$  ou  $F$  donné par une source s'exprime en lumen, symbole lm.
- L'éclairement d'une surface se mesure en lux, symbole lx.
- Une source lumineuse est caractérisée par :
  - le spectre lumineux et les courbes photométriques ;
  - les paramètres : température de couleur, indice de rendu des couleurs.
- Les cônes de lumière sont utilisés avec les lampes à réflecteur incorporé, ils permettent de déterminer le diamètre de la surface éclairée et son éclairement moyen en fonction de la distance qui la sépare de la lampe.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. La lumière est composée de plusieurs radiations élémentaires.
2. Un prisme décompose la lumière du soleil en 10 radiations élémentaires du rouge au violet.
3. Le noir est une des radiations élémentaires.
4. Les radiations sont classées par les longueurs d'onde entre 380 et 760 centimètres.
5. Chaque source lumineuse est caractérisée par un spectre lumineux.
6. Le flux lumineux est la quantité d'énergie lumineuse rayonnée par seconde par une source lumineuse.
7. Le flux lumineux s'exprime en bougies, symbole BG.
8. L'intensité lumineuse se désigne par l'unité qui est le candela.
9. L'éclairement représente le flux lumineux reçu par une surface.
10. On mesure l'éclairement en un point d'une surface avec un fluxmètre.
11. La température de couleur s'exprime en degrés Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ).
12. La température de couleur d'une source est la température de ses électrodes.
13. Une couleur chaude a une température de couleur inférieure à celle d'une couleur froide.
14. Le spectre de couleur d'une source à incandescence est formé de raies de différentes longueurs d'onde.
15. L'indice de rendu des couleurs indique si les couleurs ne sont pas déformées par la lumière produite par la source.
16. Un indice de couleur de 100 correspond à la lumière émise par le soleil.
17. Un indice de rendu des couleurs de 50, IRC = 50, constitue un très bon rendu des couleurs.
18. Le choix d'une source lumineuse est toujours fonction des qualités artistiques d'une lampe.
19. Pour faire un choix économique d'une source lumineuse, on retient en premier, l'efficacité lumineuse.
20. Pour avoir une très bonne qualité de lumière, on regarde la température de couleur et l'indice IRC.

## RÉSOLUS

1. Un plan de travail mesure 1,20 m par 0,80 m. On souhaite qu'il soit éclairé avec un éclairement de 400 lux. Quelle est la valeur du flux lumineux théorique que doit avoir la source d'éclairage ?

**Solution :**

La surface à éclairer est de  $S = 1,20 \times 0,80 = 0,96 \text{ m}^2$ .

D'après la relation  $E = \frac{\phi}{S}$ , on en déduit  $\phi = E \times S$

d'où  $\phi = 400 \times 0,96 = 384 \text{ lumens}$ .

2. La sonde d'un luxmètre a une surface de  $5 \text{ cm}^2$ . Le luxmètre indique un éclairement de 250 lux. Quelle est la valeur du flux lumineux reçu par cette sonde ?

**Solution :**

On applique la relation  $E = \frac{\phi}{S}$  de laquelle on tire  $\phi = E \cdot S$

$S$  : surface en  $\text{m}^2$  soit pour  $5 \text{ cm}^2$  exprimé en  $\text{m}^2$

$S = 0,0005 \text{ m}^2$ .

d'où  $\phi = 250 \times 0,0005 = 0,1250 \text{ lm}$

3. Pour éclairer une vitrine, on désire utiliser une lampe halogène à faisceau dirigé. La lampe est placée à 2 m de la surface à éclairer, indiquez pour une lampe de 50 W, basse tension 12 V, le diamètre de la surface éclairée pour des angles de 10° et 24°, ainsi que l'éclairement moyen obtenu.

**Solution :**

La documentation page 122 permet de définir la surface éclairée pour :

– une lampe de 10° d'ouverture, 50 W, à 2 m diamètre 350 mm, éclairement 2 500 lx ;

– une lampe de 24° d'ouverture, 50 W, à 2 m diamètre 850 mm, éclairement 775 lx.

## À RÉSOUDRE

1. Quelle différence faites-vous entre la lumière naturelle et la lumière artificielle ?

2. Quelle est la longueur d'onde de la lumière à laquelle l'œil est le plus sensible ?

3. À partir de quelle longueur d'onde commence le rayonnement infrarouge ?

4. À partir de quelle longueur d'onde le rayonnement ultraviolet devient-il visible ?

5. Un plan de travail dans une cuisine mesure 0,80 m par 0,70 m. On désire un éclairement de 500 lux. Quel flux lumineux la source de lumière devra-t-elle fournir ?

6. Pour éclairer un étalage de magasin on décide d'utiliser une lampe à reflecter incorporé. Sachant que l'étalage mesure 1,20 m par 3 m, quelle lampe choisirez-vous et combien en faudra-t-il pour avoir un éclairement de 800 lux ?

7. Sur un catalogue d'appareils d'éclairage on lit l'indication suivante : IRC 92. Que représente cette indication ?

8. On souhaite pour un service d'accueil de bureaux un éclairage présentant une ambiance aux couleurs assez

chaudes. Quel type de tube fluorescent choisirez-vous ? Donnez-en l'IRC, la température de couleur et éventuellement le nom de référence.

9. On désire un éclairement de 500 lux. Quelles températures de couleur maxi et mini pourra-t-on utiliser ?

10. Étant donné le spectre lumineux des tubes fluorescents, Confort et Candelia, indiquez ce qu'ils ont de commun et ce qui les différencie.

11. En observant le spectre des tubes fluorescents Prestiflux jour et Symphony candelia, indiquez sur quoi portent les différences.

12. Pour éclairer une vitrine on désire utiliser une lampe halogène à faisceau dirigé. La lampe est placée à 3 m de la surface à éclairer, indiquez pour une lampe de 50 W, basse tension 12 V, le diamètre de la surface éclairée pour des angles de 36° et 60°, ainsi que l'éclairement moyen obtenu.

13. Pour éclairer une vitrine on désire utiliser une lampe halogène à faisceau dirigé. La lampe est placée à 4 m de la surface à éclairer, indiquez pour une lampe de 100 W, tension 230 V, le diamètre de la surface éclairée pour des angles de 10° et 30°, ainsi que l'éclairement moyen obtenu.

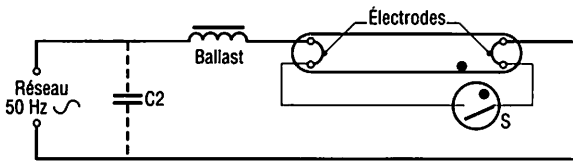
### Alimentation des tubes fluorescents

Les tubes fluorescents comme les lampes à décharge nécessitent un appareillage qui permet :

- l'allumage de la lampe ;
- la stabilisation du courant.

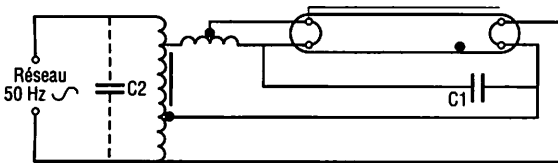
#### 1. Allumage par starter

À la mise sous tension, le courant passe par le starter et permet le chauffage des électrodes. Lorsque le starter s'ouvre, le ballast crée une surtension. Le tube s'amorce et passe en régime d'arc. Le ballast stabilise le courant (tension entre électrodes de l'ordre de 20 V).

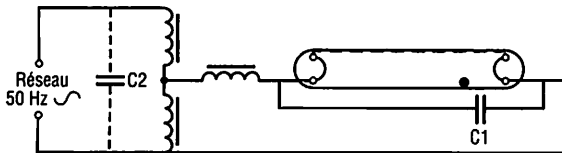


#### 2. Allumage instantané

Le tube est muni d'une électrode auxiliaire interne d'amorçage. Une **bande d'amorçage extérieur** joue le rôle du starter pour provoquer l'amorçage du tube.



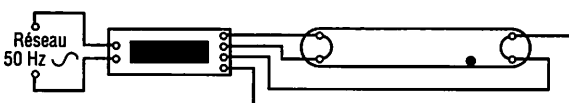
Le tube est muni d'une électrode auxiliaire interne d'amorçage. À la mise sous tension, il se produit une effluve entre l'extrémité de la bande et l'électrode, ce qui permet l'amorçage du tube.



#### 3. Système d'alimentation électronique

Le tube fluorescent est alimenté en haute fréquence (26 kHz) ce qui permet :

- l'allumage instantané ;
- la variation du niveau d'éclairage (gradateur) ;
- une meilleure qualité de lumière (pas d'effet stroboscopique) ;
- une efficacité lumineuse plus grande.



C1. Condensateur antiparasite  
C2. Condensateur de compensation

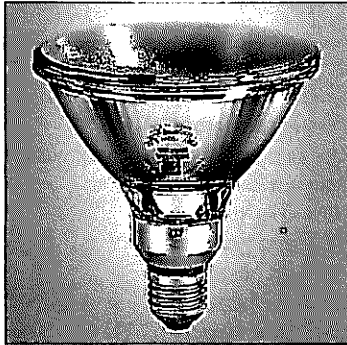
### Symboles utilisés dans les installations d'éclairage

Symboles	Désignation
	Lampe, symbole général <sup>(1)</sup> Lampe de signalisation, symbole général. - Pour préciser la couleur écrire : RD = rouge (red) YE = jaune (yellow) GN = vert (green) BU = bleu (blue) WH = blanc (white) - Pour préciser le type de lampe
	Dispositif lumineux clignotant
	Point d'attente d'appareil d'éclairage avec la canalisation
	Le même en applique murale
	Luminaire à fluorescence, symbole général
	Luminaire à trois tubes fluorescents
	Luminaire à cinq tubes fluorescents
	Projecteur
	Projecteur à faisceau peu divergent
	Projecteur à faisceau divergent
	Appareil auxiliaire pour lampe à décharge, utilisé quand cet appareil n'est pas incorporé au luminaire
	Appareil d'éclairage de sécurité sur circuit spécial  Bloc autonome d'éclairage de sécurité

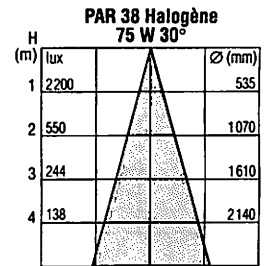
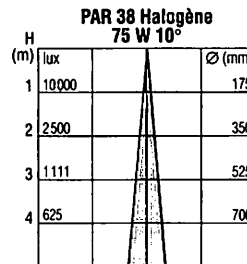
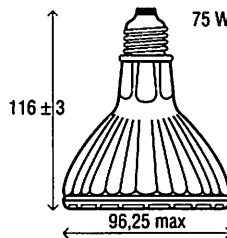
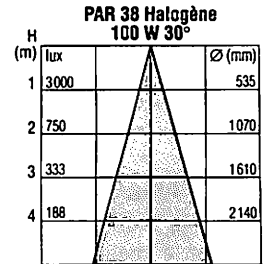
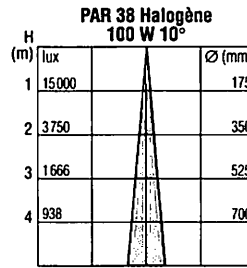
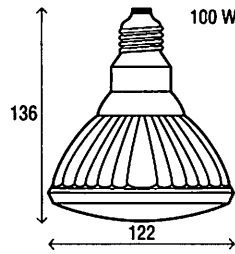
(1) Pour préciser le type de la lampe utilisée, on place au voisinage du symbole l'une des indications suivantes :

- |                       |                                 |
|-----------------------|---------------------------------|
| Ne : Néon             | IN : Incandescence              |
| Xe : Xénon            | EL : Électroluminescence        |
| Na : Vapeur de sodium | ARC : Arc                       |
| Hg : Mercure          | FL : Fluorescence               |
| I : Iode              | IR : Infrarouge                 |
|                       | UV : Ultraviolet                |
|                       | LED : Diode électroluminescente |

## 1. Lampes à faisceau dirigé

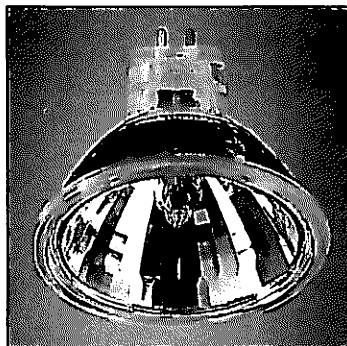


Lampe halogène à réflecteur incorporé  
 230 V.  
 Température de couleur 2 900 °K  
 IRC = 100.  
 Durée de vie 2 500 h  
 Existe en 10° et 30°.

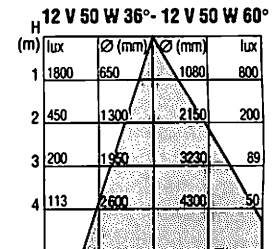
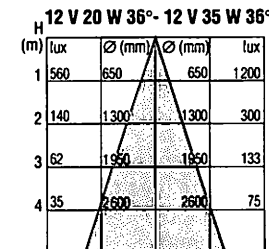
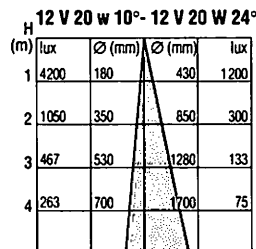
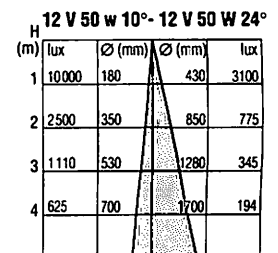
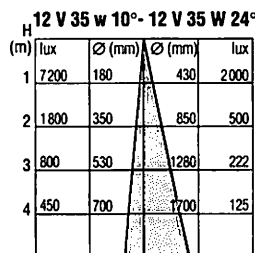
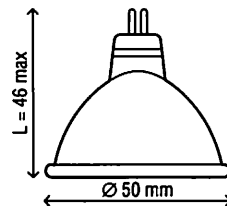


Référence	P (W)	Culot	Faisceau	$I_{max}$ (cd)
PAR 38-10	100	E 27	10	15 000
PAR 38-30	100	E 27	30	3 000
PAR 30-10	75	E 27	10	10 000
PAR 30-30	75	E 27	30	2 200

## 2. Lampes halogènes très basse tension



Lampe halogène  
 Basse tension 12 V.  
 Température de couleur :  $T_c = 3 000$  °K.  
 Durée de vie 4 000 h.  
 3 ou 4 ouvertures possibles  
 10 - 24 - 36 ou 60°.



Référence*	Puissance	Tension	Angle*	$I_{max}$ (cd)
DS 20 W	20	12	10/24/36	4 200/1 200/ 530
DS 35 W	35	12	10/24/36	7 200/2 000/1 200
DS 50 W	50	12	10/24/36	10 000/3 100/1 800
DS 50 W	50	12	60	800

\* Préciser l'angle (10, 24 ou 36).



# 13

## Les appareils d'éclairage

La réalisation d'un avant-projet d'éclairage suit une démarche précise permettant de répondre aux besoins, tout en respectant le contexte local et les règlements en vigueur.

Cette démarche sera rigoureusement appliquée dans le cas de locaux à usage commercial ou industriel, dans le cas des bureaux et dans celui des locaux recevant du public.

Elle le sera bien moins dans le cas de locaux d'habitation où la recherche du confort et des préoccupations esthétiques priment souvent sur toute autre considération.

<b>Déterminer</b>	un niveau d'éclairement suffisant
<b>Choisir</b>	le mode d'éclairage
	le type de sources lumineuses
	les appareils ou luminaires
<b>Calculer</b>	le flux lumineux à produire
	le nombre d'appareils d'éclairage
<b>Implanter</b>	les sources, en veillant à obtenir un éclairage uniforme

### OBJECTIF

Dans le but de réaliser un avant-projet d'éclairage il est nécessaire de connaître les différents modes d'éclairage et les caractéristiques des luminaires afin d'être capable de choisir les appareils d'éclairage qui conviennent parmi tous les produits proposés par les constructeurs.

### SAVOIR TECHNOLOGIQUE S 2.1

#### Exemple d'éclairagements :

- 100 lux, couloir ;
- 200 lux, chambre ;
- 300 lux, magasin ;
- 400 lux, salle de classe ;
- 500 lux, laboratoire ;
- 750 lux, tissage fin ;
- 1 000 lux, comparaison de couleur.

## 1 Niveaux d'éclairement

### 1.1. Éclairage intérieur

L'association française de l'éclairage a publié des tableaux qui aident à déterminer le niveau d'éclairement convenant à un local en fonction du type d'activité qui s'y déroule. Ces niveaux d'éclairement vont de 100 à 1 000 ou 2 000 lux (voir fiche documentaire page 129).

### 1.2. Éclairage extérieur

Les espaces découverts, ou les aires de travail extérieures, ont des éclairagements dont la valeur peut être de :

- 20 lux, triage SNCF, clôture ;
- 30 lux, entrée, cours, allées, parkings avions, stockage ;
- 50 lux, voies de circulation couvertes, docks, quais, parkings voitures ;
- 300 lux, poste de pompage - station service.

Pour les activités sportives, selon qu'elles sont pratiquées à l'intérieur ou à l'extérieur, on a des valeurs précises (voir fiche documentation p. 129).

### 1.3. Éclairages localisés

Pour les éclairages localisés (lampes de bureau, par exemple), il est nécessaire que la différence d'éclairement entre l'éclairage général et l'éclairage localisé soit dans les limites données par la *figure 1*, pour éviter tout éblouissement par un trop fort contraste d'éclairement.

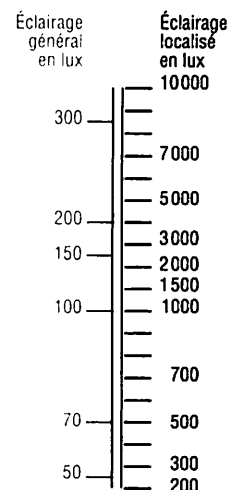


Fig. 1 : Correspondance recommandée entre éclairage localisé et éclairage général.

## 2 Confort visuel

### 2.1. Éblouissement

Le confort visuel est meilleur quand il y a équilibre entre les éclairagements des sources et celui des parois ou du plan de travail.

L'éblouissement est provoqué par exemple quand on regarde le soleil, ou un filament d'une lampe à incandescence éclairée.

La *figure 2* donne une disposition présentant un éblouissement et la disposition permettant de remédier à cet éblouissement.

### 2.2. Contraste

Lorsque le contraste entre l'objet éclairé et le fond sur lequel il se détache est faible, on peut être conduit à augmenter l'éclairément (*fig. 3*).

### 2.3. Notion de luminance

Deux sources lumineuses peuvent avoir la même intensité lumineuse  $I$  (en candela) : l'une ne provoquera pas d'éblouissement (tube fluorescent) tandis que l'autre éblouira (filament de lampe à incandescence).

**Définition de la luminance** : c'est le quotient de l'intensité lumineuse, dans une direction donnée par l'aire de sa projection sur un plan perpendiculaire à cette direction (*fig. 4*).

$$L = \text{Luminance}$$

$$\text{Unité : candela par m}^2 \text{ (cd/m}^2\text{)}$$

## 3 Les modes d'éclairage

Il s'agit de la manière dont la lumière produite par une source est dirigée sur la surface à éclairer. Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques générales de ces différents modes d'éclairage.

Tableau 1 : Différents modes d'éclairage

Représentation	Désignation	Caractéristiques
	DIRECT	Le flux lumineux est dirigé directement sur la surface à éclairer. Il est très économique. Il y a des risques d'éblouissement.
	SEMI-DIRECT	Cet éclairage permet d'éclairer légèrement le plafond, ce qui peut améliorer l'ambiance lumineuse.
	MIXTE	C'est un compromis entre l'éclairage direct et indirect, avec les inconvénients et les avantages des deux systèmes.
	SEMI-INDIRECT	Ce mode d'éclairage permet d'atténuer les ombres, mais il est très peu utilisé.
	INDIRECT	Il supprime l'éblouissement mais diminue les ombres et le relief. Son inconvénient majeur est son très mauvais rendement.

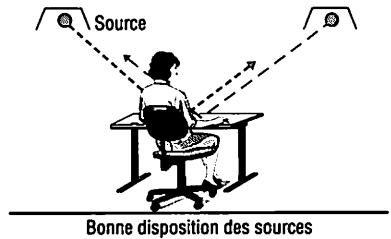
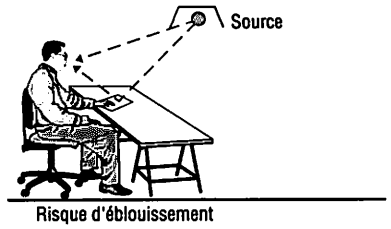


Fig. 2 : Dispositions à adopter pour éviter l'éblouissement.

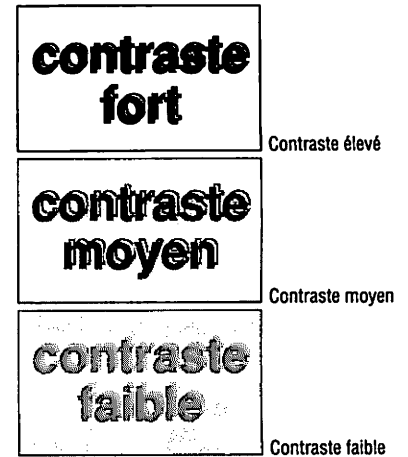


Fig. 3 : Différents contrastes.

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

$I$  = Intensité lumineuse  
candela (cd)  
 $S$  = Surface ( $\text{m}^2$ )  
 $L$  = Luminance ( $\text{cd/m}^2$ )

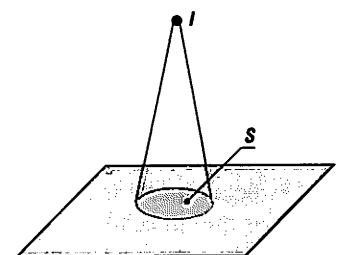


Fig. 4 : Définition de la luminance.

## 4 Constitution d'un luminaire

### 4.1. Rôles

Le luminaire est un appareil qui répartit la lumière et qui constitue un élément du décor.

Sa construction doit donc à la fois satisfaire à des critères techniques et à des critères esthétiques.

### 4.2. Fonctions assurées

Dans tout luminaire, on rencontre les fonctions suivantes (fig. 5 et 6) :

- a) **répartir le flux lumineux** (réflecteur, diffuseur) ;
- b) **alimenter électriquement** (directement ou avec un appareillage spécialisé) ;
- c) **raccorder** : branchement rapide de la source lumineuse (douilles à vis, à ergot, etc.) ;
- d) **fixer mécaniquement** le luminaire et supporter les organes précédents.

### 4.3. Classification des luminaires

La grande variété des luminaires pour les lampes à incandescence ou à fluorescence nécessite d'en faire une classification précise. On peut les classer en familles selon le mode de pose (fig. 7) :

- **fixés au mur** : appliques, réglottes, spots ;
- **posées sur plan de travail** : lampes de bureau ;
- **posés au sol** : lampadaires, projecteurs ;
- **fixés au plafond** : lustres, pendentifs, spots ;
- **encastrés au plafond, dans des parois** : spots, luminaires.

Dans chacune de ces familles, il existe diverses présentations (pour l'intérieur, l'extérieur, l'industrie, etc.).

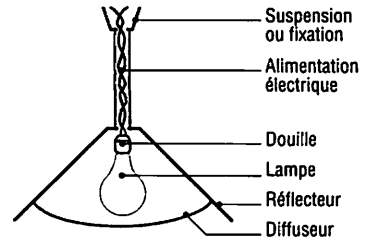


Fig. 5 : Luminaire à incandescence.

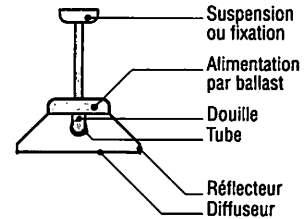
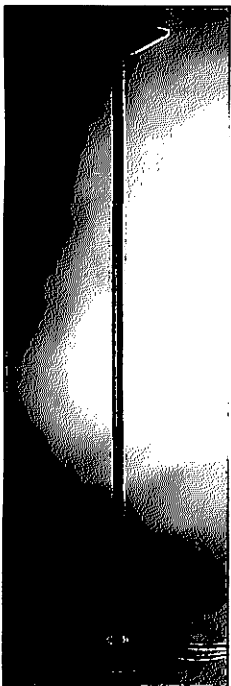


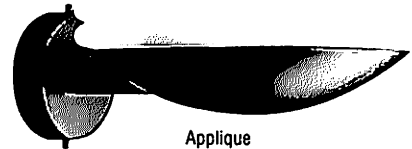
Fig. 6 : Luminaire à fluorescence.



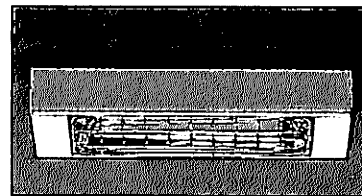
Lampadaire



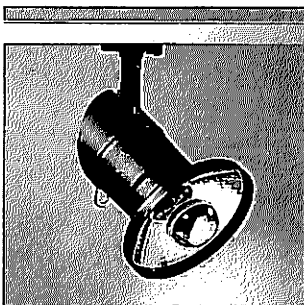
Lampe de bureau



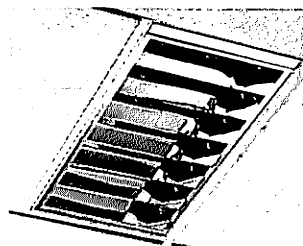
Applique



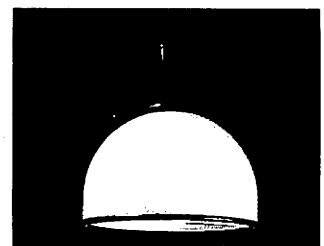
Plafonnier apparent



Spot lumineux



Luminaire encastré



Lustre pendentif

Fig. 7 : Différents modèles de luminaires. (Mazda)

#### 4.4. Classification photométrique

Il y a des luminaires qui engendrent des cônes lumineux très évasés, d'autres très étroits. Ce critère très simple permet de construire 5 catégories de luminaires.

##### a) Catégories de luminaires (fig. 8)

La répartition photométrique est caractérisée par les flux repérés de F1 à F5 conformément à la norme NF C 71-120. La sphère de répartition représente  $4\pi$  en stéradian.

##### b) Classes de luminaires

D'après la norme NFC 71-121 les luminaires sont répartis en 20 classes repérées de A à T.

Le tableau ci-contre indique les correspondances entre les classes et les catégories. Pour la catégorie F5, il n'existe que la classe T (éclairage indirect).

Exemples : les figures 9 et 10 représentent deux catégories différentes :

- éclairage intensif classe A (fig. 9)
- éclairage extensif classe J (fig. 10).

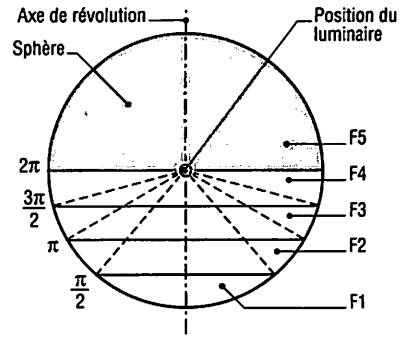


Fig. 8 : Définition des catégories de luminaires. (La sphère représente  $4\pi$  en stéradian.)

Classe	Catégorie de luminaire
A, B, C, D, E	F1 direct intensif
F, G, H, I, J	F2 direct extensif
K, L, M, N	F3 semi-direct
O, P, Q, R, S	F4 mixte
T	F5 indirect

### 5 Symbole photométrique

Le flux lumineux émis par un appareil se divise en deux parties.

##### a) Une partie émise vers le plafond

C'est la partie qui correspond à l'éclairage indirect, symbole photométrique désigné par la lettre T.

##### b) Une partie orientée vers le sol

De manière plus ou moins directive, représenté par une lettre comprise entre A et J en fonction de l'intensité du faisceau.

Devant chacune de ces lettres on indique la valeur du rendement de ces émissions de flux lumineux.

Exemple :

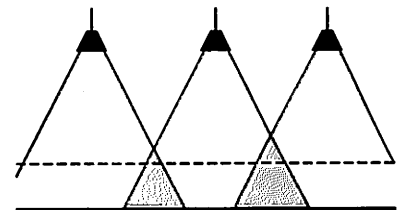
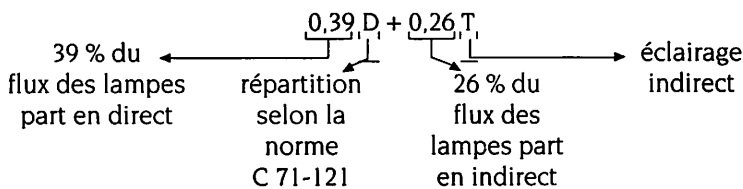


Fig. 9 : Éclairage intensif classe A.

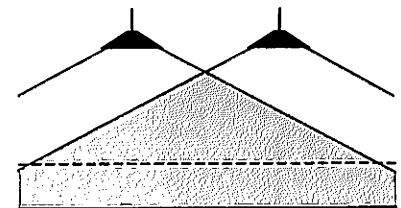
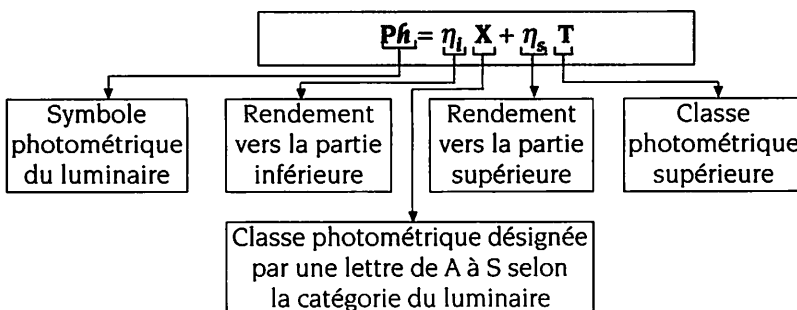


Fig. 10 : Éclairage extensif classe J.

Remarque : Dans le cas où tout le flux lumineux est dirigé vers le bas, le deuxième terme est nul, par exemple  $0,67 D + 0 T$  peut s'écrire  $0,67 D$ .

##### c) Le symbole photométrique

C'est en quelque sorte l'équation du luminaire.



## L'essentiel

- Le choix d'un niveau d'éclairage dépend de l'activité qui se déroule dans le local ou l'espace à éclairer :
  - éclairage intérieur entre 50 et 1 000 lux ;
  - éclairage extérieur de 20 à 50 lux.

- On distingue cinq modes d'éclairage : direct, semi-direct, mixte, semi-indirect et indirect.

Le confort visuel est lié à l'absence d'éblouissement et à une bonne distinction des contrastes, il est lié à la notion de luminance.

- Les luminaires sont classés en 5 catégories de F1 à F5 et correspondent à 20 classes repérées de A à T.

- Le symbole photométrique désigne le rendement du luminaire vers le haut et vers le bas.



$$P_h = \eta_i X + n_s T$$

## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Le projet d'éclairage consiste uniquement à implanter des sources d'éclairage dans un local.
2. Le projet d'éclairage procède d'une méthode bien précise.
3. Un niveau d'éclairage, pour un éclairage électrique intérieur, peut être compris entre 0,1 et 2 lux.
4. Un éclairage de 300 lux dans une cuisine est correct.
5. On définit le contraste comme la différence d'éclairage entre un objet éclairé et le fond sur lequel il est posé.
6. On peut rapprocher la notion de luminance avec l'éblouissement.
7. La luminance est définie par le rapport de l'éclairage en lux par la surface en m<sup>2</sup>.
8. L'éclairage indirect permet d'accentuer les ombres.
9. Un appareil qui répartit la lumière s'appelle un luminaire.
10. Les luminaires sont classés en 5 catégories différentes.

11. Les catégories de luminaires sont repérées par les indications, G1 à G5.

12. Les luminaires sont répartis en 10 classes.

13. Les classes de luminaires sont repérées par les lettres de l'alphabet, A, B, C, D...

14. Un luminaire de la classe A donne un éclairage extensif.

15. On peut dire que le symbole photométrique est l'équation du luminaire.

16. Un luminaire de catégorie F5 donne un éclairage indirect.

17. La classe T caractérise uniquement l'éclairage indirect.

18. Dans le symbole d'un luminaire, le coefficient précédant la lettre qui indique la classe est fixé par le constructeur.

19. Un luminaire dont le symbole photométrique ne possède pas la lettre T, est à éclairage direct.

20. Une salle de classe doit avoir un éclairage de 40 lux.

## RÉSOLUS

1. Un tube fluorescent se présente à votre regard comme une surface plane de longueur 1,20 m et de largeur 26 mm. Son intensité lumineuse est de 210 candelas. Quelle est la luminance de ce tube ?

**Solution :**

La surface qui apparaît au regard est :

$$S = 1,20 \times 0,026 = 0,0312 \text{ m}^2$$

La luminance de ce tube est de :

$$L = \frac{I}{S} = \frac{210}{0,0312} = 6\,730 \text{ cd/m}^2$$

2. Dans un atelier d'horlogerie, on réalise sur les tables de travail un éclairage de 3 000 lux. Quel devra être l'éclairage général de cet atelier ?

**Solution :**

Pour éviter que la différence entre l'éclairage localisé et l'éclairage général soit trop importante, on applique les valeurs données par l'abaque figure 1 :

Pour 3 000 lux en éclairage localisé, il faudra au moins 180 lux en éclairage général.

3. Sur la documentation relative au luminaire NORKA (2 × 36) on trouve l'indication :

Symbole photométrique 0,54 H + 0,37 T. Que signifient ces termes ?

**Solution :**

Le symbole photométrique définit les rendements lumineux vers le haut et vers le bas.

0,54 H correspond à 54 % du flux lumineux dirigé vers le bas ; la lettre H indique qu'il s'agit d'un éclairage direct extensif (catégorie F2)

0,37 T correspond à 37 % du flux lumineux diffusé par le luminaire vers le haut, indiqué par la lettre T qui correspond à l'éclairage indirect catégorie F5 du luminaire.

## À RÉSOUDRE

1. Dans un atelier on dispose d'un éclairage de 150 lux. Quel peut être l'éclairage localisé maximum autorisé ?

2. Un poste de travail dans un bureau présente un éclairage de 2 000 lux. Quel niveau d'éclairage général doit-on avoir ?

3. Déterminez les éclairages pour les locaux suivants : salle d'exposition de matériel électrique, atelier de mécanique, salle des fêtes, laboratoire d'électronique, atelier de mise en boîtes de conserve, écurie, hall de réception d'hôtel.

4. Quel éclairage conseilleriez-vous pour l'éclairage d'un terrain de football ? d'un court de tennis extérieur ?

5. Quels sont les éclairages à prévoir dans chacune des pièces d'un appartement ?

Salle de séjour, chambres, cuisine, couloir, salle de bains.

6. On relève un éclairage de 90 lux dans une salle de classe éclairée avec des tubes fluorescents. Est-ce suffisant ? Pourquoi ?

7. Une lampe à incandescence de 60 W a un diamètre de 5 cm et son filament présente une surface apparente de 0,2 cm<sup>2</sup>.

Calculez sa luminance :

a) ampoule en verre clair ;

b) ampoule en verre dépoli.

L'intensité lumineuse de la lampe est de 70 cd.

8. On souhaite installer un éclairage à fluorescence dans une conserverie où le nettoyage s'effectue au jet d'eau. Quel type de luminaire choisissez-vous dans ceux proposés par la fiche de documentation ? Quel est l'indice de protection (IP) ?

9. Vous souhaitez réaliser dans un hall d'accueil un éclairage mixte. Quel type de luminaire utiliserez-vous (voir fiche documentation) ? Justifiez votre choix.

10. Vous avez le choix, pour un éclairage fluorescent, entre les luminaires comportant des tubes de 36 W des types Major, Galia Plénium. Justifiez votre choix en comparant les symboles photométriques des trois appareils.

11. Dans une salle de présentation de papiers peints, quel mode d'éclairage envisagez-vous d'installer ? Avec quelles sources lumineuses ?

12. Le cahier des charges d'un architecte indique que l'éclairage d'un atelier doit être réalisé avec des luminaires présentant un indice de protection IP = 65 et de la classe II. Quel type de luminaire retenez-vous d'après la fiche de documentation ? Donnez pour deux tubes de 36 W le symbole photométrique de ce luminaire.

13. On souhaite éclairer un bureau avec des luminaires présentant le meilleur rendement lumineux en éclairage direct. Déterminez à l'aide de la fiche de documentation le luminaire ayant le meilleur rendement. Précisez sa classe, sa catégorie et son rendement.

### Éclairages recommandés en fonction de la destination des locaux

Nature du local	Éclairage (lux)	Nature du local	Éclairage (lux)	Nature du local	Éclairage (lux)
<i>Bureaux et locaux administratifs</i> Bureau de travaux généraux Dactylographie - Ordinateurs Salles de dessin, tables bureaux paysagés	500	<i>Loisirs - Hôtels - Églises</i> Salles de cinéma Amphithéâtres Foyers Salles des fêtes Salles à manger d'hôtel Réception, hall, cuisine Églises : nef chœur	50	<i>Constructions électriques et électroniques</i> Montage, circuits imprimés Travail pièces moyennes Travail petites pièces Travail délicat	750 500 750 1 500
	500		100		
	750 à 1 000		150		
			300		
<i>Établissements d'enseignement</i> Salles de classe, amphithéâtres Tableaux, bibliothèques, tables de lecture, laboratoires	400	Circulation, couloirs, escaliers	200	<i>Industrie du livre</i> Typographie - reliure Pupitre de composition Lithographie	500 750 1 000
	500		300		
<i>Magasins - Expositions - Musées</i> Boutiques Self-services Grandes surfaces Salle d'exposition Exposition sensible à la lumière Exposition très sensible à la lumière	300	<i>Bâtiments agricoles</i> Poulaillers Salles de traite Étable Préparation des aliments Laiterie	50	<i>Mécanique générale</i> Machines-outils, soudure Travail de pièces moyennes Travail de petites pièces Très petites pièces	300 500 750 1 500
	500		150		
	750		50		
	500		50		
<i>Habitation</i> Cuisine Lecture, travail écolier Couture Chambre à coucher, éclairage localisé Couloir	300	<i>Industrie alimentaire</i> Brassage, cuisson Conditionnement, mise en boîte	300	<i>Industrie textile-confection</i> Cardage - bobinage Filage - tissage Tissage fin ou foncé Comparaison de couleurs	300 500 750 1 000
	300		500		
	750	<i>Industrie du bois</i> Scierie Travail à l'établi Travail aux machines	150		
	200		300		
	100		500		

### Éclairage moyen en fonction des détails et des contrastes

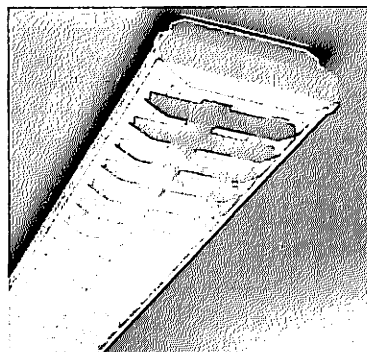
contraste	fort	moyen	faible	exemples de travaux Industriels correspondants
détail à percevoir				
minuscule	3000 2000	- 7000	3000 2000	horlogerie et fabrication de petits instruments
très fin	1500 1000	4500 3000	15000 10000	rectif de pièces de précision dessin géométrique tissage
fin	700 500	2000 1500	7000 5000	construction électronique couture
assez fin	300	1000	3000	mécanique générale couture à la machine
moyen	200 150	700 500 400	2000 1500	travail grossier machine ou établi, contrôle grossier
	100 70 50	300 200 150	1000 700 500	moulage de tuiles, fabrication de briques
éclairage en lux				

Selon le contraste des objets observés on peut être amené à apporter une correction. Le tableau ci-dessus permet de définir le niveau d'éclairage qui convient le mieux.

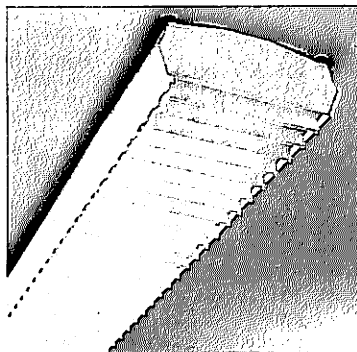
### Éclairages recommandés pour les activités sportives

Salles couvertes	0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Hand, basket, volley	
Tennis	
Tennis de table	
Escrime	
Gymnastique, judo, haltères	
Piscine	
Patinoire	
Boxe	
TV couleur toutes disciplines	800 à 1200 lux (C = 3000) E
Sport en extérieur	
Football	
Tennis	
Basket, volley, handball	
Vélodrome	
Patinoire	
Athlétisme	
Manège	
Piste de ski	
TV couleur toutes disciplines	800 à 1200 lux

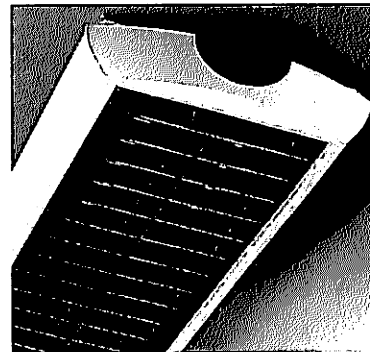
E = entraînement ; C = compétition



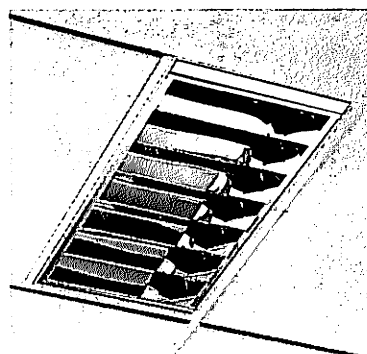
Major GL IP20 Classe I



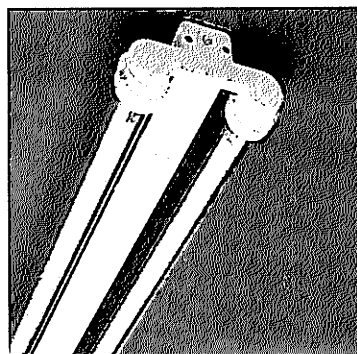
Scola IP20 Classe II



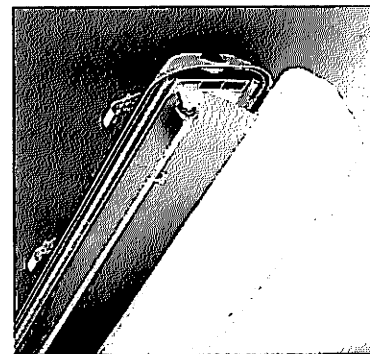
Galia IP21 Classe I



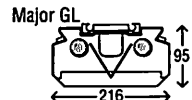
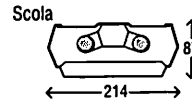
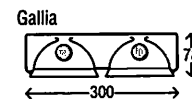
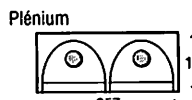
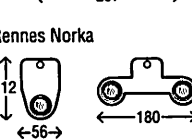
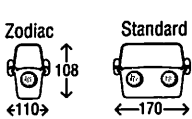
Plénium IP20 Classe I



Norka Rennes IP65 Classe II



Park Choc IP66 Classe I

Désignation du luminaire	Indice Prot. IP	Classe	Lampes	Symbole photométrique	Schéma côté du produit
MAJOR 418 GL Conforme Éducation nationale (EN)	30 à 40	I	4 × 18 1 × 36 2 × 36 2 × 58	0,63 D + 0 T 0,51 D + 0,1 T 0,58 D + 0 T 0,61 D + 0 T	Major GL 
SCOLA Répartition du flux semi-direct - conforme EN	20	II	2 × 36 2 × 58	0,38 D + 0,26 T 0,39 D + 0,26 T	Scola 
GALIA Plafonnier à haut rendement avec optique aluminium	21	I	4 × 18 1 × 36 2 × 36 1 × 58 2 × 58	0,66 C + 0 T 0,68 C + 0 T 0,62 B + 0 T 0,66 C + 0 T 0,61 C + 0 T	Galia 
PLÉNIUM Plafonnier encastré à lames transversales et réflecteur longitudinaux	20	I	4 × 18 2 × 36 3 × 18	0,65 B + 0 T 0,62 B + 0 T 0,55 A + 0 T	Plénium 
NORKA Rennes Luminaire étanche, double isolation, nombreuses options avec ou sans tube de protection	65	II	1 × 18 1 × 36 2 × 36 1 × 58 2 × 58	0,56 H + 0,33 T 0,57 H + 0,33 T 0,54 H + 0,37 T 0,56 H + 0,33 T 0,50 H + 0,36 T	Rennes Norka 
PARC ZODIAC Luminaire à enceinte étanche en plastique pour locaux industriels humides ou poussiéreux	66	I	1 × 18 1 × 36 2 × 36 1 × 58 2 × 58	0,57 H + 0,13 T 0,59 H + 0,13 T 0,57 H + 0,13 T 0,58 H + 0,13 T 0,57 H + 0,13 T	Zodiac Standard 



# 14

## Projet d'éclairage

Partant d'un local à éclairer dont on connaît les dimensions, la couleur des murs et la nature des tâches qui y seront accomplies, le projet consiste à déterminer le type, le nombre et la disposition des luminaires nécessaires pour réaliser un éclairage convenable.

Un projet d'éclairage comporte :

- un cahier des charges qui indique les données ;
- le projet proprement dit, qui utilise une méthode de calcul d'éclairage ;
- l'implantation des lampes et l'alimentation électrique.

### OBJECTIF

À partir des compétences acquises précédemment vous devez être capable de réaliser un avant-projet d'éclairage en prenant en compte tous les différents paramètres.

### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 2.1

## 1 Cahier des charges

Il précise particulièrement les données sur :

### 1.1. Le local à éclairer

- la nature de l'activité prévue ;
- les dimensions ;
- la couleur des murs et du plafond.

### 1.2. Les types de lampes préconisées

Selon le type de travail, on précisera le type de lampe à employer (incandescence, fluorescence) sans en donner les caractéristiques précises. Le choix peut être aussi fonction des économies d'énergie.

### 1.3. Les appareils d'éclairage

- En fonction des dispositions constructives, on peut être conduit à choisir un type d'appareil à encastrer ou à suspendre.
- Selon la nature de l'activité, certains règlements relatifs aux locaux spécialisés sont à prendre en compte : indice de protection, classe d'appareillage électrique, température ambiante, luminance acceptable, ambiances dangereuses, etc.

### 1.4. Autres conditions

Le cahier des charges peut préciser par exemple :

#### a) les critères d'implantation

pour éviter des reflets gênants ;

#### b) les conditions de maintenance

aspect esthétique à concilier avec les facilités d'accès ;

#### c) l'éclairage de sécurité

les normes imposent un éclairage de sécurité dans tous les établissements assujettis à la législation du travail.

## 2 Éclairage

La destination d'un local permet de déterminer le niveau d'éclairage à réaliser sur le plan de travail. Le tableau des éclairagements recommandés en fonction de la destination des locaux donne des indications sur les éclairagements recommandés (voir p. 129, tableau des éclairagements recommandés).

## 3 Les caractéristiques du local

Un local, en général de forme parallélépipédique, est caractérisé par le rapport de ses dimensions (fig. 1). On utilise pour cela deux facteurs : K, et J.

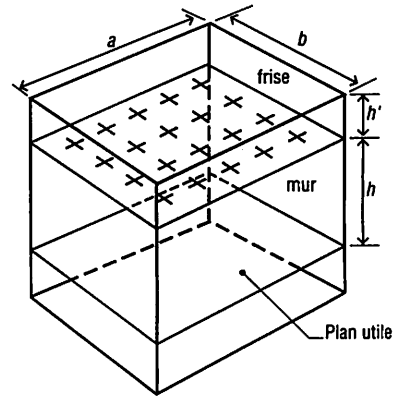


Fig. 1 : Dimensions d'un local.

### 3.1. Indice du local

$$K = \frac{a \times b}{(a + b) ah}$$

$a$  = longueur du local en m.  
 $b$  = largeur du local en m.  
 $h$  = hauteur du local en m.

On arrondit les valeurs de K aux nombres :  
 0,6 - 0,8 - 1 - 1,25 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 - 4 - 5

### 3.2. Rapport de suspension (fig. 2)

$$j = \frac{h'}{h + h'}$$

$h'$  = hauteur du luminaire au-dessus du plan utile (m).  
 $h$  = hauteur de suspension du luminaire (m).

On ne retient pour les tableaux suivants que deux valeurs :  
 $j = 0$  soit luminaire contre le plafond,  
 $j = 1/3$  luminaire suspendu.

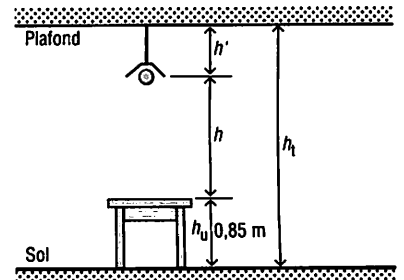


Fig. 2 : Les rapports de suspension.

**Remarque :** On ne considère jamais la hauteur totale d'un local mais la hauteur des luminaires au-dessus du plan utile.

### 3.3. Facteurs de réflexion

On a caractérisé en pourcentage les facteurs de réflexion du plafond, des murs et du plan utile. On a retenu cinq valeurs caractéristiques : très clair, clair, moyen, sombre, nul.

Pour éviter une surcharge des tableaux, ils ne sont pas donnés en pourcentage, mais par le chiffre des dizaines de cette valeur.

**Exemple :** 753 signifie :

- réflexion du plafond 70 %,
- réflexion des murs 50 %,
- réflexion du plan utile 30 %.

Lorsque l'on ne connaît pas la nature ou la couleur exacte des parois, on peut s'aider du tableau ci-contre.

Tableau 1 : Facteurs de réflexion.

	très clair	clair	moyen	sombre	nul
Plafond	8	7	5	3	0
Murs	7	5	3	1	0
Plan utile	3	3	1	1	3

### 3.4. L'utilance

C'est le rapport du flux utile (reçu par le plan utile) au flux total sortant des luminaires (fig. 3).

Son symbole est U.

On détermine le facteur d'utilance à l'aide de tableaux comportant trois variables :

- a) la valeur de  $j$  **facteur de suspension** ;
- b) La valeur de  $k$  **indice du local** ;
- c) les facteurs de **réflexion des parois**.

Il existe autant de tableaux que de classes de luminaires (voir p. 126).

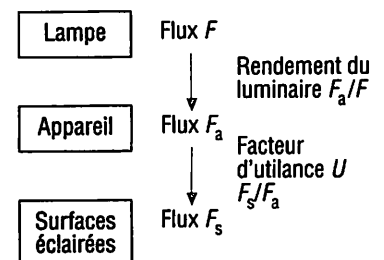


Fig. 3 : Évolution du flux lumineux entre la lampe et la surface éclairée.

**Utilisation du tableau des utilances** (pp. 139-140)

- 1) Choisir le tableau correspondant à la classe du luminaire **A à T**.
- 2) Retenir le tableau correspondant au rapport de suspension  $j$  ; soit  $j = 0$ , soit  $j = 1/3$ .
- 3) Rechercher le facteur  $U$  d'utilance à l'intersection de la ligne donnant la valeur  $K$  et de la colonne correspondant aux trois facteurs de réflexion.

Classe du luminaire

facteur de suspension

facteur de réflexion  
- plafond,  
- mur,  
- surface utile

LUMINAIRE [CLASSE G]  
Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50  
TABLEAU D'UTILANCE POUR j = 0

Facteurs de réflexion	873	871	773	771	753	751	731	711	551	531	511	331	311	000
0,60	72	66	70	65	59	56	50	46	55	49	45	49	45	44
0,80	83	76	81	74	70	66	60	55	65	59	55	59	55	53
1,00	91	81	88	80	77	72	67	62	71	66	62	65	62	60
1,25	98	87	95	85	85	79	73	69	77	72	69	72	68	66
1,50	102	90	99	88	90	82	77	73	81	76	73	75	72	70
2,00	108	94	105	93	97	88	84	80	86	82	79	81	78	76
2,50	112	97	109	96	102	91	87	84	89	86	83	85	82	80
3,00	115	99	111	97	105	94	90	87	91	89	86	87	85	83
4,00	119	101	115	100	109	96	94	91	94	92	90	89	88	86
5,00	121	102	117	101	112	98	96	94	96	94	92	92	91	88

Indice du local

Indice du canal

facteur d'utilance

**4** Calculs

**4.1. Flux lumineux à fournir**

Pour éclairer la totalité du plan utile d'une pièce rectangulaire (surface =  $a \times b$ ) au niveau d'éclairement  $E$  avec des lampes, il faut installer des lampes donnant au total un flux  $F$ .

$$F = \frac{E \times a \times b}{U \times \eta}$$

$E$  = éclairement demandé (en lux).  
 $a$  = longueur du local (en m).  
 $b$  = largeur du local (en m).  
 $U$  = facteur d'utilance.  
 $\eta$  = rendement du luminaire.

**4.2. Facteurs compensateur de dépréciation (d)**

En cours d'utilisation, le flux émis par une lampe baisse ; les causes sont diverses :

- les lampes se couvrent de poussière ; les parois du local vieillissent et sont moins réfléchissantes ;
- les lampes ont tendance à s'user et le flux lumineux produit diminue ;
- selon la maintenance, changement périodique des lampes.

Pour tenir compte de ces événements, l'Association Française de l'Éclairage (AFE) indique les valeurs suivantes :

Niveau d'empoussièrement	Facteur d'empoussièrement	Facteur lampes	Facteur maintenance	Facteur compensateur de dépréciation
Faible	0,9	0,9	0,8	1,25
Moyen	0,8	0,9	0,7	1,40
Élevé	0,7	0,9	0,6	1,60

Le facteur compensateur de dépréciation est le chiffre par lequel il faut multiplier l'éclairement moyen en service pour connaître le flux à installer initialement ;

d'où :

$$F = \frac{E \times a \times b \times d}{U \times \eta}$$

### 4.3. Nombre de luminaires

Connaissant le flux lumineux total, et le flux lumineux produit par chaque luminaire on en déduit le nombre de luminaires à installer.

$$N = \frac{F_{\text{total}}}{f}$$

$N$  = nombre de luminaires.  
 $F$  = flux lumineux total à produire (en lumens).  
 $f$  = flux lumineux produit par 1 appareil.

Remarque : un luminaire peut comprendre plusieurs lampes.

## 5 Implantation des sources

La répartition des luminaires peut être fonction :

- de l'emplacement des postes de travail ;
- de la constitution du plafond ;
- de la présence d'obstacles (poutres apparentes, caissons, etc.) ;
- du nombre de points lumineux.

Les valeurs des distances entre luminaires dépendent de la classe des luminaires et de la hauteur utile  $h$  (fig. 4).

Le tableau ci-contre donne des coefficients  $\delta$  de distance maximale entre deux luminaires, en fonction de la classe du luminaire.

Remarque : selon les constructeurs, il peut arriver que le coefficient  $\delta$  soit différent dans le sens longitudinal et dans le sens transversal.

La distance entre les luminaires (fig. 5) est donnée par la relation :

$$d_l = h \times \delta$$

$h$  = hauteur entre le plan des luminaires et le plan utile (en m).  
 $\delta$  = coefficient de distance entre les luminaires.

Exemple :

Luminaires et classe C  $\rightarrow \delta = 1,3$  dans un local de hauteur 3 m avec luminaires encastrés dans le plafond, longueur 10 m, largeur 7,50 m.

Calculs :

Distance entre luminaire  $= h = 3 \text{ m} - 0,85 = 2,15$ .

0,85 = hauteur du plan utile interdistance.

$$d_l = h \times \delta = 2,15 \times 1,3 = 2,80 \text{ m}$$

Dans le sens longitudinal on aura :

$$\frac{a}{d_l} = \frac{10}{2,8} = 3,57 \text{ soit } 4 \text{ luminaires au moins.}$$

Dans le sens transversal on aura :

$$\frac{b}{d_l} = \frac{7,5}{2,80} = 2,67 \text{ soit } 3 \text{ luminaires au moins.}$$

On retient les valeurs de l'appareil dans le sens longitudinal et 3 appareils dans le sens transversal.

Enfin, on peut être conduit à redéfinir le nombre de luminaires en fonction de l'implantation. Dans ce cas, il faut refaire les calculs.

### En savoir plus...

Les fabricants de luminaires fournissent des logiciels de calculs de projet d'éclairage intérieurs et grands espaces. Ces logiciels suivent exactement la démarche développée dans ce chapitre et nécessitent l'entrée des données spécifiques au local et des types de sources et d'appareillages. De plus, ils sont pourvus d'une base de données (texte-image) des produits du constructeur, ce qui permet d'obtenir des courbes isoflux en fonction des différentes implantations prévisionnelles.

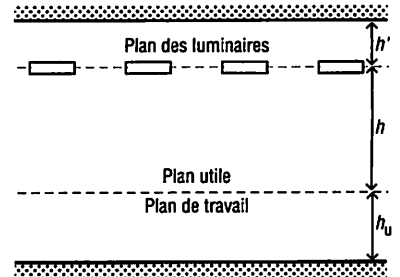


Fig. 4 : Disposition des luminaires dans le sens de la hauteur.

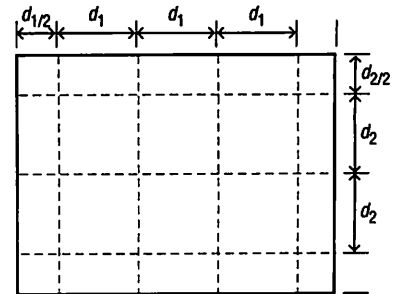


Fig. 5 : Disposition des luminaires sur plan.

Tableau 2 : Interdistances  $\delta$  entre luminaires.

Classe	Distance maximale entre 2 luminaires
A	$1 \times h$
B	$1,1 \times h$
C	$1,3 \times h$
D	$1,6 \times h$
E	$1,9 \times h$
F	$2 \times h$
G	$2 \times h$
H	$1,9 \times h$
I	$2 \times h$
J	$2,3 \times h$

## L'essentiel

- L'établissement d'un avant-projet d'éclairage comprend les étapes suivantes :
  - la détermination de l'éclairement qui est surtout fonction de l'activité qui se déroule dans le lieu à éclairer ;
  - le choix des sources lumineuses et des luminaires, qui répond souvent à des facteurs esthétiques et de confort lumineux ainsi qu'aux conditions d'environnement ;
  - le calcul du flux lumineux total à produire qui prend en compte les données du local et les relations photométriques ;
  - enfin, l'implantation des sources lumineuses qui doit permettre une bonne répartition des flux lumineux.
- La fiche méthode page 137 et la feuille de calcul page 138 concrétisent toutes ces étapes.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. L'éclairement fait partie des données de départ d'un projet d'éclairage.
2. Le flux total à fournir est une donnée de début d'un projet d'éclairage.
3. Le choix des types de source de lumière s'effectue quand le projet est fini.
4. Le cahier des charges contient toutes les données de départ d'un projet.
5. L'éclairage de sécurité peut faire partie du cahier des charges.
6. Le projet d'éclairage prend en compte les dimensions du local.
7. La couleur des murs, du sol, et du plafond ne sont pas prises en compte dans le projet.
8. L'indice du local prend en compte la longueur, la largeur, et la hauteur du local.
9. Le rapport de suspension est le rapport entre la hauteur du plan de travail et la distance entre le luminaire et le plafond.
10. Quand le luminaire est fixé directement au plafond, on prend un rapport de suspension égal à 1/3.
11. Le facteur de réflexion est différent selon la couleur des parois d'un local.
12. Une paroi vitrée donne un facteur de réflexion proche de 100 %.
13. L'utilance est le rapport entre le flux reçu par le plan utile au flux total sortant des luminaires.
14. Pour déterminer l'utilance, on fait intervenir uniquement l'indice du local et le facteur de suspension.
15. Le facteur d'utilance se détermine à l'aide de tableaux. Il y a autant de tableaux que de classes de luminaire.
16. Le facteur de dépréciation dépend des facteurs d'empoussiérage, de vieillissement, de maintenance.
17. Le facteur,  $d$ , est le produit des trois facteurs : empoussiérage, vieillissement, et maintenance.
18. La distance entre les luminaires est quelconque.
19. La distance entre les luminaires dépend de la classe du luminaire.
20. Le nombre de luminaires se calcule à partir du flux total à fournir.

## RÉSOLUS

1. Une salle de classe a pour dimensions, longueur 11 m, largeur 7 m, hauteur 4 m, hauteur du plan de travail, 0,80 m. On demande de calculer :

- l'indice du local ;
- l'éclairage recommandé.

**Solution :**

a. L'indice du local est donné par la formule :

$$K = \frac{a \times b}{(a + b)h} = \frac{11 \times 7}{(11 + 7) \times 3,2} = 1,33$$

b. L'éclairage recommandé dans une salle de classe est de : 400 lux (tableau p. 129).

2. Pour la salle de classe ci-dessus, on vous demande de définir le type de luminaire à employer, précisez :

- le symbole photométrique et la catégorie du luminaire ;
- la distance maximale entre sources ;
- La désignation Mazda.

**Solution :**

a. D'après la documentation Mazda, on prendra un luminaire de type Scola :  $0,38 D + 0,26 T$ , il appartient à deux catégories F1, direct intensif, et T, indirect.

b. Distance maximale entre 2 sources (tableau p. 134), pour la classe D, on a  $1,6 \times h$ .

c. La désignation Mazda est : Luminaire Scola  $2 \times 36$ .

3. Soit à éclairer un bureau dont les dimensions sont :

- longueur : 10 m ; largeur : 4,75 m ; hauteur : 3 m ;
- hauteur du plan de travail : 0,85 m.

Plafond blanc, murs clairs, plan de travail foncé.

Ce local ne présente aucun risque relatif à l'environnement.

On vous demande de choisir :

- les lampes ou tubes d'éclairage ;
- les luminaires utilisés ;
- les flux lumineux total ;
- le nombre de luminaires et leur implantation.

**Solution :** Voir la fiche de calcul p. 141.

## À RÉSOUDRE

1. Un atelier de mécanique a les dimensions suivantes : longueur 75 m, largeur 32 m, hauteur 7 m. On a choisi d'y installer des luminaires classe C. Les sources étant à 6 m de la surface à éclairer :

- définissez la catégorie de luminaire,
- donnez la distance maximale entre les sources,
- calculez l'indice de l'atelier  $k$ .

2. En reprenant les données de l'exercice précédent, sachant que l'éclairage retenu pour cet atelier est de 300 lux, déterminez :

- le type et la référence des luminaires ;
- les lampes choisies.

Envisagez deux cas possibles : éclairage par fluorescence et lampes à décharge.

Dans ce dernier cas, on considérera le luminaire uniquement défini par sa classe et sa catégorie.

3. Calculez le flux total nécessaire pour l'éclairage de l'atelier défini aux exercices 1 et 2. Donnez l'implantation des luminaires.

4. Dans un bureau de longueur 6 m, de largeur 3,80 m et de hauteur totale 2,80 m, on désire un éclairage de 500 lux. Les facteurs de réflexion étant de 0,50 pour le plafond, 0,30 pour les murs et 0,10 pour le sol, déterminez :

- l'indice du local (plan de travail à 0,80 m du sol) ;
- l'utilance dans les modes d'éclairage : direct intensif, direct extensif semi-direct, mixte, indirect et pour les valeurs  $J = 0$  et  $J = 1$ .

Quel est le mode d'éclairage le moins pénalisant en termes d'économies d'énergie ? Pourquoi ?

5. Une salle de réunion mesure 10 m par 15. Sa hauteur totale est de 3,30 m. Les facteurs de réflexion sont : plafond 0,50, mur 0,30, sol 0,10. L'éclairage demandé est de 300 lux. Il est obtenu avec des luminaires encastrés dans le plafond.

Établissez le projet d'éclairage en utilisant les fiches de documentation et la fiche de calcul page 138.

6. Un petit supermarché mesure 11 m de large et 26 m de long ; sa hauteur sous plafond est de 3 m. Sachant que le plafond est blanc, les murs clairs et que le plan utile a un facteur de réflexion moyen :

- choisissez les luminaires ;
- déterminez les lampes ou tubes à employer ;
- calculez l'indice du local, son utilance ;
- déterminez l'éclairage et calculez le flux lumineux nécessaire ;
- calculez le nombre des luminaires et effectuez-en l'implantation.

## Méthode de calcul d'un projet d'éclairage

Pour effectuer un projet d'éclairage il est indispensable de suivre la succession des calculs et choix, qui partant du local à éclairer, permettent de définir les sources lumineuses, les appareils d'éclairage et leur implantation.

<b>Le local à éclairer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La nature du local ou de son emploi.</li> <li>- Ses dimensions : longueur (<math>a</math>), largeur (<math>b</math>), hauteur totale (<math>h\bar{h}</math>) et hauteur du plan utile (<math>h_u</math>).</li> <li>- Risques rencontrés dans le local relatifs à : l'environnement, utilisation, la construction des bâtiments.</li> </ul> <p>Détermination :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- IP et IK = Indice de protection, tableau p. 88.</li> <li>- Coefficient d'empoussièrement, tableau p. 133.</li> <li>- Éclairage recommandé, tableau p. 129.</li> </ul>
<b>Choix des luminaires</b>	<p>En fonction de la nature du local et de son emploi, des risques rencontrés, des considérations esthétiques et de luminance, on choisit dans les catalogues des constructeurs une référence de luminaire et on relève la définition photométrique du luminaire.</p> $Ph = \eta_i X + \eta_s T$
<b>Caractéristiques des lampes</b>	<p>Selon l'indice de rendu des couleurs, et la température de lumière, on sera souvent conduit à choisir entre des lampes à incandescence ou à fluorescence. On relèvera :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- puissance, tension, durée de vie,</li> <li>- flux lumineux, facteur de dépréciation, forme, dimension.</li> </ul>
<b>Calcul du flux lumineux à produire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul de l'indice du local :             <math display="block">K = \frac{a \times b}{(a + b) \times h}</math> <p>avec <math>h = h_t - h' - h_u</math></p> </li> <li>• Calcul de l'indice de suspension :             <math display="block">j = \frac{h'}{h + h'}</math> </li> <li>• Détermination de l'utilité à partir :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- du facteur de suspension <math>j</math> ;</li> <li>- de l'indice du local <math>K</math> ;</li> <li>- des facteurs de réflexion (plafond, murs, surface utile) ;</li> <li>- de la classe du luminaire et de l'indice de suspension.</li> </ul> </li> <li>• Détermination du facteur de dépréciation.</li> <li>• Application de la formule du flux total.             <math display="block">F = \frac{E \times a \times b \times d}{\eta_i \times U_i + \eta_s U_s}</math> </li> </ul>
<b>Implantation des luminaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul du nombre de luminaires en fonction :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- du flux total à produire,</li> <li>- du nombre de lampes ou tubes par appareil,</li> <li>- du flux d'une lampe :</li> </ul> <math display="block">N = \frac{F}{n \times \text{flux d'une lampe}}</math> </li> <li>• Répartition des luminaires :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interdistance maximale entre appareil <math>d_1 = h \times \delta</math></li> <li>- Nombre d'appareils minimum</li> </ul> <p>dans la longueur <math>\frac{a}{d_1}</math></p> <p>dans la largeur <math>\frac{b}{d_1}</math></p> </li> </ul>

### Remarque :

Les logiciels de calcul sont l'application directe de la méthode ci-dessus. Ils facilitent les calculs et permettent des simulations en fonction de différents matériels ou lors de changements d'implantation. Enfin, ils permettent d'établir des courbes isolux qui indiquent l'éclairage en chaque point du local.





# Tableaux d'utilance

LUMINAIRE CLASSE A Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50 TABLEAU D'UTILANCE POUR j = 0													LUMINAIRE CLASSE A Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50 TABLEAU D'UTILANCE POUR j = 1/3																		
A													A																		
Facteurs de réflexion		873	871	773	771	753	751	731	711	551	531	511	331	311	000	Facteurs de réflexion		873	871	773	771	753	751	731	711	551	531	511	331	311	000
Indice du local	0,60	90	83	89	82	80	76	73	70	76	72	70	72	70	69	0,60	87	81	86	81	78	75	72	70	75	72	70	72	70	69	
	0,80	98	89	96	88	88	83	79	77	82	79	77	79	76	75	0,80	94	87	93	87	85	82	79	76	81	78	76	78	76	75	
	1,00	103	93	101	92	93	87	84	81	86	83	81	82	80	79	1,00	99	91	98	90	90	86	83	80	85	82	80	82	80	79	
	1,25	108	96	106	95	98	91	88	86	90	87	85	86	85	83	1,25	104	95	103	94	95	90	87	85	89	86	85	86	84	83	
	1,50	111	98	108	97	101	93	90	88	92	89	87	88	86	85	1,50	107	96	105	95	98	92	89	87	91	88	86	88	86	85	
	2,00	115	100	112	99	106	96	94	92	95	93	91	92	90	88	2,00	112	99	109	98	103	95	93	91	94	92	90	91	90	88	
	2,50	118	102	115	101	110	98	96	94	97	95	93	94	92	90	2,50	115	101	112	100	107	97	95	93	96	94	93	93	92	90	
	3,00	120	103	117	102	112	100	98	97	98	97	95	95	94	92	3,00	118	102	115	102	109	99	97	96	98	96	95	95	94	92	
	4,00	123	105	119	104	116	102	101	100	100	99	98	98	97	95	4,00	121	104	118	103	113	101	100	99	100	99	97	97	96	95	
	5,00	125	106	121	105	118	104	103	102	102	101	100	99	99	96	5,00	123	105	119	104	116	103	102	101	101	100	99	99	98	96	

LUMINAIRE CLASSE B Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50 TABLEAU D'UTILANCE POUR j = 0													LUMINAIRE CLASSE B Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50 TABLEAU D'UTILANCE POUR j = 1/3																		
B													B																		
Facteurs de réflexion		873	871	773	771	753	751	731	711	551	531	511	331	311	000	Facteurs de réflexion		873	871	773	771	753	751	731	711	551	531	511	331	311	000
Indice du local	0,60	81	75	80	74	69	66	61	58	65	61	58	61	58	56	0,60	77	72	77	72	67	65	60	57	65	60	57	60	57	56	
	0,80	91	83	89	81	79	75	70	66	74	69	66	69	66	64	0,80	87	80	86	80	76	73	69	66	73	69	66	68	66	64	
	1,00	97	87	95	86	85	80	75	72	79	75	72	74	71	70	1,00	93	85	91	84	82	78	74	71	78	74	71	74	71	70	
	1,25	103	92	101	90	92	85	81	78	84	80	77	79	77	75	1,25	99	90	97	89	89	84	80	77	83	79	77	79	76	75	
	1,50	107	94	104	93	96	88	84	81	86	83	80	82	80	78	1,50	103	92	101	91	92	87	83	80	86	82	80	82	79	78	
	2,00	112	98	109	96	102	92	89	86	91	88	86	87	85	83	2,00	109	96	106	95	99	91	88	85	90	87	85	86	84	83	
	2,50	116	100	112	99	106	95	93	90	94	91	89	90	88	86	2,50	113	99	110	98	103	94	91	89	93	90	88	90	88	86	
	3,00	118	101	115	100	109	98	95	93	96	94	92	92	91	88	3,00	116	101	112	100	106	96	94	92	95	93	91	92	90	88	
	4,00	122	103	118	102	114	100	98	97	98	97	95	95	94	92	4,00	119	103	116	102	113	99	97	96	98	96	94	95	93	92	
	5,00	124	105	120	103	116	102	100	99	100	99	98	97	96	94	5,00	122	104	118	103	114	101	100	98	99	98	97	97	96	94	

LUMINAIRE CLASSE C Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50 TABLEAU D'UTILANCE POUR j = 0													LUMINAIRE CLASSE C Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50 TABLEAU D'UTILANCE POUR j = 1/3																		
C													C																		
Facteurs de réflexion		873	871	773	771	753	751	731	711	551	531	511	331	311	000	Facteurs de réflexion		873	871	773	771	753	751	731	711	551	531	511	331	311	000
Indice du local	0,60	72	66	70	65	59	56	50	46	55	49	45	49	45	44	0,60	68	63	67	63	56	54	49	55	54	49	45	49	45	44	
	0,80	83	76	81	74	70	66	60	55	65	59	55	59	55	53	0,80	79	73	78	72	67	64	59	55	63	58	55	58	55	53	
	1,00	91	81	88	80	77	72	67	62	71	66	62	65	62	60	1,00	86	79	85	78	74	71	65	62	70	65	61	65	61	60	
	1,25	98	87	95	85	85	79	73	69	77	72	69	72	68	66	1,25	93	85	92	84	82	77	72	68	76	72	68	71	68	66	
	1,50	102	90	99	88	90	82	77	73	81	76	73	75	72	70	1,50	98	88	96	87	86	81	76	72	80	76	72	75	72	70	
	2,00	108	94	105	93	97	88	84	80	86	82	79	81	78	76	2,00	105	93	102	92	94	86	82	79	85	81	78	81	78	76	
	2,50	112	97	109	96	102	91	87	84	89	86	83	85	82	80	2,50	108	96	106	95	98	90	86	83	88	85	83	84	82	80	
	3,00	115	99	111	97	106	94	90	87	91	89	86	87	85	83	3,00	112	98	109	97	102	92	89	86	91	88	85	87	85	83	
	4,00	119	101	115	100	109	96	94	91	94	92	90	89	88	86	4,00	116	100	113	99	107	96	93	90	94	91	89	90	88	86	
	5,00	121	102	117	101	112	98	96	94	96	94	92	92	91	88	5,00	119	102	115	100	110	98	95	93	96	94	92	92	91	88	

LUMINAIRE CLASSE D Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50 TABLEAU D'UTILANCE POUR j = 0													LUMINAIRE CLASSE D Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50 TABLEAU D'UTILANCE POUR j = 1/3																		
D													D																		
Facteurs de réflexion		873	871	773	771	753	751	731	711	551	531	511	331	311	000	Facteurs de réflexion		873	871	773	771	753	751	731	711	551	531	511	331	311	000
Indice du local	0,60	66	61	65	60	52	50	43	38	49	42	38	42	38	36	0,60	62	58	61	57	49	48	42	37	47	42	37	41	37	36	
	0,80	78	71	75	69	63	59	52	47	58	52	47	51	47	45	0,80	73	67	72	67	60	57	51	47	57	51	47	51	47	45	
	1,00	86	77	83	76	71	66	60	55	65	59	54	58	54	52	1,00	81	74	79	73	68	65	59	54	64	58	54	58	54	52	
	1,25	93	83	90	81	79	73	67	62	72	66	62	65	62	59	1,25	89	80	87	79	76	72	66	62	71	65	61	65	61	59	
	1,50	98	86	95	85	85	78	72	67	76	71	67	70	66	64	1,50	94	84	92	83	81	76	70	66	75	70	66	69	66	64	
	2,00	105	92	102	90	93	84	79	75	82	78	74	77	73	71	2,00	102	90	99	89	89	83	78	74	81	77	73	76	73	71	
	2,50	110	95	106	93	98	88	84	80	86	82	79	81	78	76	2,50	107	94	104	92	95	87	83	79	85	82	78	81	78	76	
	3,00	113	97	109	96	102	91	87	84	89	86	83	84	82	79	3,00	110	96	107	95	99	90	86	83	88	85	82	84	81	79	
	4,00	117	100	113	98	108	95	92	89	93	90	88	89	86	84	4,00	115	99	111	98	105	94	91	88	92	90	87	88	86	84	
	5,00	120	101	116	100	111	97	95	92	95	93	91	91	89	87	5,00	118	101	114	100	109	96	94	91	95	92	90	91	89	87	

LUMINAIRE CLASSE E Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50 TABLEAU D'UTILANCE POUR j = 0													LUMINAIRE CLASSE E Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50 TABLEAU D'UTILANCE POUR j = 1/3																		
E													E																		
Facteurs de réflexion		873	871	773	771	753	751	731	711	551	531	511	331	311	000	Facteurs de réflexion		873	871	773	771	753	751	731	711	551	531	511	331	311	000
Indice du local	0,60	61	56	59	55	45	43	36	30	42	35	30	35	30	28	0,60	56	53	55	52	43	41	35	30	41	35	30	34	30	28	
	0,80	72	66	70	64	56	53	45	40	52	45	39	44	39	37	0,80	67	62	66	61	53	51	44	39	50	44	39	44	39	37	
	1,00	81	72	78	71	65	61	53	47	59	52	47	51	47	44	1,00	76	69	74	68	61	58	52	47	58	51	46	51	46	44	
	1,25	89	79	86	77	74	68	61	56	66	60	55	59	55																	

# Tableaux d'utilance (suite)

LUMINAIRE CLASSE F		LUMINAIRE CLASSE G		LUMINAIRE CLASSE H		LUMINAIRE CLASSE J		LUMINAIRE CLASSE T	
Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50		Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50		Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50		Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50		Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50	
TABLEAU D'UTILANCE POUR I = 0		TABLEAU D'UTILANCE POUR I = 0		TABLEAU D'UTILANCE POUR I = 0		TABLEAU D'UTILANCE POUR I = 0		TABLEAU D'UTILANCE POUR I = 0	
Facteurs de réflexion		Facteurs de réflexion		Facteurs de réflexion		Facteurs de réflexion		Facteurs de réflexion	
873	871	873	871	873	871	873	871	873	871
0,60	56	52	55	51	40	38	30	24	29
0,80	70	62	77	70	49	42	37	32	24
1,00	80	72	84	77	54	47	41	38	34
1,25	90	80	92	85	60	53	48	45	40
1,50	94	84	96	89	66	59	54	50	45
2,00	104	94	106	99	72	66	62	58	53
2,50	109	99	111	103	77	71	67	63	58
3,00	113	103	115	107	81	75	71	67	62
4,00	117	107	119	111	85	79	75	71	66
5,00	119	109	121	113	88	82	78	74	69

LUMINAIRE CLASSE G		LUMINAIRE CLASSE H		LUMINAIRE CLASSE J		LUMINAIRE CLASSE T	
Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50		Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50		Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50		Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50	
TABLEAU D'UTILANCE POUR I = 1/3		TABLEAU D'UTILANCE POUR I = 1/3		TABLEAU D'UTILANCE POUR I = 1/3		TABLEAU D'UTILANCE POUR I = 1/3	
Facteurs de réflexion		Facteurs de réflexion		Facteurs de réflexion		Facteurs de réflexion	
873	871	873	871	873	871	873	871
0,60	52	48	51	40	38	30	24
0,80	65	60	64	49	42	37	32
1,00	75	69	73	54	47	41	38
1,25	85	77	81	60	53	48	45
1,50	91	82	86	66	59	54	50
2,00	100	90	94	72	66	62	58
2,50	106	96	100	77	71	67	63
3,00	110	99	103	81	75	71	67
4,00	114	103	107	85	79	75	71
5,00	114	103	107	85	79	75	71

LUMINAIRE CLASSE T		LUMINAIRE CLASSE J		LUMINAIRE CLASSE H		LUMINAIRE CLASSE J		LUMINAIRE CLASSE T	
Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50		Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50		Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50		Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50		Indice de maille km = 1,00 - Indice de proximité kp = 0,50	
TABLEAU D'UTILANCE POUR I = 0		TABLEAU D'UTILANCE POUR I = 0		TABLEAU D'UTILANCE POUR I = 0		TABLEAU D'UTILANCE POUR I = 0		TABLEAU D'UTILANCE POUR I = 0	
Facteurs de réflexion		Facteurs de réflexion		Facteurs de réflexion		Facteurs de réflexion		Facteurs de réflexion	
873	871	873	871	873	871	873	871	873	871
0,60	47	43	40	38	30	24	29	24	29
0,80	56	47	43	37	32	27	31	26	31
1,00	63	51	47	41	36	31	35	30	35
1,25	69	56	52	46	41	36	40	35	40
1,50	74	61	57	51	46	41	44	39	44
2,00	80	68	63	56	51	46	50	45	50
2,50	85	73	71	63	56	51	54	49	54
3,00	88	75	74	66	59	54	57	52	57
4,00	92	78	77	69	62	57	60	55	60
5,00	94	79	77	71	64	59	62	57	62

## Avant-projet d'éclairage

### 1. Données relatives au local

Nature activité : bureau

Dimensions : longueur  $a = 10 \text{ m}$   
 largeur  $b = 4,75 \text{ m}$   
 hauteur totale  $h_t = 3 \text{ m}$   
 hauteur du plan utile  $h_u = 0,85 \text{ m}$

Risques relatifs à l'environnement : nul  
 à l'utilisation : nul  
 à la construction : nul

Couleur du plafond : blanc  
 des murs : clair  
 de la surface utile : foncée  
 Obstacles éventuels :  
 (piliers, ponts roulants)

ÉCLAIREMENT : 500 lux  
 COEFFICIENT D'EMPOUSSIÈREMENT : 0,9  
 INDICE DE PROTECTION : IP 20

### 2. Choix des luminaires

Système d'éclairage <sup>(1)</sup> F 1 direct intensif  
**F 2 direct extensif**  
 F 3 semi-direct  
 F 4 mixte  
 F 5 indirect

Type de luminaire <sup>(1)</sup> - encastré  
 - en plafonnier  
 - suspendu h suspension =

Constructeur MAZDA Référence

Définition photométrique du luminaire

$Ph = 0,67 D + 0 T$

### 3. Choix des lampes

Type de lumière <sup>(1)</sup> Incandescence  
 Fluorescence  
**Autre**

Type de lampe ou tube :  $\varnothing 26 \text{ mm}$ , longueur 1,20 m

Flux lumineux : 3450 lm

Puissance : 36 W Tension : 230 V

Système d'amorçage : Starter  
 IRC 85

Température de couleur : 4000 °K

Constructeur : MAZDA Référence : TPF 36 BRL

### 4. Calcul du flux lumineux total

Indice du local :

$$k = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} \quad \begin{matrix} a = 10 \\ b = 4,75 \\ h = 2,15 \end{matrix}$$

$$h = h_t - h' - h_u$$

$$k = \frac{10 \times 4,75}{2,15 \times (10 + 4,75)} = 1,49$$

$$\text{Indice de suspension : } j = \frac{h'}{h + h'} = \frac{0}{2,15 + 0}$$

$j$  retenu = 0

Coefficient de réflexion plafond : 70  
 murs : 50

Surface utile : 10  
 Classe du luminaire : D

Facteur d'utilité  $U = 0,78$

Facteur de dépréciation :  $d = 1,25$

Calcul du flux lumineux total à produire

$$F = \frac{E \times a \times b \times d}{\eta_l \times U_l \times \eta_s \times U_s}$$

$$F = \frac{500 \times 10 \times 4,75 \times 1,25}{0,67 \times 0,78} = 56800 \text{ lm}$$

### 5. Implantation des luminaires

Calcul du nombre de luminaires

$$N = \frac{F}{n \times \text{flux d'une lampe}} = \frac{56800}{2,15 \times 3450} = 8,2 \text{ soit } 8$$

Interdistance maximale entre appareil (tableau p. 121)

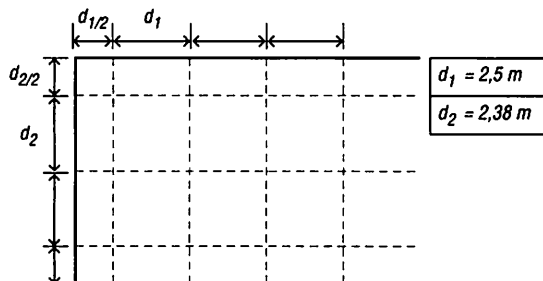
$$\delta = 1,6 \quad d_1 = \delta \times h = 1,6 \times 2,15 = 3,44$$

Nombre minimum de luminaires sur :

$$\text{la longueur } \frac{a}{d_1} = \frac{10}{3,44} = 3 \quad \text{la largeur } \frac{b}{d_1} = \frac{4,75}{3,44} = 1,38$$

Nombre de rangées : 2

Nombre de luminaires par rangée : 4



(1) Rayer la ou les mentions inutiles.

# 15

## Chauffage électrique des locaux

L'électrothermie regroupe l'étude de tous les modes de production de la chaleur à partir de l'énergie électrique. En effet, il existe une grande variété des procédés de chauffage électrique, qui sont applicables dans deux grandes familles : le chauffage domestique et le chauffage industriel.

### 1 Production et transmission de la chaleur

#### 1.1. Rappels d'électrotechnique

##### a) Principe

L'énergie électrique dans une résistance est transformée en chaleur selon la loi de Joule (*fig. 1*).

$$W = RI^2t$$

$W$  : énergie thermique en Joules (ne pas confondre avec  $W$  de watt, qui est une unité de puissance).

$R$  : Résistance en ohms.

$I$  : courant dans la résistance en ampères.

$t$  : temps de passage du courant en secondes.

La correspondance entre l'énergie en joules et la chaleur est donnée par la relation :

$$1 \text{ calorie} = 4,19 \text{ joules}$$

On utilise aussi d'autres unités :

- Le Wattheure      1 Wh = 3 600 joules
- Le kilowattheure    1 kWh = 1 000 Wh
- La thermie      1 th =  $10^6$  cal.

La calorie est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à 1 g d'eau, pour élever sa température de 1 °C.

*Nota* : la calorie n'est pas une unité légale, elle est tolérée.

##### b) La puissance thermique

Pour avoir la puissance dissipée par effet Joule, il suffit de diviser l'énergie par le temps.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{RI^2t}{t} = RI^2 \quad \text{d'où : } P = RI^2$$

#### 1.2. Les différents procédés de chauffage

Le procédé de chauffage par résistance est le plus employé, en particulier pour le chauffage domestique. Les autres procédés sont :

- le chauffage par induction ;
- le chauffage par rayonnement infrarouge ou ultraviolet ;

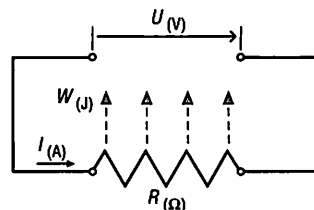
#### OBJECTIF

Mise en œuvre du chauffage électrique par résistance :

- effectuer des couplages d'éléments ;
- effectuer les contrôles courants d'isolement, de tension, de courant de puissance dans le but d'une réparation éventuelle.

#### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 2.2



*Fig. 1* : Circuit résistif parcouru par un courant électrique  $I$ .

- le chauffage par arc ;
- le chauffage par hyperfréquences.

Ces différents procédés sont surtout employés en chauffage électrique industriel et sont étudiés au chapitre 17.

## 2 Transmission de la chaleur

### 2.1. Conduction

C'est l'écoulement de la chaleur à travers un corps de la partie chaude vers la partie froide (fig. 2).

La conduction s'effectue surtout dans les matériaux solides, bons conducteurs de la chaleur (cuivre, aluminium). La propriété inverse est l'isolation thermique (laine de verre, polystyrène).

### 2.2. Convection

Un liquide ou un gaz chauffé se dilate, sa masse volumique diminue, il a tendance à s'élever, il est remplacé par le liquide ou le gaz plus froid, il s'établit un courant de convection (fig. 3).

La convection est forcée quand on accélère le courant de convection à l'aide d'une pompe ou d'un ventilateur.

### 2.3. Rayonnement

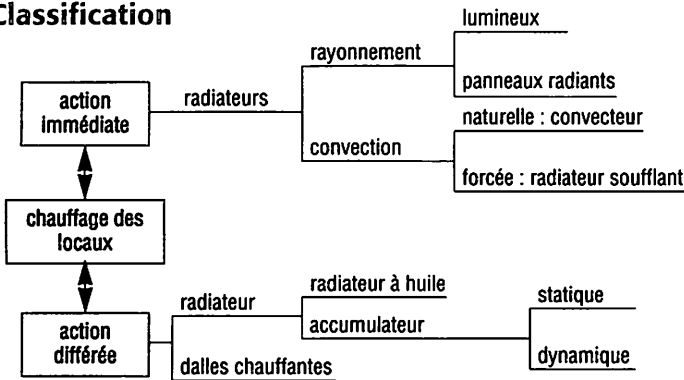
Une résistance portée à une température élevée (au-delà de 700 °C) émet de l'énergie par rayonnement. Cette énergie rayonnée se transforme en chaleur dans la masse du corps à chauffer (fig. 4).

Le chauffage par rayonnement s'effectue surtout en chauffage infrarouge.

## 3 Chauffage des locaux

Le développement du chauffage électrique des locaux a donné naissance à une grande variété de produits qu'il est nécessaire de classer.

### 3.1. Classification



### 3.2. Radiateurs à rayonnement

Ils sont basés sur le principe du rayonnement infrarouge.

#### a) Radiateur infrarouge (fig. 5 et 6)

- Puissance de 600 à 3 000 W.
- Température de fonctionnement de 500 à 1 000 °C.
- Émission de rayonnement infrarouge dirigée par le réflecteur.

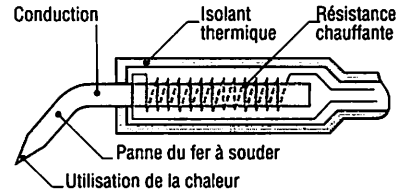


Fig. 2 : La panne de fer à souder transmet la chaleur par conduction.

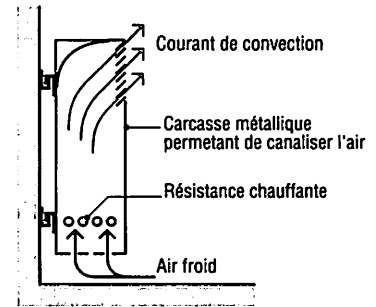


Fig. 3 : Dans le convecteur, l'air chaud s'élève et il est remplacé par de l'air froid.

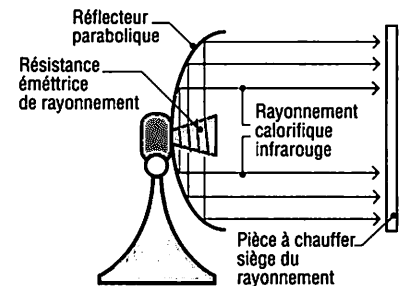


Fig. 4 : La transmission de la chaleur s'effectue aussi bien dans le vide que dans l'air.

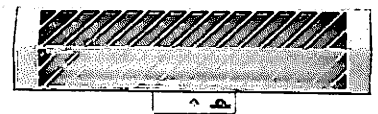


Fig. 5 : Radiateur à rayonnement infrarouge Solaris (Airelec).

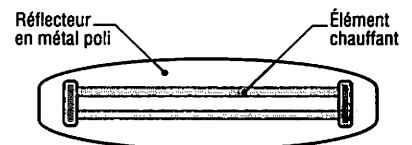


Fig. 6 : Radiateur IR.

### b) Panneaux radiants (fig. 7)

- Puissance jusqu'à 20 kW pour des dimensions de 1 à 6 m.
- Température de 150 à 300 °C.

### c) Films chauffants

L'émetteur de chaleur est un film chauffant, le plafond situé sous ce film est échauffé par effet Joule et cette surface émet l'énergie calorifique sous forme de rayonnement (fig. 8). La température du plafond est portée à environ 35, à 40 °C.

Les films chauffants sont de deux types :

- films métallisés : ruban métallique (plomb/étain) entre deux films de polyester contrecollés entre eux ;
- films graphiques : film de polyester rendu conducteur par enduction de carbone, placé entre deux films de polyéthylène soudés entre eux.

## 3.3. Radiateur à convection ou convecteur

### a) Convection naturelle

L'air chauffé s'élève. Il est remplacé par de l'air froid qui s'échauffe et s'élève à son tour (fig. 9).

Caractéristiques :

- puissance : 500 - 750 - 1 000 - 1 500 - 2 000 - 2 500 - 3 000 W ;
- réglage de la température par interrupteur à thermostat incorporé.

### b) Convection forcée

La convection est dans ce cas forcée au moyen d'une turbine, ou d'un ventilateur (fig. 10).

Pour le chauffage industriel, on emploie des aérothermes. La puissance passe du kW à 10 ou 20 kW pour le chauffage de grandes surfaces d'ateliers.

## 3.4. Radiateur à huile

### a) Constitution

Une cuve remplie d'huile avec des ailettes, analogue à un radiateur de chauffage central, est montée sur roulettes et comporte à sa partie inférieure une résistance blindée. Un thermostat et un interrupteur assurent la commande et la régulation (fig. 11).

### b) Caractéristiques

- Puissance de 500 à 3 000 W.
- Température de l'huile 80 à 90 °C.

Circulation de l'huile par thermosiphon (l'huile chaude monte, elle est remplacée par l'huile froide).

## 3.5. Chauffage à accumulation

### a) Principe

On accumule de la chaleur en chauffant des produits réfractaires ou la dalle pendant les heures de nuit (prix du kWh faible). On la restitue pendant la journée.

### b) Différents types

Un radiateur à accumulation est constitué par des résistances placées dans des briques réfractaires (céramique, mélange d'argile et de fer), l'ensemble étant enfermé dans un caisson isolé (vermiculite). On distingue 3 sortes d'accumulateurs :

- **type I** : ou **statique**, il restitue la chaleur par rayonnement naturel, et par tirage naturel de l'air du local à l'intérieur de la brique ;

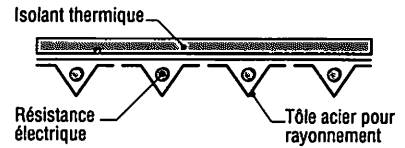


Fig. 7 : Panneau radiant.

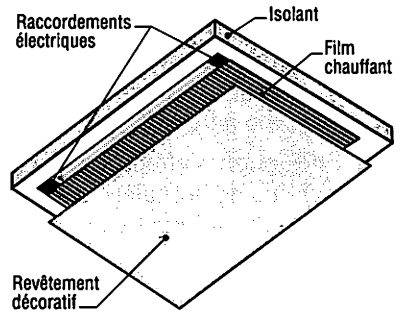


Fig. 8 : Film souple en plafond.

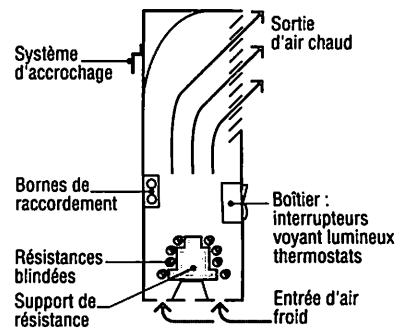


Fig. 9 : Radiateur à convecteur.

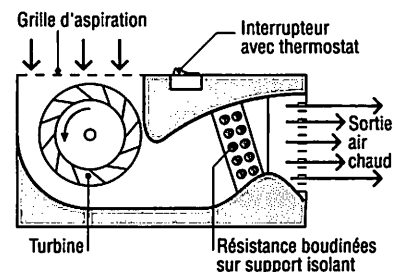


Fig. 10 : Radiateur à convection forcée.

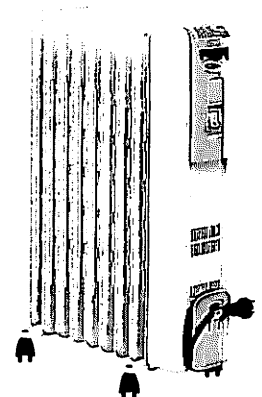


Fig. 11 : Radiateur à huile (Airelec).

- **type II** : ou **statique compensé**, il associe dans le même caisson un noyau statique, et un convecteur piloté par un thermostat d'ambiance (fig. 12) ;
- **type III** : ou **dynamique**, le noyau réfractaire est équipé à sa base d'une turbine asservie à un thermostat d'ambiance qui fait circuler l'air au cœur du noyau et la restitue à bonne température dans la pièce (fig. 13).

**c) Caractéristiques des radiateurs**

- Gamme de puissance : 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 kW.
- Poids 50 à 60 kg par kW.
- Des volets et une turbine règlent la restitution de chaleur.

**d) Planchers chauffants**

Un câble résistant est noyé dans la dalle du bâtiment qui sert d'accumulateur de chaleur (fig. 14). La chaleur est transmise par conduction et par rayonnement. La température de la dalle est inférieure à 25 °C, elle est réglée par des sondes incorporées.

Caractéristiques :

- émission de chaleur par mètre en W/m, exemple 17 W/m ;
- résistance linéique en Ω/m, selon la section ;
- puissance moyenne installée 100 W/m<sup>2</sup>.

Les câbles chauffants sont constitués d'une âme résistive en alliage cupronickel, avec une enveloppe isolante en polyéthylène réticulé et en plus un revêtement métallique.

On appelle **liaison froide**, le câble d'alimentation électrique qui est raccordé au câble chauffant.

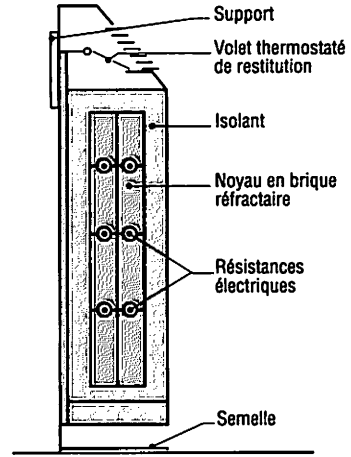


Fig. 12 : Accumulateur statique compensé.

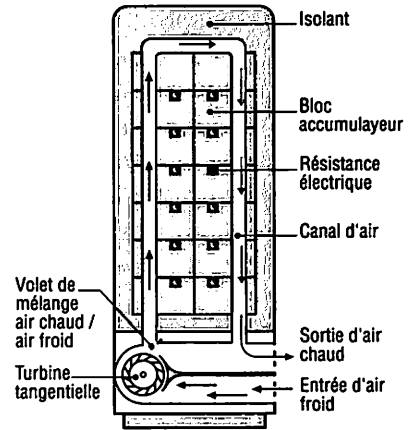


Fig. 13 : Radiateur à accumulation dynamique (Type III).

**4) Chauffage de l'eau**

**4.1. Constitution**

Une cuve avec un thermoplongeur, une arrivée d'eau froide et un départ d'eau chaude. Un thermostat règle la température (fig. 15).

**4.2. Caractéristiques**

- Pression de l'eau (4 à 7 bars).
- Température de l'eau de 55 à 90 °C maxi ; en moyenne 70 °C.
- Contenance du chauffe-eau : 50, 100, 150, 200, 250, 300 L.

**4.3. Capacité des chauffe-eau**

Elle est fixée réglementairement en fonction du nombre de personnes ou du type de logement, selon le tableau 1.

Tableau 1 : Capacités à stocker par logement.

Type de logement	Studio	F2	F3	F4	F5	F6
Capacité mini	100	100	150	150	200	250
« standing »	150	150	200	200	300	300

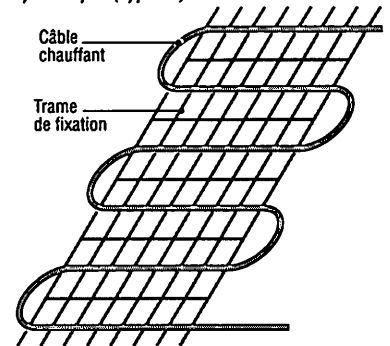


Fig. 14 : Câble chauffant.

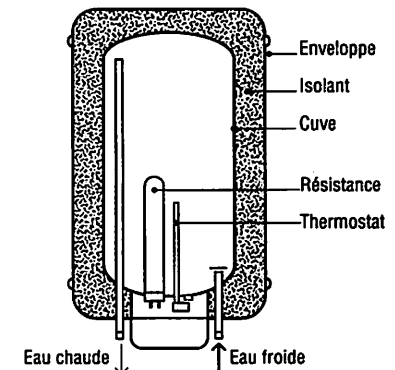


Fig. 15 : Chauffe-eau électrique à accumulation.

## L'essentiel

■ L'énergie dans une résistance est transformée en chaleur (loi de Joule) :  $W = RI^2t$ .

La correspondance entre l'énergie en joules et la chaleur est donnée par la relation :  $1 \text{ calorie} = 4,19 \text{ joules}$ .

Un wattheure est égal à 3 600 joules.

La calorie est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à 1 g d'eau, pour élever sa température de 1 °C. On utilise aussi la thermie :  $1 \text{ th} = 10^6 \text{ cal}$ .

- Les différents procédés de chauffage sont : par résistance, par induction, par rayonnement infrarouge ou ultraviolet, par hyperfréquences.
- La transmission de la chaleur s'effectue par conduction, par convection (naturelle ou forcée), par rayonnement (surtout infrarouge).
- Les appareils utilisant le chauffage électrique domestique sont ceux relatifs à la cuisson des aliments, au chauffage des locaux et de l'eau.
- Les radiateurs électriques peuvent être à rayonnement à convection naturelle ou forcée ou encore à accumulation. Leur commande s'effectue par thermostats et interrupteurs.
- Pour le chauffage de l'eau, on emploie surtout des chauffe-eau à accumulation. La capacité de ces appareils est fonction du type d'appartement et du nombre d'occupants.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. L'énergie calorifique produite par une résistance s'exprime en watts.
2. La puissance thermique dans une résistance est proportionnelle au carré de l'intensité.
3. Un joule correspond à 0,24 calorie.
4. Un kilowattheure correspond à 3 600 joules.
5. La quantité de chaleur émise par une résistance dépend du temps pendant lequel la résistance est alimentée.
6. Une résistance dans un plancher chauffant transmet sa chaleur par conduction.
7. Un convecteur transmet sa chaleur uniquement par rayonnement.
8. La transmission de la chaleur par rayonnement peut s'effectuer dans le vide.
9. Un radiateur alimenté en 200 V et parcouru par un courant de 5 A correspond à une puissance de 1 500 W.
10. Dans un radiateur à huile, l'huile réalise un circuit de convection.
11. Dans un appartement de standing, type F4, on installe un chauffe-eau de 150 litres.
12. Un tableau de commutateur indique pour chaque contact du commutateur le temps de fermeture.
13. Un commutateur permet d'effectuer des couplages de résistances.
14. Un circuit de chauffage est protégé au départ du tableau de répartition.
15. Un circuit de chauffage ne peut alimenter que 2 radiateurs.
16. On peut alimenter un radiateur de 3 kW par des conducteurs de section 1,5 mm<sup>2</sup> protégés par un disjoncteur 25 A.
17. Pour fonctionner pendant les heures creuses, un chauffe-eau doit être alimenté par l'intermédiaire d'un relais temporisé.
18. Si l'on met un relais jour/nuit en marche forcée, il revient en position automatique dès qu'il est commandé par le contact d'horloge.
19. Un radiateur de 1 500 W peut être alimenté par des conducteurs de 2,5 mm<sup>2</sup>.
20. Le chauffage électrique des locaux est un chauffage facile à régler.



# RÉSOLUS

1. Un radiateur possède 3 résistances, il est donné pour 2 000 W. Calculez la puissance pour le couplage mini (trois résistances en série) et pour le couplage maxi (trois résistances en parallèle).

$R_1 = 850 \text{ W}$ ,  $R_2 = 300 \text{ W}$ ,  $R_3 = 850 \text{ W}$ .

**Solution :** Calcul de la valeur de chacune des résistances.

$$P = \frac{U^2}{R} \text{ d'où } R_1 = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2}{850} = 62,23 \ \Omega$$

$$R_2 = \frac{230^2}{300} = 176,33 \ \Omega$$

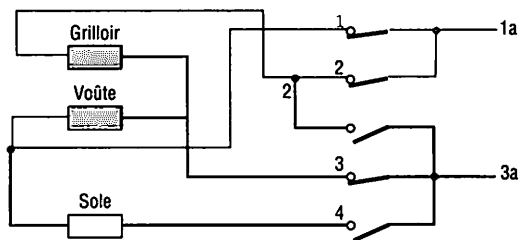
– Trois résistances en série :


$$62,3 + 62,3 + 176,3 = 300,9 \ \Omega$$

$$\text{d'où } P = \frac{U^2}{R} = \frac{230^2}{275,3} = 175,8 \text{ W}$$

– Trois résistances en parallèle ; les puissances des résistances s'ajoutent, soit :  $850 + 300 + 850 = 2\ 000 \text{ W}$ .

2. En utilisant la fiche de documentation (p. 149), tracez le schéma indiquant pour la position 1 du commutateur de four, quels sont les organes sous tension.



**Solution :** Dans la position 1 ou  la voûte et le grilloir sont montés en parallèle, la sole est à l'arrêt.

3. Un radiateur électrique a une puissance de 1,5 kW. Pour chauffer une pièce à usage de bureau, on a déterminé qu'il fallait fournir 5 000 Wh pour obtenir 20 °C. Au bout de combien de temps obtiendra-t-on cette température ?

**Solution :** Pour fournir 5 000 Wh, le radiateur de 1,5 kW ou 1 500 W devra fonctionner pendant :

$$t = \frac{W}{P} = \frac{5\ 000}{1\ 500} = 3,33 \text{ h soit } 3 \text{ h } 20 \text{ min.}$$

# À RÉSOUDRE

1. Une plaque électrique de diamètre 145 mm possède deux résistances de 250 W et une résistance de 500 W. Calculez la puissance la plus faible et la puissance la plus élevée dans le cas d'un commutateur à six positions (tension du secteur 230 V).

2. Une plaque électrique de diamètre 145 mm est composée de trois résistances : 250 W, 500 W et 750 W. Calculez les puissances pour chaque allure de chauffe avec un commutateur à six positions (tension 230 V).

3. Dans une villa, on désire installer un chauffe-eau à accumulation. Sachant que cette maison est habitée par quatre personnes et comporte un évier, une douche, une salle de bains, quelle doit être la contenance du chauffe-eau ?

4. Un immeuble de standing comprend :

- 10 appartements de 2 pièces ;
- 5 appartements de 4 pièces ;
- 10 appartements de 5 pièces.

Déterminez les besoins en capacité de stockage des chauffe-eau à envisager.

5. On désire un chauffage d'appoint dans une salle de bains. Quel type de radiateur choisiriez-vous ? Justifiez votre choix.

6. Dans un appartement ancien, on veut installer le chauffage électrique. Quel type de radiateur conseillez-vous ?

7. Indiquez un appareil de chauffage qui transmet sa chaleur :

- a) par rayonnement ?
- b) par convection ?
- c) par conduction ?

8. Un radiateur électrique a une puissance de 3 kW. Pour chauffer une pièce à usage de bureau, on a déterminé qu'il fallait fournir 7 500 Wh pour obtenir 18 °C. Au bout de combien de temps obtiendra-t-on cette température ?

9. Établissez le schéma du circuit électrique d'un radiateur comportant les possibilités suivantes :

fonction 1 : 2 allures de chauffe 1 000 ou 2 000 W ;

fonction 2 : marche ou arrêt ;

fonction 3 : ventilation forcée ou sans ventilation ;

fonction 4 : thermostat de réglage de la température.

Ces quatre fonctions sont commandées séparément par des interrupteurs ou des inverseurs.

10. Un radiateur électrique 4 000 W-230 V monophasé peut-il être alimenté sur une prise monophasée 10-16 A ?

## Commutateurs de couplages de résistances

Les commutateurs rotatifs permettent de commander plusieurs circuits selon un ordre prédéterminé. Ils sont caractérisés essentiellement par :

- un nombre de positions ;
- des contacts qui assurent pour chaque position la commutation de circuits.

### 1. Principe

À partir des fonctions à réaliser et du schéma développé d'alimentation des récepteurs, on établit un tableau de commutation qui précise pour chaque position les contacts ouverts ou fermés.

Exemple :

Soit un commutateur à quatre positions qui réalise trois circuits, on aura le tableau ci-dessous.

POSITIONS	0	1	2	3
Contacts				
P1  1				
P1  2				
P2  1				

Le contact P1-1 est fermé aux positions 1 et 3 ;  
le contact P1-2 est fermé à la position 2  
le contact P2-1 est fermé aux positions 2 et 3.  
La position 0 correspond à l'arrêt : tous les contacts sont ouverts.

### 2. Couplage de résistances

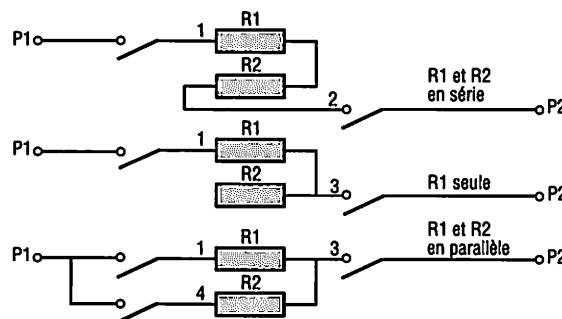
#### a. Fonctions à réaliser

Soit à coupler deux résistances de 20 Ω pour obtenir trois allures de chauffe :

- position 0 : arrêt ;
- position 1 : résistances R1 en série avec R2 ;
- position 2 : résistance R1 seule ;
- position 3 : résistances R1 et R2 en parallèle.

Il faut réaliser les schémas suivants :

#### b. Schéma développé



#### c. Tableau de commutation

POSITIONS		0	1	2	3
CONTACTS	P1  1				
	P1  4				
	P2  2				
	P2  3				

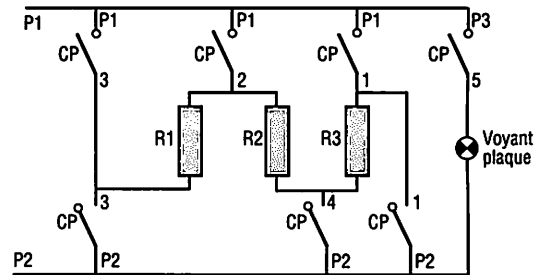
### 3. Plaque chauffante

#### a. Fonctions à réaliser

Pour obtenir six allures de chauffe, on réalise le couplage de trois résistances R1, R2, R3, selon les positions :

- 0 : arrêt
- 1 : R1, R2, R3 en série
- 2 : R1, R2 en série
- 3 : R2 seule
- 4 : R1 seule
- 5 : R1 et R2 en parallèle
- 6 : R1, R2, R3 en parallèle

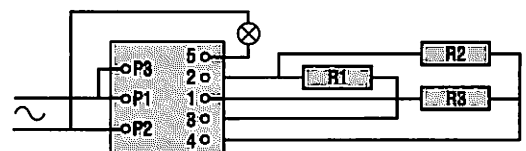
#### b. Schéma développé



#### c. Tableau de commutation

COMMUTATEUR À 7 POSITIONS							
Positions	0	1	2	3	4	5	6
	R1 - R2 R3	R1 - R2	R2	R1	R1/R2	R2/R3	
P3  5							
P1  2							
P1  1							
P1  3							
P2  3							
P2  1							
P2  4							

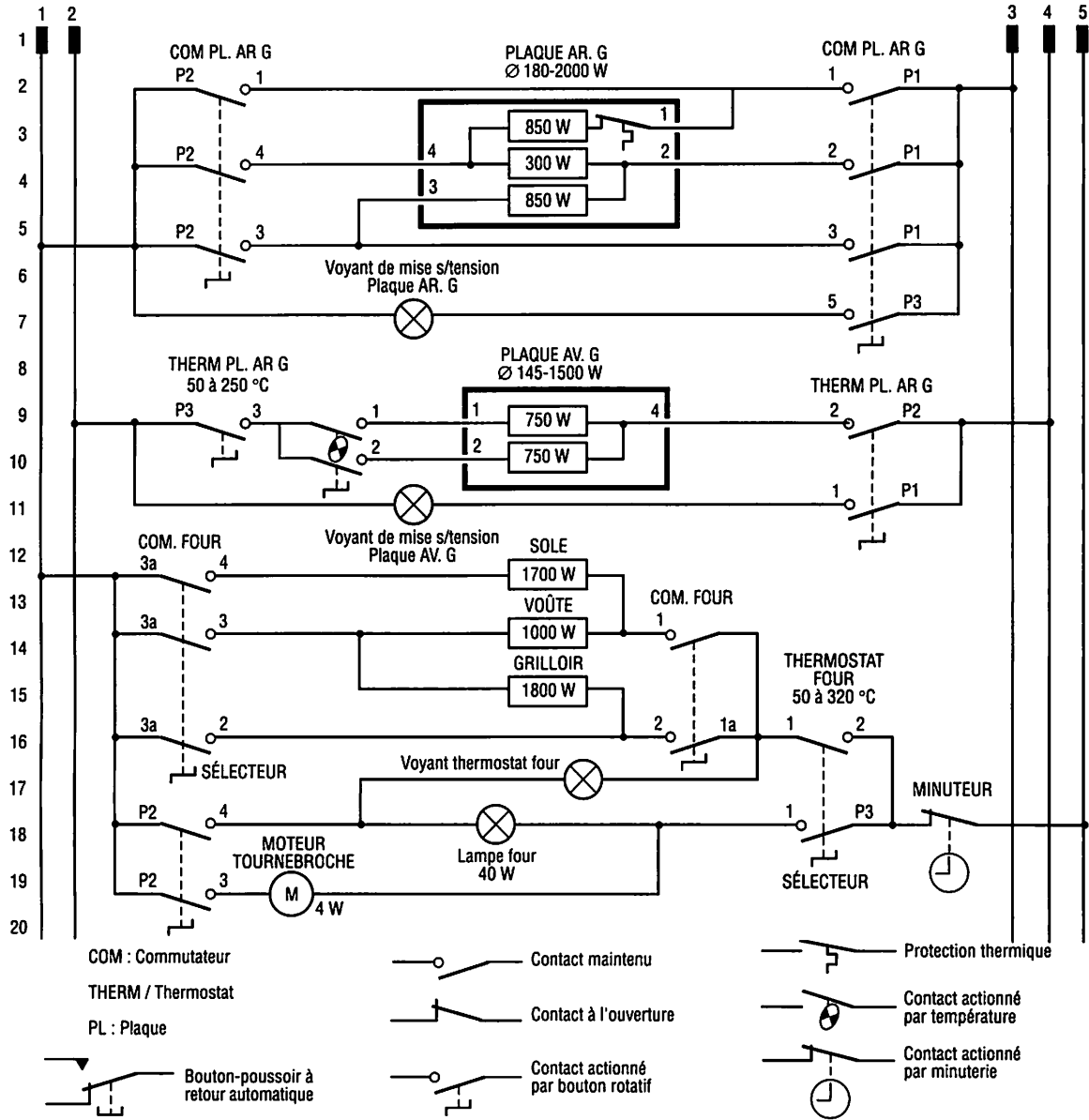
#### d. Schéma multifilaire



## 4. Application des commutateurs

### a. Schéma de principe d'une cuisinière mixte

Réf. D 6060/1 - four électrique - 2 plaques chauffantes



### b. Commutateur plaque (7 positions)

EGO 49.27215.52

Puissance en watts	Arrêt	175	220	300	850	1 150	2 000	Pl. Ar. G
Contacts	0	1	2	3	4	5	6	Positions
4 - P2								Chauffage
3 - P2								
1 - P2								
3 - P1								
1 - P1								
2 - P1								
5 - P3								Voyant plaque

### c. Commutateur four

Contacts	Fonctions	Positions				
		0				
4 - 3a	Sole					
3 - 3a	Voûte et grilloir					
2 - 3a	Grilloir et voûte en série					
2 - 1a	Grilloir					
1 - 1a	Voûte et sole					

D'après document Thomson

# Alimentation des appareils de chauffage

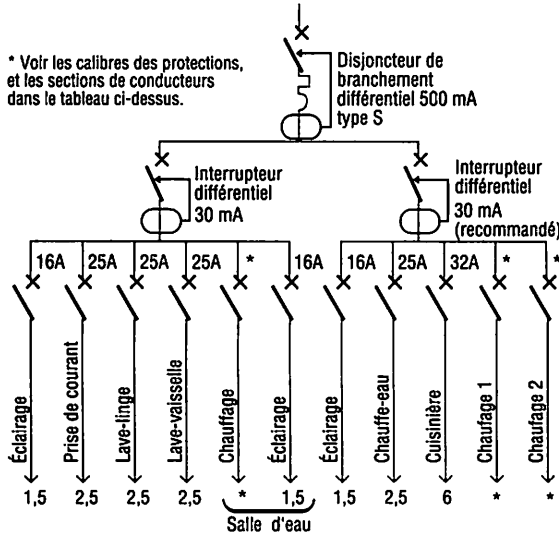
## 1. Tableau de distribution

- Les circuits d'alimentation des appareils de chauffage doivent être distincts des autres circuits.
- Chaque circuit terminal ne doit pas alimenter plus de cinq appareils.
- Les conducteurs des circuits terminaux doivent aboutir directement aux bornes des appareils ou à des boîtes de connexion.
- Les conducteurs actifs d'un même circuit (phase et neutre) et le conducteur de protection doivent être de même section.

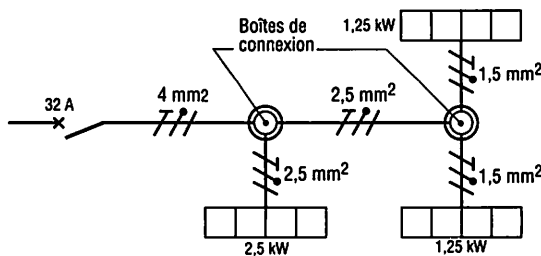
Puissance maximale admissible en fonction de la section des conducteurs pour un circuit monophasé 230 V et protection correspondante.

Section (mm)	1,5	2,5	4	6
Puissance (W)	2 200	4 400	5 500	7 000
Disjoncteur (A)	16	25	32	38
Fusible (A)	10	20	25	32

\* Voir les calibres des protections, et les sections de conducteurs dans le tableau ci-dessus.



Un départ chauffage peut alimenter plusieurs dérivations à condition de respecter les section du tableau ci-après.



Section S	Section des dérivations
2,5 mm <sup>2</sup>	1,5 - 2,5 mm <sup>2</sup>
4 mm <sup>2</sup>	1,5 - 2,5 - 4 mm <sup>2</sup>
6 mm <sup>2</sup>	2,5 - 4 - 6 mm <sup>2</sup>

Le sectionnement du neutre est obligatoire.

## 2. Relais jour/nuit

### a. Principe

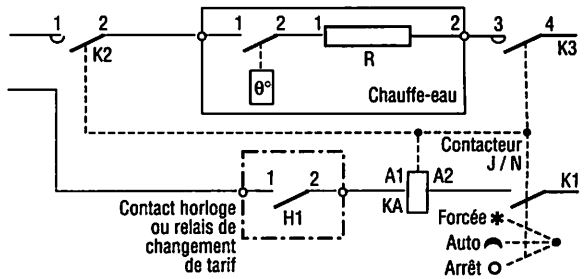
Pour bénéficier du tarif le moins élevé de l'électricité durant les heures de nuit (heures creuses) on utilise un chauffe-eau à accumulation alimenté par un relais jour/nuit.

### b. Fonctions à réaliser

Le relais jour/nuit doit assurer trois fonctions :

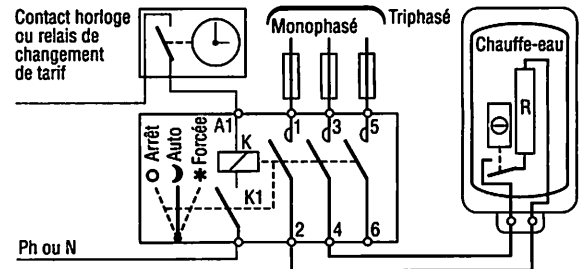
- marche automatique à partir de 22 h,
- marche forcée, par action volontaire,
- arrêt.

### c. Schéma du circuit de commande



### Fonctionnement

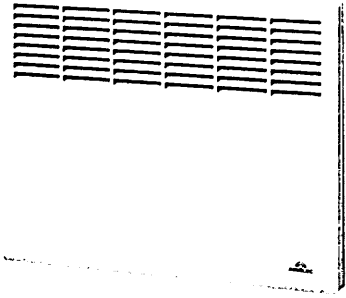
Position automatique : K1 fermé ; la bobine KA est alimentée quand le contact H1 d'horloge se ferme. Elle ferme alors les contacts K2 et K3. La résistance R du chauffe-eau est alimentée. Le contact  $\theta$  du thermostat coupe le circuit lorsque l'eau est à température.



**Gamme de convecteurs Enduroc**

NF **CatB** IP 24 **Mono 230 V~** CE **HLM**

Puissances (W)	Dimensions L x H x P (cm)	Poids (kg)	Références	Codes Blanc	Codes Albâtre	Prix H.T.
<b>Enduroc 4 Électromécanique</b>						
500	28 x 40 x 8	3	P9301 ET 05	A687502	A687495	519
750	36 x 40 x 8	3,7	P9301 ET 07	A687503	A687496	526
1000	44 x 40 x 8	4,1	P9301 ET 10	A687504	A687497	540
1250	52 x 40 x 8	5,0	P9301 ET 12	A687505	A687498	595
1500	60 x 40 x 8	5,5	P9301 ET 15	A687506	A687499	625
1750	76 x 40 x 8	7,1	P9301 ET 17	A687507	A687500	666
2000	84 x 40 x 8	7,9	P9301 ET 20	A687508	A687501	710



**Enduroc électromécanique**

500	28 x 40 x 8	3	P9301 ML 05	A684467	A684432	350
750	36 x 40 x 8	3,7	P9301 ML 07	A684468	A684433	367
1000	44 x 40 x 8	4,1	P9301 ML 10	A684469	A684434	376
1250	52 x 40 x 8	5,0	P9301 ML 12	A684470	A684435	431
1500	60 x 40 x 8	5,5	P9301 ML 15	A684471	A684436	444
1750	76 x 40 x 8	7,1	P9301 ML 17	A684472	A684437	489
2000	84 x 40 x 8	7,9	P9301 ML 20	A684473	A684438	524
2500	100 x 40 x 8	8,5	P9301 ML 25	A684474	A684439	561

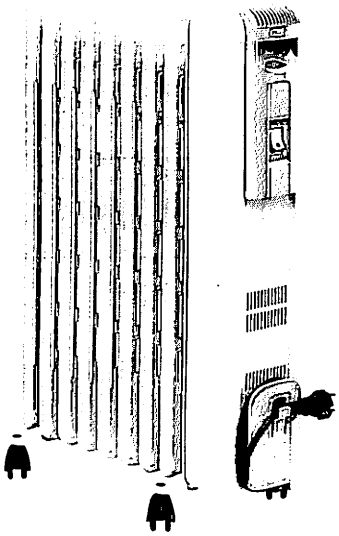
Coupe-circuit thermique de série. Platine gabarit de poste.

Version électronique : programmation par fil pilote. Confort/Eco/Hors-Gel/Arrêt et thermostat électronique modulant.

**Radiateur à huile Séboa**

Conformes aux normes **Mono 230 V~** CE

Puissances (W)	Dimensions L x H x P (cm)	Poids (kg)	Références	Codes	Prix H.T.
700/ 800/1500	36 x 64,5 x 22	15,2	ARH115	A750361	700
900/1000/2000	46 x 64,5 x 22	19,2	ARH120	A750362	845
1100/1400/2500	56 x 64,5 x 22	23,2	ARH125	A750363	948



Radiateur à circulation d'huile mobile sur roulettes. Thermostat mécanique. 3 allures de chauffe thermostatées. Range cordon.

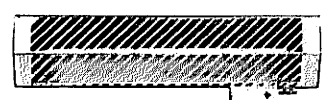
**Radiateur infrarouge Solaris**

NF **IP 24** **Mono 230 V~** CE

Puissances (W)	Dimensions L x H x P (cm)	Poids (kg)	Références	Codes	Prix H.T.
----------------	---------------------------	------------	------------	-------	-----------

**Solaris « 2 » : Classe II, protégé des projections d'eau**

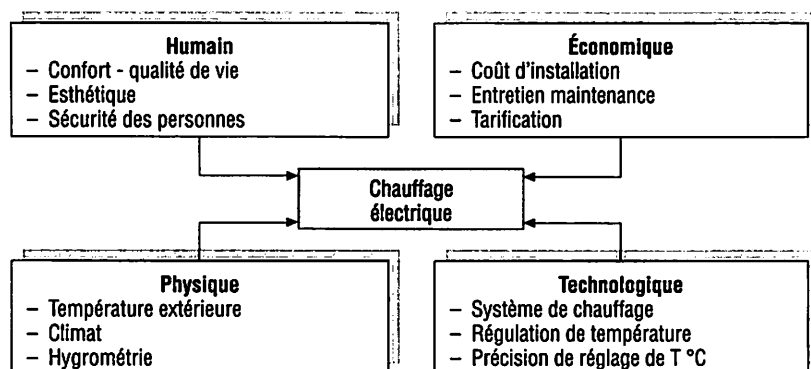
600	45 x 12 x 11	0,9	SOLARIS206	A687721	369
1200	45 x 12 x 11	0,9	SOLARIS212	A687722	416
1200	45 x 12 x 11	0,9	SOLARIS212MI	A687723	564
1800	45 x 12 x 11	1,1	SOLARIS218	A687724	448



# 16

## Projet de chauffage

Réaliser un chauffage électrique, c'est prendre en compte des facteurs humains, économiques, physiques et technologiques.



### OBJECTIF

Être capable :

- d'assurer les raccordements des sources de chaleur du chauffage électrique d'un local ;
- de justifier et de valoriser la solution retenue.

### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 2.2

## 1 Échanges thermiques

Le chauffage électrique dans un local doit compenser les pertes de chaleur et maintenir une température intérieure confortable (fig. 1).

D'après la nouvelle réglementation (arrêté du 5 avril 1988) l'étude thermique d'un logement répond à plusieurs exigences :

- comparaison de diverses solutions d'isolation thermique ;
- vérification du respect de l'une des quatre options réglementaires ;
- détermination de la puissance de chauffage à installer. Nous limiterons notre étude au niveau de l'option 1.

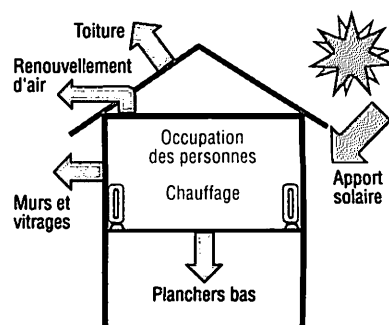


Fig. 1 : Échanges thermiques.

## En savoir plus...

On distingue quatre options pour le projet de chauffage :

Option 1 - solutions techniques,      Option 3 - coefficient BV,  
Option 2 - coefficient GV,              Option 4 - coefficient C.

■ Le coefficient GV représente les déperditions thermiques d'un logement. Il s'exprime en watt par mètre cube degré C ( $W/m^3 \text{ } ^\circ C$ ).

■ Le coefficient BV est représentatif des besoins de chauffage du logement et nécessite de connaître en plus l'exposition de la construction et l'ombrage éventuel.

■ Le coefficient C est un coefficient d'évaluation de la performance thermique globale. Il est calculé par rapport à une valeur de référence.

## 2 Données climatiques

### 2.1. Les zones climatiques (fig. 2)

La réglementation thermique du 5 avril 1988 distingue trois zones climatiques d'hiver : H1, H2, H3.

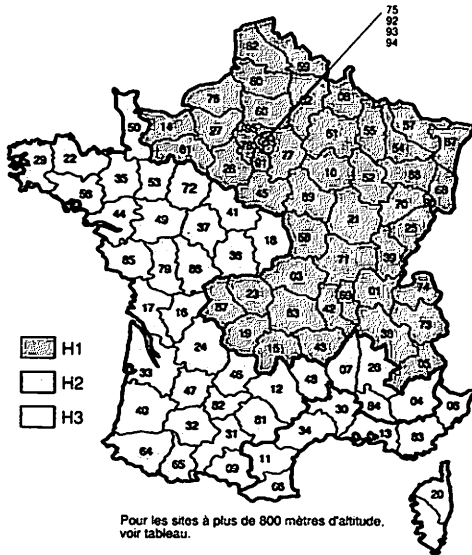


Fig. 2 : Les zones H1 - H2 - H3.

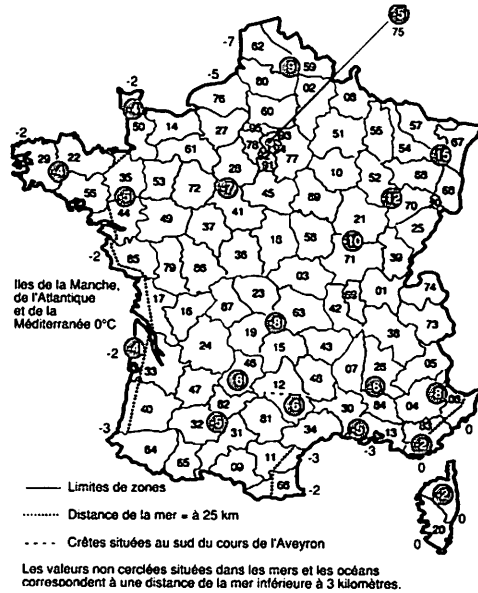


Fig. 3 : Température de base.

### 2.2. Températures extérieures de base (fig. 3)

La température extérieure de base est la température minimale quotidienne constatée cinq fois au moins au cours d'une année.

Pour tenir compte de l'altitude du lieu considéré, cette température doit être corrigée en fonction du tableau ci-dessous.

Remarque : Les constructions situées à plus de 800 m d'altitude sont en zone H1 lorsque le département est indiqué comme étant en zone H2 ; elles sont en zone H2 lorsque le département est indiqué comme étant en zone H3.

Tableau 1 : Correction de la température extérieure de base en fonction de l'altitude

Altitude (m)	Températures extérieures de base (°C) pour des températures de base du niveau de la mer de							
	-4 °C	-5 °C	-6 °C	-8 °C	-9 °C	-10 °C	-12 °C	-15 °C
0 à 200	-4	-5	-6	-8	-9	-10	-12	-15
201 à 400	-5	-6	-7	-9	-10	-11	-13	-15
401 à 500	-6	-7	-8	-10	-11	-12	-14	-16
501 à 600	-6	-7	-9	-11	-11	-13	-15	-17
601 à 700	-7	-8	-10	-12	-12	-14	-16	-18
701 à 800	-7	-8	-11	-13	-	-15	-17	-19
801 à 900	-8	-9	-12	-14	-	-16	-18	-20
901 à 1 000	-8	-9	-13	-15	-	-17	-19	-21
1 001 à 1 100	-	-10	-14	-16	-	-18	-20	-22
1 101 à 1 200	-	-10	-	-17	-	-19	-21	-23
1 201 à 1 300	-	-11	-	-18	-	-20	-22	-24
1 301 à 1 400	-	-11	-	-19	-	-21	-23	-25
1 401 à 1 500	-	-12	-	-20	-	-22	-24	-25
1 501 à 1 600	-	-12	-	-21	-	-23	-	-
1 601 à 1 700	-	-13	-	-22	-	-24	-	-
1 701 à 1 800	-	-13	-	-23	-	-25	-	-
1 801 à 1 900	-	-14	-	-24	-	-26	-	-
1 901 à 2 000	-	-14	-	-25	-	-27	-	-

## 3 Option 1. Chauffage maison individuelle

Pour le respect de la réglementation, on a défini des solutions techniques applicables aux maisons individuelles.

Ces solutions sont définies pour chaque zone climatique, H1, H2, H3 et pour l'énergie électrique. Elles prennent en considération cinq éléments comportant chacun 3 à 6 niveaux de performance (fig. 4).

### 3.1. Ensoleillement

- **Niveau 1.** Ensoleillement quelconque. On ne se préoccupe ni de l'orientation du logement, ni de l'ombrage.
- **Niveau 2.** Vitrages sud dégagés. La maison est peu ombragée, les obstacles sont vus sous un angle inférieur à 15° (fig. 5).
- La maison est bien ensoleillée et sa façade est largement vitrée.
- **Niveau 3.** La maison du cas précédent possède une vaste véranda orientée au sud.

### 3.2. Chauffage

- **Niveau 1.** Le système est conforme aux normes sans plus.
- **Niveau 2.** Le système de référence. Les radiateurs, les thermostats et chauffe-eau sont classés dans une meilleure qualité que ceux du niveau précédent.
- **Niveau 3.** Le chauffage est assuré par une pompe à chaleur.

### 3.3. Ventilation

- **Niveau 1.** La ventilation est basée sur deux principes :
  - le balayage du logement par des entrées d'air dans toutes les pièces principales et des sorties d'air dans toutes les pièces de service (fig. 6) ;
  - la possibilité pour les occupants d'agir sur les débits d'air. L'extraction d'air peut être naturelle, mécanique ou les deux à la fois.

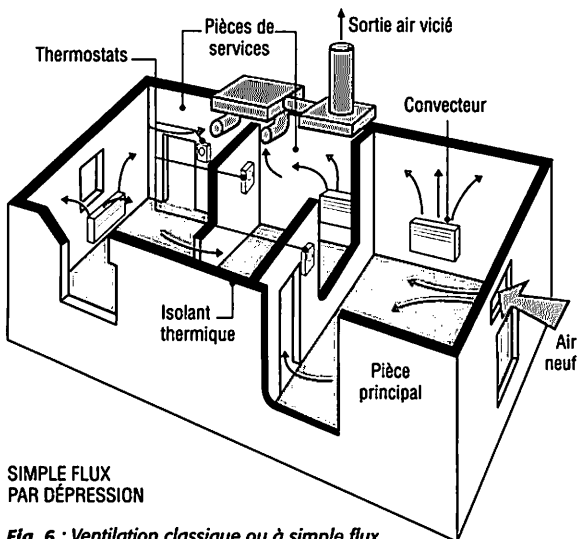


Fig. 6 : Ventilation classique ou à simple flux.

- **Niveau 2.** Fenêtres pariétodynamiques (fig. 8). Il s'agit d'une ventilation classique avec les deux dispositions suivantes :
  - l'amenée d'air est réalisée par passage d'air entre les vitrages de fenêtres à vantaux dédoublés avec orifices autoréglables ;
  - l'extraction d'air est mécanique ; elle est complétée en WC par une aspiration avec minuterie.

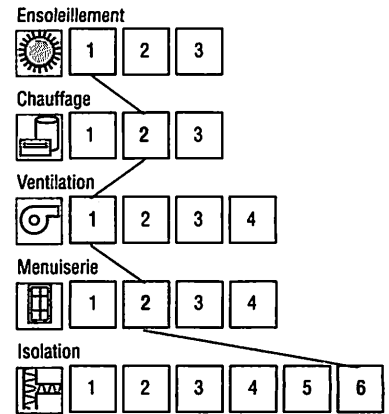


Fig. 4 : Différents éléments à prendre en compte pour le chauffage électrique d'une habitation.

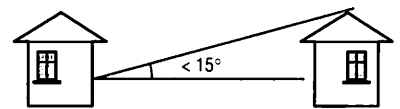


Fig. 5 : Ensoleillement niveau 2.

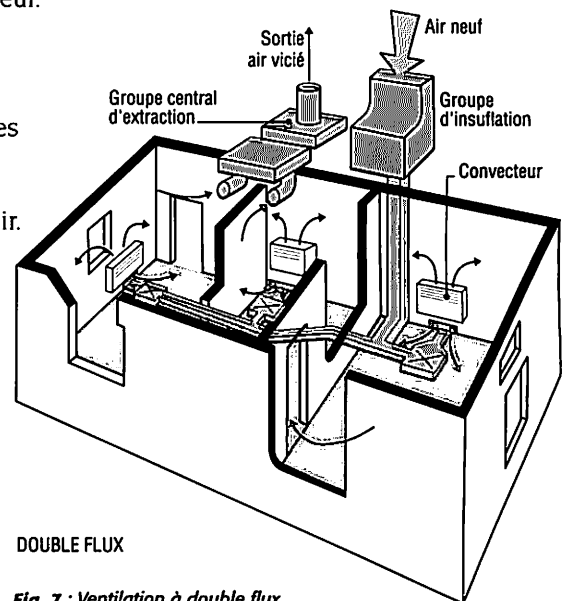


Fig. 7 : Ventilation à double flux.

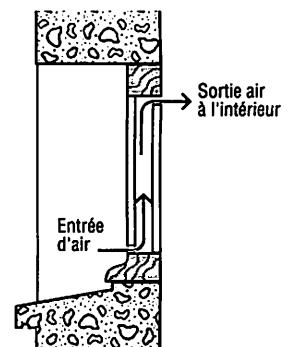


Fig. 8 : Fenêtre pariétodynamique, l'entrée d'air passe entre les 2 vitres du bas vers le haut.



- Niveau 3. Ventilation par bouches hygroréglables :
  - système de la catégorie A avec sorties hygroréglables ;
  - systèmes catégorie B avec entrées et sorties hygroréglables.
 Une bouche hygroréglable est une bouche d'aération qui tient compte pour son réglage du degré hygrométrique de l'air.
- Niveau 4. Ventilation double flux, avec récupérateur de chaleur et circuits d'air situés dans le volume habitable (fig. 7).

### 3.4. Menuiserie (fig. 9)

Le tableau ci-après fixe les quatre niveaux en faisant la différence entre les menuiseries bois et les autres menuiseries à base de profilés métalliques ou plastiques. La catégorie B étant plus isolante que la catégorie A.

Niveau	Portes extérieures	Menuiserie bois	Menuiseries métallique-plastique		
			coulissantes	battantes	
1	Quelconques	Simple vitrage	Simple vitrage	Simple vitrage	
2	A B	Isolantes quelconques	DV avec lame d'air de 6 mm		DV (cat. B) MP
			DV (6 mm air)	DV peu émissif	
3	A B	Isolantes quelconques	DV (cat. A)	DV (cat. B)	MP MP
			DV (cat. B)	Double fenêtre	
4	Isolantes	DV (cat. B)	Double fenêtre	MP	

DV = double vitrage      MP = menuiserie particulière

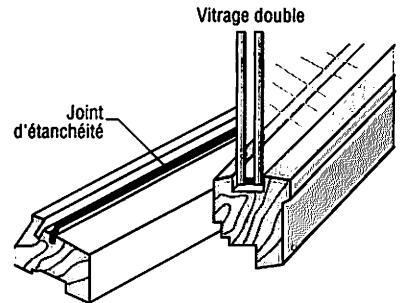


Fig. 9 : Fenêtre à double vitrage niveau 2 B.

### 3.5. Isolation

Pour chacun des six niveaux, on indique la résistance thermique des isolants à mettre en œuvre pour les murs extérieurs, les planchers et la toiture.

## 4 Détermination de l'isolation

### 4.1. Coefficient de conductivité thermique $\lambda$

Les matériaux sont plus ou moins bons conducteurs de la chaleur. Cette caractéristique est donnée par un coefficient de conductivité thermique  $\lambda$ .

$$\lambda = \text{conductivité thermique en W/m } ^\circ\text{C.}$$

$\lambda$  est le flux de chaleur par mètre carré traversant en une heure un mètre d'épaisseur de matériau homogène pour 1 °C de différence de température entre ses deux faces (voir tableau des valeurs des  $\lambda$ ).

### 4.2. Résistance thermique

Pour les panneaux on préfère utiliser la résistance thermique :

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

$e$  = épaisseur du matériau en mètre  
 $\lambda$  = conductivité thermique W/m °C

R s'exprime en  $\frac{\text{m}}{\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C}} = \text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$

Selon le niveau d'isolation, on donne la résistance thermique des isolants à mettre en œuvre (voir tableau page 156).

### 4.3. Exemple

Dans un local, les murs extérieurs sont isolés, côté intérieur, par 10 cm de laine de verre ( $\lambda = 0,034$ ). Le plafond est aussi isolé par 20 cm de laine de verre sous toiture en comble perdu. Enfin, le sol est sur un terre-plein avec une isolation en surface de polystyrène ( $\lambda = 0,036$ ). Calculez dans chacun des cas la résistance thermique et comparez-la aux résistances thermiques réglementaires. Définissez le niveau d'isolation obtenu.

Tableau 2 : Valeurs des  $\lambda$  pour différents matériaux

Matériaux	Conductivité thermique $\lambda$
Acier	52
Aluminium	230
Cuivre	380
Pierre	2,1 à 3,5
Terre cuite	1,15
Béton	0,8 à 1,75
Plâtre	0,35 à 0,50
Bois	0,12 à 0,23
Panneaux de particules	0,20
Lame de verre	0,034
Polystyrène	0,036
Polyuréthane	0,030

**Tableau 3 : Résistance thermique des isolants à mettre en œuvre**

Niveaux d'isolation		Isolation intérieure						Isolation extérieure						Isolation répartie						Structure en bois						
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
ISOLATION	MURS EXTÉRIEURS	1,2	1,5	1,7	2	2,4	2,9	1,1	1,2	1,4	1,6	2	2,4	1,25	1,4	1,5	1,7	2	2,4	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,8	
	MURS EXTÉRIEURS (fen. nu ext. isol. ext.)							1	1,1	1,2	1,4	1,6	2													
	CONTRE-GARAGE OU CELLIER	1,2	1,5	1,7	2	2,4	2,9	1,1	1,1	1,2	1,4	1,6	2	1,25	1,4	1,5	1,7	2	2,4	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,8	
	CONTRE-ESCALIER DE CAVE ISOLÉE	1,2	1,5	1,7	2	2,4	2,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	CONTRE-ESCALIER DE CAVE NON ISOLÉE	1,2	1,5	1,7	2	2,4	2,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	PLANCHER cave non isolée,	sous-face	1,2	1,3	1,7	2,1	2,7	3	1,1	1,4	1,9	2,1	2,9	3,3	2,1	2,5				1,4	1,8	2,5	3			
		sous-chape	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	1,1	1,4	1,9	2,1	2,9	3,3	1,8	2,2				0,8	1	1,3	1,5	1,9	2,3	
		entrevous	1,2	1,3	1,6	1,8	2,3	2,5	1,3	1,6	2,1	2,3	3,1		2,1	2,4				1,6	2	2,7	3,2			
	cave isolée,	sous-face	0,6	0,8	1,1	1,4	1,8	2,2	0,6	0,9	1,2	1,3	1,8	2,1	1,3	1,6	3	3	3,2	3,4	0,7	0,9	1,2	1,4	1,9	2,6
		sous-chape	0,5	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	0,6	0,9	1,2	1,3	1,8	2,1	1,1	1,4	2,4	2,4	2,5	2,6	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,8
		entrevous	0,7	0,8	1,1	1,3	1,6	1,8	0,8	1,1	1,4	1,5	2	2,3	1,4	1,7	2,8	2,8	3	3	0,9	1,1	1,4	1,6	2,1	2,8
	sur vide sanitaire,	sous-face	0,8	1	1,3	1,6	2	2,4	0,5	0,7	1	1,1	1,5	1,7	1,1	1,3	2,2	2,2	2,2	2,4	0,8	1	1,3	1,5	1,9	2,1
		sous-chape	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,4	0,5	0,7	1	1,1	1,5	1,7	0,9	1	1,8	1,8	1,8	1,8	0,6	0,7	0,9	1	1,3	1,4
		entrevous	0,9	1	1,2	1,5	1,8	2	0,7	0,9	1,2	1,3	1,7	1,9	1,1	1,3	2,1	2,1	2,1	2,1	1	1,2	1,5	1,7	2,1	2,3
	terre-plein,	surface	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,4	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,7	1,1	1,3	2,1	2,1	2,1	2,1	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,7
		périphérie							0,8	1,2	2,4									0,8	1,2					
	TOITURE comble perdu,	plafond léger	4	4	4	5	5	5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5	6,5	5	5	5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5
		plancher béton	6	6	6	6,5	6,5	6,5	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	5,5	5	5	5	6,5	6,5	6,5						
	plafond rampant continu		3	3	3	4	4	4	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	5,5	4,5	4,5	4,5	5	5	5	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	5,5
	terrasse		4	4	4	4,5	4,5	4,5	3,5	3,5	3,5	4	4	4	3	3	3	4	4	4						
comble aménagé, horizontale		6	6	6	6,5	6,5	6,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5	6,5	5	5	5	6,5	6,5	6,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5	6,5	

**Tableau 4 : Résultats  $R = e/\lambda$**

Parois	Désignation matériaux	$\lambda$ W/m °C	$e$ (m)	$R$ therm. m <sup>2</sup> °C/W
Mur	laine de verre	0,034	0,10	2,95
Plafond	laine de verre	0,034	0,20	5,88
Plancher	polystyrène	0,036	0,05	1,36

D'après le tableau des résistances thermiques on relève :

	Mur	Plafond	Plancher
Niveau 5	2,4	5	1,2
Niveau 6	2,9	5	1,4
Valeur calculée	2,94	5,88	1,36

On peut considérer que l'on est dans le niveau 6 d'isolation.

#### 4.4. Technique d'isolation (fig. 10)

##### a) Toiture

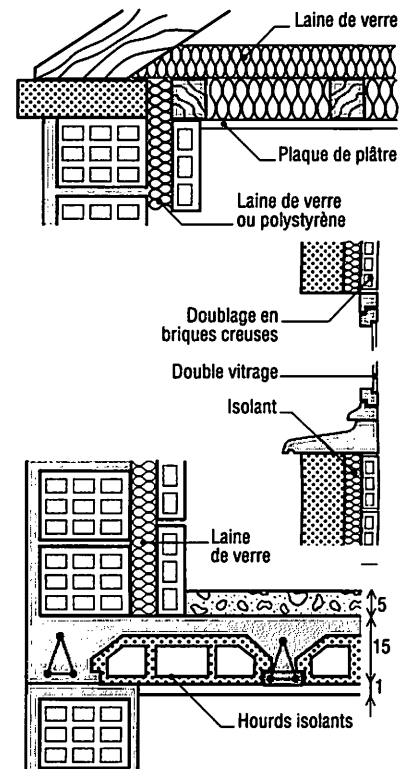
Dans le cas de combles non chauffés, on opère l'isolation en mettant une épaisseur de 15 à 20 cm de laine de verre.

##### b) Murs porteurs

- Isolation par l'intérieur avec de la laine de verre ou du polystyrène.
- Isolation par l'extérieur : des panneaux collés à l'extérieur.

##### c) Dalle flottante

Sur la dalle en béton, on pose des plaques d'isolant, puis on coule une dalle dite « flottante » sur laquelle on pose le revêtement de sol.



**Fig. 10 : Disposition d'une isolation thermique à l'intérieur.**

**d) Pare-vapeur (fig. 11)**

Lorsqu'on opère un doublage des murs avec un matériau isolant (laine de verre ou polystyrène) ces panneaux possèdent une face munie d'un film (plastique, ou papier goudronné) appelé pare-vapeur.

La chaleur va de l'intérieur vers l'extérieur de la maison en entraînant des molécules d'eau qui feront perdre de ses qualités au matériau isolant. L'écran pare-vapeur est placé du côté intérieur de l'habitation.

**e) Les ponts thermiques (fig. 12)**

Ce sont des points où l'isolation thermique est inexistante du fait de la construction (changement de plan). Il faut les supprimer.

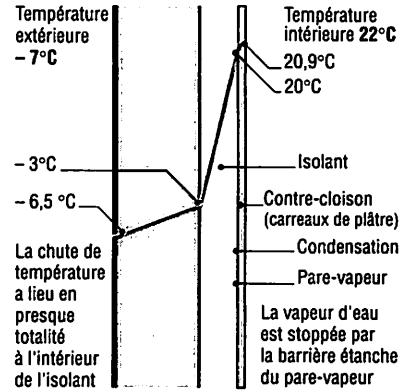


Fig. 11 : Doublage isolant intérieur.

**5 Puissance installée**

L'installation de chauffage doit permettre de maintenir au moins 18 °C de température intérieure pour la température extérieure de base.

La puissance installée doit être suffisante pour remonter en température un local et assurer ainsi le confort des usagers. Sa valeur est déterminée pour l'option 1 d'après la formule :

$$P = (10 + 0,8 \Delta t) V$$

$\Delta t = t_{\text{intérieure}} - t_{\text{extérieure}}$  en °C  
 $V = \text{Volume habitable en m}^3$   
 $P = \text{Puissance en W}$

Exemple : Soit une maison de 90 m<sup>2</sup> habitables avec une hauteur sous plafond de 2,5 m et une température extérieure de base de - 10 °C.

$\Delta t = 18 - (- 10) = 28 \text{ °C}$      $V = 90 \times 2,5 = 225 \text{ m}^3$

$P = (10 + 0,8 \times 28) 225 = 7\ 290 \text{ W}$  soit 7,5 kW

On répartira cette puissance dans les pièces principales en réservant 500 ou 1 000 W dans la salle de bains selon sa taille et sa situation.

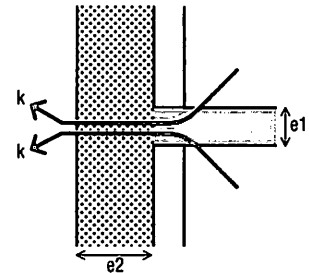


Fig. 12 : Exemple de ponts thermiques entre la dalle et les murs porteurs.

**6 Méthode pour appliquer l'option 1**

**- Définir la zone climatique H1, H2, H3**

On définit la zone climatique dans laquelle on se situe à l'aide de la carte page 153. Choisir l'un des tableaux H1, H2 ou H3 page 158.

**- Ensoleillement**

Il y a trois cas possibles 1, 2 ou 3, en général l'ensoleillement est quelconque en niveau 1.

**- Système de chauffage et eau chaude**

D'après le niveau d'ensoleillement, on a le choix entre trois niveaux ; le 3 correspond à l'emploi d'une pompe à chaleur.

**- Ventilation**

Selon la construction, on choisit le niveau qui convient le mieux pour l'installation considérée.

**- Niveau des menuiseries**

Il est limité entre deux niveaux du fait des choix précédents.

**- Isolation**

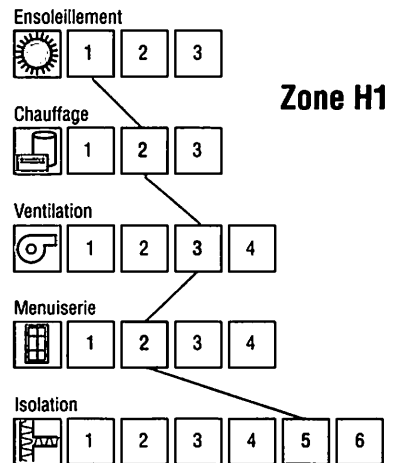
Le niveau d'isolation est pratiquement fixe. Il faut alors rechercher dans le tableau des résistances thermiques les isolants à mettre en œuvre sur les murs, la toiture et le sol pour remplir les conditions de l'option 1.

**- Puissance installée**

Les conditions précédentes étant réalisées, on applique la formule :

$$P = (10 + 0,8 \Delta t) V$$

et on obtient la puissance en watts.



Exemples de solutions techniques les plus courantes

**Option 1 : Tableau de détermination des niveaux réglementaires**

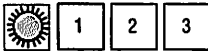
Zona	Niveau d'ensoleillement	Niveau du système de chauffage et d'eau chaude	Niveau de ventilation	Niveau des menuiseries	Niveau d'isolation
<b>H1</b>	<b>1</b> quel-conque	1 conforme aux normes, sans plus	1 classique	4	6
			2 fenêtres pariétodyn	4	5
			3 bouches hydroréglables	A 2-4	6-5
			B 2-4	5-4	
		4 double flux avec récupérateur	2	5	
		4	4		
		1 classique	2	6	
		3	3	5	
		2 fenêtres pariétodyn	4	4	
	2 système de référence	3 bouches hydroréglables	A 2-3	5-4	
		B 2-4	4-3		
		chauffe-eau thermodynamique	1 classique	2	4
	4	3			
	3 pompe à chaleur	1 classique	2	2	
	<b>2</b> vitrages sud dégagés	1 conforme aux normes, sans plus	1 classique	3	6
			4	5	
			2 fenêtres pariétodyn	4	4
			3 bouches hydroréglables	A 2-4	5-4
B 2-3		5-4			
2 système de référence		1 classique	2	5	
		4	4		
		2 fenêtres pariétodyn	4	3	
3 bouches hydroréglables		A 2-4	4-3		
B 2-4	3-2				
chauffe-eau thermodynamique	1 classique	2	3		
4	2				
3 pompe à chaleur	1 classique	2	1		
<b>3</b> véranda sud dégagée	1 conforme aux normes, sans plus	1 classique	2 <sup>1</sup>	6	
	5				
2 système de référence	1 classique	2 <sup>1</sup>	4		

Zona	Niveau d'ensoleillement	Niveau du système de chauffage et d'eau chaude	Niveau de ventilation	Niveau des menuiseries	Niveau d'isolation
<b>H2</b>	<b>1</b> quel-conque	1 conforme aux normes, sans plus	1 classique	3	6
			2 fenêtres pariétodyn	4	5
			3 bouches hydroréglables	A 2-3	6-5
			B 2-4	5-4	
		2 système de référence	1 classique	2	6
			3	3	5
			2 fenêtres pariétodyn	4	4
		3 bouches hydroréglables	A 2-3	6-4	
		B 2-3	4-3		
	chauffe-eau thermodynamique	1 classique	2	4	
	3	3	3		
	1 classique	2	1		
	<b>2</b> vitrages sud dégagés	1 conforme aux normes, sans plus	1 classique	2	6
			3	3	5
			2 fenêtres pariétodyn	4	4
			3 bouches hydroréglables	A 2-3	5-4
		B 2-4	4-3		
		2 système de référence	1 classique	2	5
3			3	4	
chauffe-eau thermodynamique			1 classique	2	3
3		3	2		
1 classique	2	1			
<b>3</b> véranda sud dégagée	1 conforme aux normes, sans plus	1 classique	2 <sup>1</sup>	5	
	2 système de référence	1 classique	2 <sup>1</sup>	4	

Zona	Niveau d'ensoleillement	Niveau du système de chauffage et d'eau chaude	Niveau de ventilation	Niveau des menuiseries	Niveau d'isolation
<b>H3</b>	<b>1</b> quel-conque	1 conforme aux normes, sans plus	1 classique	2	6
		4	5		
		2 système de référence	1 classique	2	5
		3	3	4	
	chauffe-eau thermodynamique	1 classique	2	4	
		1	5		
		3 pompe à chaleur	1 classique	1	2
	<b>2</b> vitrages sud dégagés	1 conforme aux normes, sans plus	1 classique	2	5
		2 système de référence	1 classique	2	4
		1	5		
chauffe-eau thermodynamique	1 classique	2	2		
1	3				
3 pompe à chaleur	1 classique	1	2		
<b>3</b> véranda sud dégagée	1 conforme aux normes, sans plus	1 classique	2 <sup>1</sup>	4	
	1	5			
2 système de référence	1 classique	1	3		

(1) Les menuiseries donnant sur la véranda peuvent être de niveau 1.

Ensoleillement



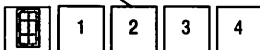
Chauffage



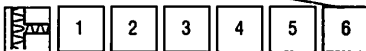
Ventilation



Menuiserie



Isolation



**Zone H2**

## L'essentiel

- Le chauffage électrique d'un local doit maintenir une température agréable et prendre en compte les facteurs humains physiques, économiques et technologiques.
- La législation sur le chauffage des locaux présente plusieurs options, de 1 à 4, faisant intervenir différents coefficients. L'option 1 ne fait pas intervenir de calculs, mais prend en compte cinq paramètres présentant chacun de 3 à 6 niveaux :
  - *Ensoleillement* : quelconque, vitrage sud, véranda.
  - *Chauffage* : conforme aux normes, système de référence, pompe à chaleur.
  - *Ventilation* : 4 niveaux, de naturelle à forcée, avec récupération de chaleur.
  - *Menuiserie* : 4 niveaux selon les types de menuiseries.
  - *Isolation* : 6 niveaux selon un tableau des résistances thermiques.
- Si toutes les conditions précédentes sont réalisées, en fonction de trois zones géographiques H1, H2, H3, on détermine la puissance installée par la formule :

$$P = (10 + 0,8 \Delta t) V$$

$P$  = Puissance en W

$V$  = Volume à chauffer en  $m^3$

$\Delta t$  = différence entre température extérieure et intérieure.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. La réglementation technique pour le chauffage des locaux fait l'objet d'un arrêté de loi.
2. La zone climatique H1 se situe dans le nord-est de la France.
3. La zone climatique H2 se situe surtout en montagne.
4. La température extérieure de base est la moyenne entre la température la plus chaude en été et la température la plus froide en hiver.
5. La température de base doit être corrigée en fonction de l'altitude.
6. Il existe 5 options pour effectuer un projet d'éclairage.
7. Un chauffage de niveau 3 correspond à l'emploi d'une pompe à chaleur.
8. Un ensoleillement de niveau 1 correspond à une maison orientée au sud avec une véranda.
9. Des menuiseries de niveau 1 correspondent à des fenêtres avec double vitrage.
10. La ventilation double flux correspond à un niveau 3.
11. La résistance thermique s'exprime en ohms/ $m^3$ .
12. La lettre  $\lambda$  désigne la conductivité thermique.
13. Une bouche hygroréglable est une bouche d'aération dont l'ouverture dépend de la température intérieure.
14. Un pont thermique est un point où peut passer la chaleur.
15. Un régulateur de température permet de régler la température d'un local en fonction de la température intérieure et extérieure du local.
16. La consigne est la température intérieure mesurée par le régulateur.
17. La programmation d'un chauffage permet d'économiser du chauffage en arrêtant le chauffage quand il dépasse 22 °C.
18. Le chauffage réduit est employé lorsque le local n'est pas occupé quelques heures dans la journée.
19. La commande par fil pilote permet à un programmeur central de faire passer la température des locaux de la température normale à la température réduite.
20. Le fil pilote est le même que celui qui permet le fonctionnement d'un chauffe-eau en heures de nuit.

## RÉSOLUS

1. Une maison individuelle est située aux environs de Dijon à 300 m d'altitude. Elle présente un ensoleillement quelconque. Son système de chauffage est conforme aux normes, sans plus. Elle est équipée d'une ventilation double flux avec récupérateur et des menuiseries de niveau 2. Température intérieure : 19 °C.

- Déterminez le niveau d'isolation requis.
  - Calculez la puissance électrique à installer.
- Surface habitable : 120 m<sup>2</sup> ; hauteur sous plafond : 2,5 m.

**Solution :** La maison est située en zone H1 ; département 21 ; température de référence - 10 °C ; correction altitude - 11 °C.

Calcul du niveau d'isolation :

Le tableau option 1 p. 158 donne pour la zone H1 :

- Ensoleillement : quelconque, niveau 1.
- Chauffage : conforme aux normes, sans plus, niveau 1.
- Ventilation : double flux, niveau 4.
- Menuiserie : niveau 2.

Le tableau donne pour isolation niveau 5.

Pour ce niveau d'isolation 5, le tableau p. 156 donne les résistances thermiques à adapter pour les murs, planchers et toiture.

- Puissance électrique à installer.

On applique la formule :

$$P = (10 + 0,8 \Delta t) V \text{ avec}$$

$$V = \text{Volume } S \times h = 120 \times 2,5 = 300 \text{ m}^3$$

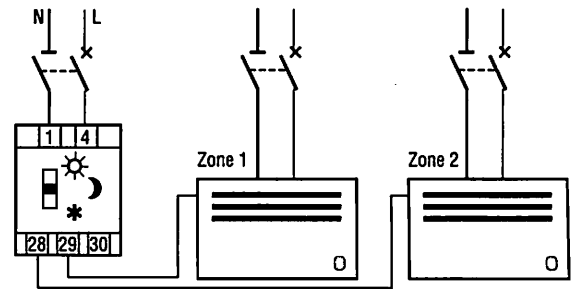
$$\Delta t = -11 + 19 = 30 \text{ °C}$$

$$\text{d'où } P = (10 + 0,8 \times 30) 300 = 10\,200 \text{ W}$$

On prendra 10,5 kW à répartir dans chaque pièce proportionnellement au volume des pièces, et en arrondissant à la puissance supérieure des convecteurs existants dans le commerce.

2. Établissez le schéma d'alimentation de convecteurs avec fil pilote sur 2 zones.

**Solution :** Schéma avec programmateur avec fil pilote sur 2 zones :



## À RÉSOUDRE

1. Une maison est située en région parisienne à une altitude de 250 m. Définir la zone concernée et la température extérieure de base.

2. Une villa de type T3, dont le plan est donné page 23, doit être équipée d'un chauffage électrique. L'isolation intérieure doit être de niveau 5. Indiquez les résistances thermiques pour :

- les murs extérieurs ;
  - plafond rampant continu ;
  - plancher sur vide sanitaire en sous-face.
- (Échelle 2 cm/m)

3. La villa de l'exercice précédent doit être isolée avec du polystyrène ( $\lambda = 0,034$ ). Calculez les épaisseurs de ce matériau à mettre en œuvre pour les murs extérieurs, le plafond et le plancher. On prendra les valeurs de résistances thermiques précédentes.

4. La villa T3 (p. 23) de l'exercice 2 doit être isolée par l'extérieur, niveau d'isolation 6. Recherchez la résistance

thermique et déterminez l'épaisseur du polyuréthane ( $\lambda = 0,030$ ) à mettre en œuvre uniquement pour les murs extérieurs.

5. La villa type T3 (plan p. 23 éch. 1/50<sup>e</sup>) est construite dans le Jura à une altitude de 850 m ; température intérieure 19 °C ; hauteur sous plafond 2,50 m.

- Calculez la puissance à installer ;
- Répartissez cette puissance dans chaque pièce ;
- Établissez la commande des appareils de chauffage (fiche de documentation p. 151).

6. Établissez le schéma électrique du tableau de répartition pour le chauffage uniquement.

7. Réalisez le schéma d'alimentation avec un thermostat centralisé et un interrupteur horaire sur la semaine.

8. Recherchez dans les fiches documentation la référence d'un régulateur pour la commande de chauffage d'un local qui tienne compte de la température intérieure.

### Programmation du chauffage électrique

La réglementation d'avril 1988 impose dans les locaux d'habitation neufs un programmeur de chauffage.

#### 1. Principe de la programmation

La programmation du chauffage consiste à adapter le niveau de température à l'activité ou au rythme de vie de la pièce ou du logement, afin de réaliser des économies d'énergie.

On distingue 3 niveaux de température qui sont (fig. 1) :

- ☀ Température CONFORT
- ☾ Température RÉDUITE
- \* Température HORS GEL

Fig. 1 : Symboles des températures préréglées.

- **Confort** : c'est la température choisie par l'utilisateur, autour de 19 °C.
- **Réduit** : c'est la température pour une absence de quelques heures, autour de 12 °C.
- **Hors gel** : pour une absence de 48 h ou plus, de l'ordre de 8 °C.
- **Arrêt** : la position d'arrêt permet d'interrompre tout chauffage.

#### 2. Les zones

Les pièces qui ont le même niveau de température au même instant constituent une zone.

Un appartement est divisé en plusieurs zones, par exemple :

- La zone « jour » regroupe les pièces où l'activité s'exerce le jour : cuisine, séjour...
- La zone « nuit » concerne les pièces réservées au sommeil (fig. 2).

La programmation du chauffage peut s'effectuer sur 1 ou 2 zones, c'est le cas le plus courant, ou en **multi-zones**, ou pièce par pièce.

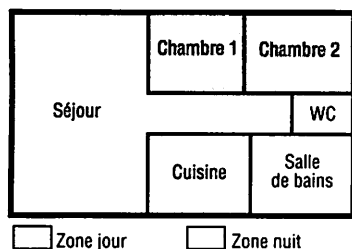


Fig. 2 : Exemple de 2 zones.

La salle de bains et les WC peuvent rester hors programmation du fait de leur utilisation intermittente.

#### 3. Cycles de programmation

Il existe deux rythmes de programmation : le programmeur **journalier** et le programmeur **hebdomadaire**. Exemple de programmation journalière (fig. 3).

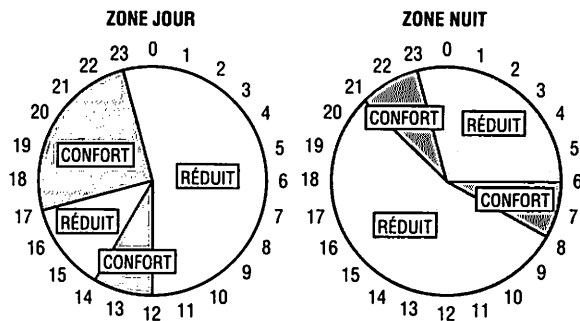


Fig. 3 : Programmation journalière de deux zones.

- La fonction **dérogation** permet de modifier provisoirement le niveau de température, avec retour automatique au programme.

- La fonction **marche forcée** n'implique pas le retour automatique au programme, on l'utilisera par exemple pour la mise hors gel.

La marche forcée doit être utilisée avec précaution, car on risque d'oublier de remettre le programmeur en fonctionnement.

#### 4. Programmeur central ou thermostat programmable

C'est un programmeur associé à un régulateur de température avec des sondes de température pour chaque zone. En température confort, la température de chaque pièce est réglée par le thermostat du convecteur. En température réduite, l'alimentation des convecteurs de la zone est contrôlée par les sondes de zone (fig. 4).

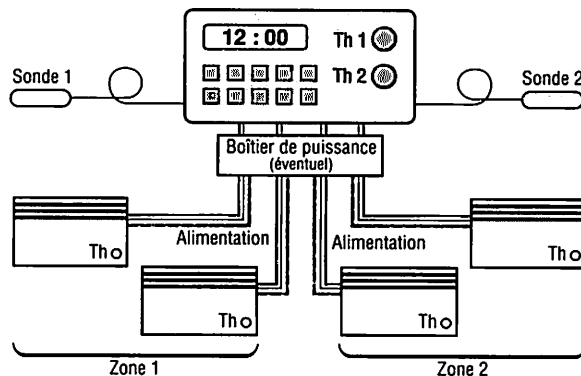


Fig. 4 : Programmeur centralisé, ou thermostat programmable.

## 5. Programmeur action localisée ou à fil pilote

La programmation temporelle s'effectue sur le programmeur qui transmet les changements de niveaux de température aux convecteurs par un fil pilote (fig. 5).

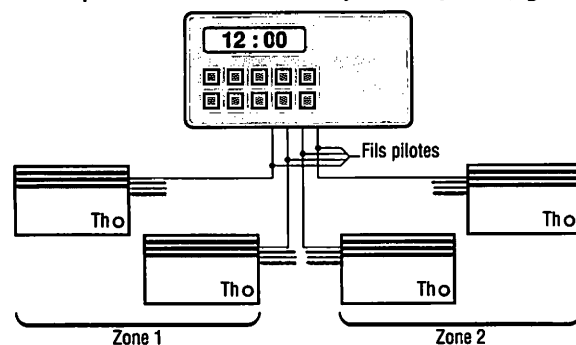


Fig. 5 : Programmeur avec fil pilote.

### Principe du fil pilote

Le fil pilote est un conducteur qui relie le programmeur de chauffage aux radiateurs ou convecteurs équipés pour recevoir les informations du fil pilote. Le fil pilote véhicule 4 signaux de commande (selon le protocole GIFAM) (fig. 6).

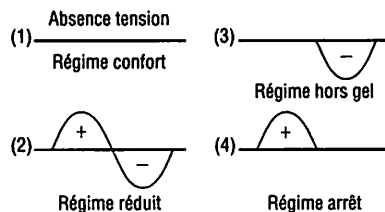


Fig. 6 : Protocole GIFAM.

- (1) – Aucun signal : mode confort.
- (2) – Signal alternatif : mode réduit.
- (3) – Demis alternances positives : arrêt.
- (4) – Demis alternances négatives : forçage hors gel.

Le fil pilote ne doit pas être confondu avec la commande jour/nuit.

## 6. Programmation décentralisée

La programmation s'effectue directement sur le convecteur (fig. 7). Certains convecteurs programmables peuvent commander par fil pilote d'autres convecteurs de la même zone.

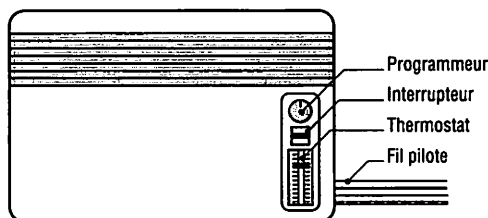


Fig. 7 : Convecteur programmable avec thermostat électronique.

## 7. Choix de commande de chauffage

Le choix du matériel de programmation s'effectue selon la méthode suivante :

- Détermination du type de programmeur (journalier ou hebdomadaire) ;
- Définir le nombre de zones ;
- Indiquer le nombre de niveaux (confort, réduit, hors gel) ;
- Présence ou non de la fonction dérogação.

### Conditions particulières à respecter :

- La programmation du chauffage doit être **simple** pour l'utilisateur, il ne doit pas rencontrer de difficultés à faire fonctionner correctement le matériel utilisé.
- Le programmeur doit être équipé d'une **réserve de marche**, c'est-à-dire qu'en cas de coupure de courant, une batterie interne assure la sauvegarde de l'heure et des programmes réalisés.
- Le programmeur peut posséder plusieurs programmes préenregistrés, qui sont personnalisés, ce qui permet à l'utilisateur une mise en œuvre plus facile.
- Le passage de l'heure d'été à l'heure d'hiver doit être prévu.
- Le programmeur peut comporter une fonction délestage qui permet de limiter la puissance souscrite.

### Remarques

- Un thermostat a un faible pouvoir de coupure, il nécessite souvent l'emploi d'un relais de puissance surtout s'il doit commander tous les appareils d'une zone.
- Installation des sondes : Elles doivent être protégées du rayonnement solaire. Elles doivent être éloignées des appareils de chauffage, des lampes en appliques, des arrivées d'air froid.
- Dans le cas où plusieurs convecteurs sont installés dans une même pièce, il est nécessaire que les thermostats soient réglés sur la même température.
- Les programmeurs se présentent sous deux aspects :

Programmeur d'ambiance, installé dans une partie visible de l'appartement.

Programmeur modulaire monté dans le tableau de distribution.

Dans les deux cas, l'accès doit être aisé pour toute modification de la programmation.

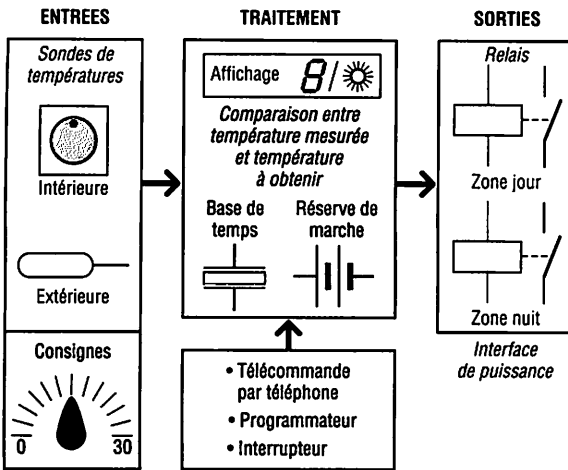


## Régulateur de chauffage

Cet appareil permet de maintenir constante une température, il tient compte :

- des températures extérieures ou intérieures ;
- des consignes de température, normale, réduite, hors gel.

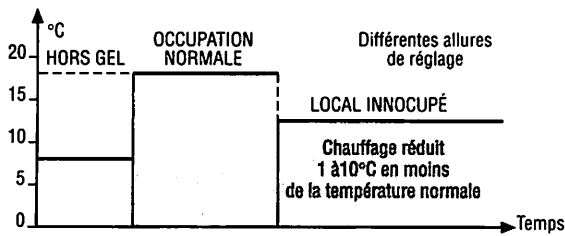
### 1. Approche fonctionnelle



### 2. Différentes allures

On distingue trois allures de chauffe possibles :

- chauffage normal : température limite ;
- chauffage réduit : de 1 à 10 °C en dessous du chauffage normal (local inoccupé) ;
- hors gel : température minimale, 5 à 8 °C.



### 3. Réglage des paramètres

#### 1.a. Limiteurs

Afficher la température intérieure à ne pas dépasser (prise en compte des apports gratuits).

#### 1.b. Base de temps

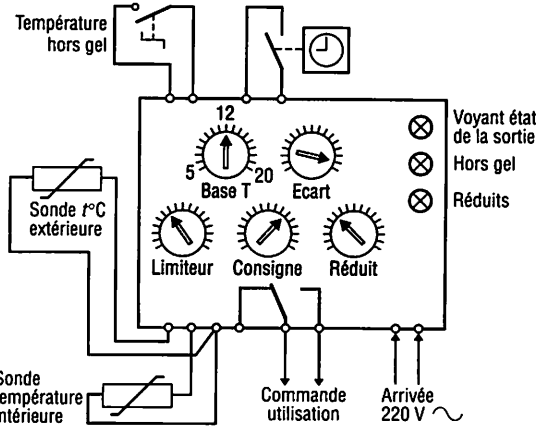
C'est la valeur du cycle complet de chauffage et d'arrêt de chauffage ; elle est réglée de 5 à 20 min.

#### 1.c. Consigne

C'est la température extérieure au-delà de laquelle le chauffage doit s'arrêter.

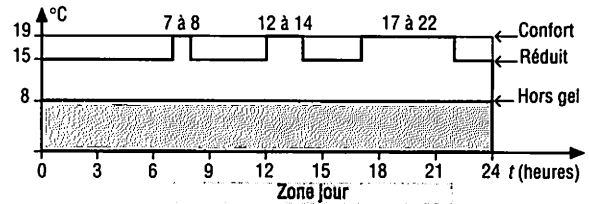
#### 1.d. Écart

C'est la différence entre la consigne et la température moyenne la plus froide de la zone climatique.



### 4. Exemple d'application

Le régulateur (REG) est associé au programmeur (PRO) pour régler la température d'un local selon le programme confort, réduit, hors gel ci-dessous.



Le contact (PRO) permet de passer de confort à réduit. Le contact hors gel permet d'obtenir la marche en hors gel.

### 5. Installation de chauffage avec régulateur et programmation :

Schéma de câblage du régulateur :

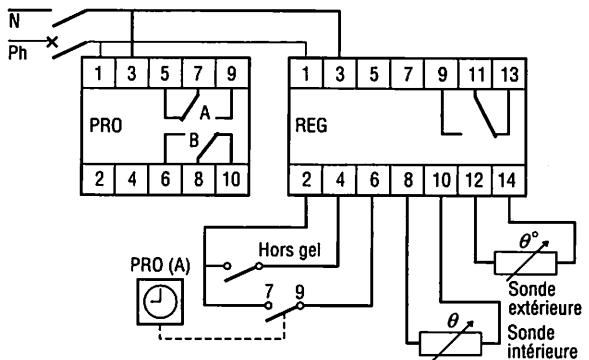
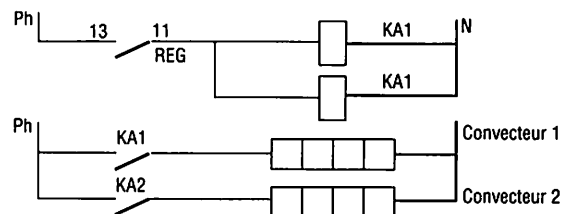


Schéma d'alimentation des convecteurs :



# 17

# Chauffage électrique industriel

Le chauffage électrique pour les applications industrielles présente de nombreux avantages sur les autres procédés tels que le charbon, le fuel, le gaz : aucune pollution, facilité de réglage de la température, commodité d'installation, montage facile du matériel.

## 1 Chauffage indirect par résistance

C'est le système le plus employé. Des résistances parcourues par un courant électrique chauffent et transmettent la chaleur au corps à chauffer, par convection, ou par rayonnement (fig. 1).

### 1.1. Rappels d'électrotechnique

Les rappels d'électrotechnique ont été faits au chapitre 15 (p. 142), on retiendra particulièrement que l'énergie électrique dans une résistance est transformée en chaleur selon la loi de Joule (fig. 2).

$$W = RI^2t$$

$$J = \Omega A s$$

$W$  : énergie thermique en joules (ne pas confondre avec  $W$  de watt = puissance).  
 $R$  : résistance en ohms  
 $I$  : courant dans la résistance en ampères  
 $t$  : temps de passage du courant en secondes

La chaleur massique est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 °C la température de 1 kg de matériau.

### 1.2. Caractéristiques

#### a) Facteurs dont dépend la résistance

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

$l$  : longueur en mètre.  
 $s$  : section de la résistance en m<sup>2</sup>.  
 $\rho$  : résistivité en ohms-mètre.

**Exemple :** Calcul de la résistance obtenue avec un fil de section 1 mm<sup>2</sup>, de résistivité  $80 \times 10^{-8} \Omega m$ , et de longueur 14 m.

La conversion de la section en m<sup>2</sup> donne  $1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ .

$$R = \rho \frac{l}{s} = 80 \times 10^{-8} \times \frac{14}{1 \times 10^{-6}} = 80 \times 14 \times 10^{-2} = 11,2 \Omega$$

#### b) Température

Les performances du chauffage par résistance sont limitées par :

- les matériaux réfractaires qui entourent la résistance ;
- les matériaux des résistances (voir tableau des températures ci-contre).

### OBJECTIF

Connaître les différents procédés de chauffage électrique qui sont mis en œuvre dans l'industrie. Être capable de raccorder les sources de chaleur au réseau électrique, d'effectuer les mesures et réglages courants de mise en œuvre et de suivi d'exploitation.

### SAVOIR TECHNOLOGIQUE S 2.2

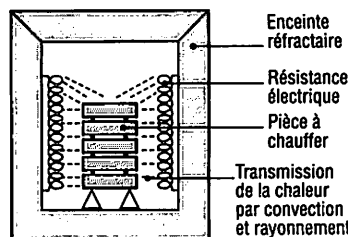


Fig. 1 : Chauffage électrique indirect par résistance.

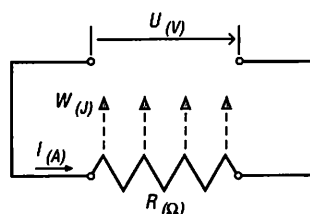


Fig. 2 : Circuit résistif parcouru par un courant électrique I.

Tableau 1 : Températures limites maximales

Résistances métalliques	
Ni - Cr - Fe	1 000 °C
Fe - Cr - Al	1 600 °C
Métaux précieux	2 200 °C
Résistances non métalliques	
Céramique	1 700 °C
Carbure de Si	1 700 °C
Graphite	1 800 °C

### 1.3. Applications

Elles sont très nombreuses, aussi bien dans le domaine domestique que dans le domaine industriel.

Exemples : Chauffage de l'eau, chauffage des locaux, fusion de produits, traitements thermiques des métaux, séchage, etc.

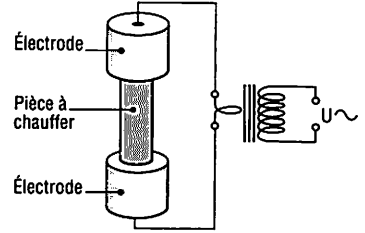


Fig. 3 : Chauffage direct par conduction.

## 2) Chauffage direct par conduction

### 2.1. Principe

La pièce est directement chauffée par le passage du courant électrique. Ce type de chauffage s'applique essentiellement aux matériaux métalliques et d'une façon générale aux matériaux conducteurs.

Exemples :

- réchauffage de billettes d'acier (fig. 3) ;
- chauffage de l'eau par conduction (fig. 4).

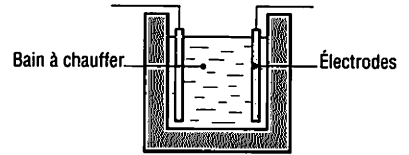


Fig. 4 : Chauffage de l'eau par conduction.

### 2.2. Caractéristiques

- Tension très faible : quelques volts.
- Intensité très élevée : plusieurs milliers d'ampères.
- Le temps de chauffe est très court.
- La régulation du courant s'effectue par un triac qui permet de limiter le courant dans le circuit (fig. 5).

### 2.3. Applications

- le soudage (fig. 6) ; le chauffage des matériaux ferreux avant formage ;
- la production de vapeur avec des chaudières à électrodes, etc.

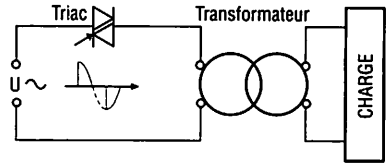


Fig. 5 : Régulation de courant par triac.

## 3) Le chauffage par induction

### 3.1. Principe

Une pièce en matériau conducteur placée dans une bobine inductrice parcourue par des courants variables est le siège de courants induits ou courant de Foucault (fig. 7).

Ces courants sont dus à la création d'une force électromotrice provoquée par la variation du flux d'induction. Ils se développent dans le métal.

$$e = n \frac{d\phi}{dt}$$

$e$  = force électromotrice

$n$  = nombre de spires de la bobine

$d\phi$  = variation du flux

$dt$  = intervalle de temps pendant lequel s'effectue la variation de flux.

Le dégagement de chaleur est obtenu par effet Joule dû à la circulation des courants de Foucault dans la masse métallique.

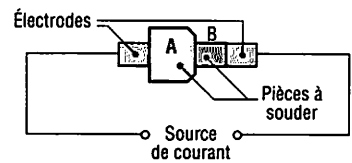


Fig. 6 : Les pièces A et B s'échauffent lorsqu'elles sont en contact et parcourues par un fort courant.

### 3.2. Caractéristiques

- Les courants de Foucault se développent à la périphérie de la pièce.
- Le chauffage dépend de la résistivité et de la perméabilité magnétique des matériaux.
- La fréquence de la source peut être de 50 Hz à 50 kHz et plus.

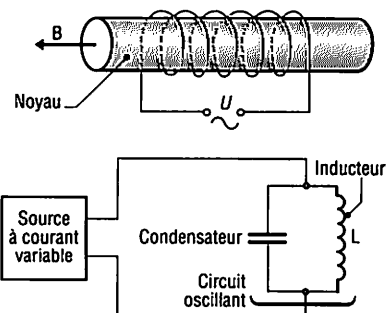


Fig. 7 : Inducteur d'un chauffage par induction avec générateur à circuit oscillant.

### 3.3. Sources d'alimentation électrique

Leur nature dépend de la fréquence utilisée :

- à 50 Hz : on utilise le réseau électrique. Le générateur est constitué par une source fournissant un courant variable et par une batterie de condensateurs constituant un circuit oscillant avec l'inducteur.
- de 400 Hz à 50 kHz : on utilise des convertisseurs statiques à thyristor qui présentent un très bon rendement (fig. 8).

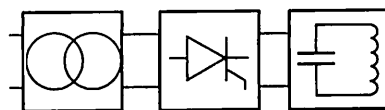
### 3.4. Applications

#### a) Fréquences moyennes ou faibles

Elles sont utilisées pour le chauffage en profondeur et régulier de grosses pièces, la fusion des métaux (fig. 9 et 10).

#### b) Fréquences élevées

On les utilise pour le chauffage superficiel, la trempe superficielle, le soudage des tubes en continu, la cuisson des aliments.



Transformateur Convertisseur Inducteur  
Fig. 8 : Principe d'un générateur haute fréquence.

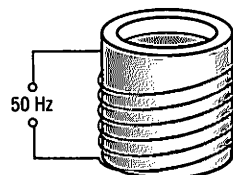


Fig. 9 : Four à induction à creuset.

## En savoir plus...

Dans le chauffage par induction, la pénétration de la chaleur est sensiblement exponentielle (effet de peau). L'épaisseur de coque est donnée par la formule :

$$d_0 = 503 \sqrt{\frac{\rho}{\mu_r f}}$$

$\rho$  = résistivité du métal  
 $\mu_r$  = perméabilité relative  
 $f$  = fréquence

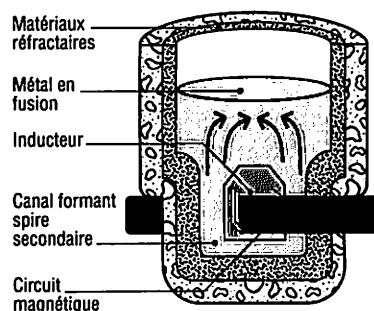


Fig. 10 : Four à induction à canal.

## 4 Chauffage par arc électrique

### 4.1. Principe

En séparant deux électrodes reliées aux bornes d'une source, on crée un arc électrique. Il est dû à la création d'un champ électrique intense qui provoque l'ionisation de l'air, normalement isolant, qui devient alors conducteur (fig. 11). On dit qu'il y a claquage de l'isolant.

### 4.2. Caractéristiques de l'arc (fig. 12)

- **Chute de tension** : on distingue la chute de tension aux électrodes (zones I et III) de la chute de tension proportionnelle à la longueur de l'arc.
- **Longueur de l'arc** : elle est liée à la tension aux bornes des électrodes.
- **Température de l'arc** : elle est de 6 000 °C et peut atteindre 15 000 °C au cœur de l'arc.
- **Stabilité de l'arc** : un arc présente une installation due à sa variation de résistance. Pour le stabiliser en courant continu on monte en série une résistance de stabilisation. En courant alternatif, la stabilisation s'effectue à l'aide d'une inductance.

### 4.3. Applications

#### a) Four à arc sur charge

Trois électrodes alimentées en triphasé. L'arc jaillit entre les électrodes et le métal (fig. 13).

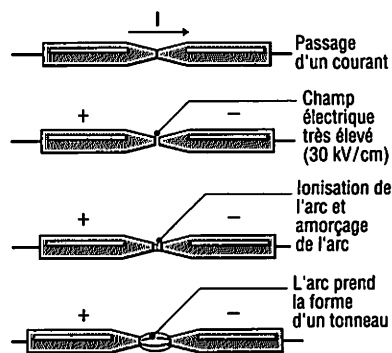


Fig. 11 : Création d'un arc.

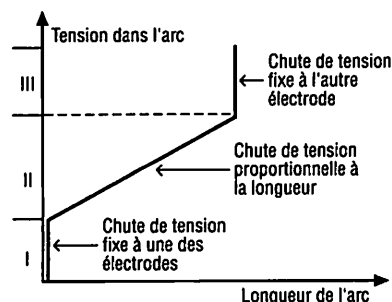


Fig. 12 : Caractéristiques d'un arc électrique.

**b) Soudage**

L'arc jaillit entre une électrode et la pièce à souder. Le soudage peut s'effectuer sous atmosphère protectrice TIG ou MIG (fig. 14).

TIG : électrodes en tungstène avec gaz inerte et pas de métal d'apport.

MIG : identique au précédent, avec métal d'apport.

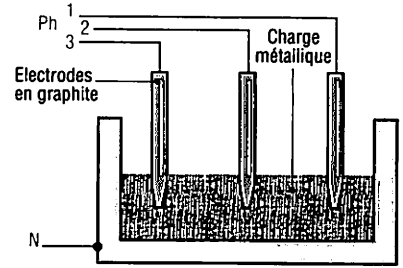


Fig. 13 : Four à arc triphasé sur une charge métallique.

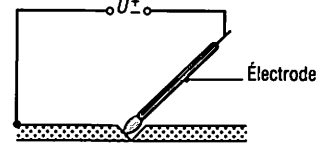


Fig. 14 : Soudure à l'arc.

**En savoir plus...**

**Chauffage par plasma.**

En utilisant la décharge électrique dans un gaz autre que l'air, on peut atteindre dans la veine des températures comprises entre 5 000 °C et 50 000 °C. Les plasmas industriels fonctionnent entre 7 000 °C et 20 000 °C. Ils sont utilisés pour la coupe des métaux, leur soudage et la fusion de matériaux réfractaires non métalliques.

**5 Chauffage par rayonnements infrarouges**

C'est une utilisation particulière du chauffage par résistance.

**5.1. Principe**

Une résistance parcourue par un courant électrique produit de la chaleur à une température telle qu'elle émet un fort rayonnement dans des longueurs d'ondes allant de 0,7 µm à 100 µm.

**5.2. Caractéristiques**

On distingue trois domaines de longueur d'onde pour les infrarouges (IR) (fig. 15).

**a) IR courts**

Température d'émission de l'ordre de 2 300 °C. On l'obtient avec :

- des lampes avec réflecteur. Puissance de 150 à 350 W ;
- des tubes de quartz remplis de gaz et contenant un fil de tungstène porté à 2 200 °C et avec un réflecteur. Puissance de 1 à 7 kW.

**b) IR moyens**

La température d'émission se situe entre 700 °C et 1 300 °C. Elle est obtenue par une résistance en nickel-chrome ou chrome-aluminium placée dans un tube en quartz ou en silice.

**c) IR longs**

La température est comprise entre 300 et 600 °C. La résistance est noyée dans une gaine métallique ou dans une plaque céramique. L'émetteur se présente souvent sous forme de panneau radiant (fig. 16). Puissance d'un panneau jusqu'à 2,5 kW.

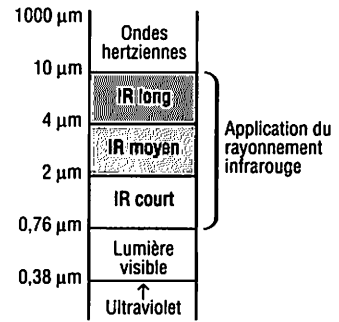


Fig. 15 : Répartition des rayonnements infrarouges (IR) dans le spectre des fréquences.

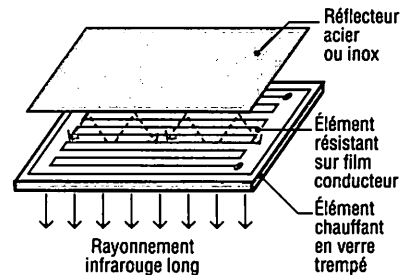


Fig. 16 : Panneau radiant.

**5.3. Applications**

Elles se situent surtout dans les domaines où les produits se présentent en couche mince et où l'irradiation peut être totale :

- séchage et cuisson de peintures, teintures, encres ;
- déshydratation de papiers, cuirs, tabac en feuilles ;
- stérilisation et pasteurisation du lait ;
- chauffage divers (fig. 17).

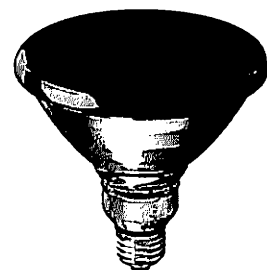


Fig. 17 : Lampe à infrarouge (Mazda).

## 6 Chauffage par hyperfréquences

### 6.1. Principe (fig. 18)

Un corps non conducteur placé dans un champ électrique à haute fréquence s'échauffe. Cet échauffement est dû à des frottements entre les molécules, ce qui produit un échauffement dans la masse du corps.

### 6.2. Caractéristiques

Le champ électrique est appliqué entre deux électrodes avec le matériau placé comme diélectrique. L'ensemble constitue un condensateur.

#### a) Fréquence et tension

Les fréquences se situent dans la gamme des ondes radio :  
13,56 MHz, 27,12 MHz, 40,68 MHz.

Le champ électrique se situe vers 200 V/mm et la tension dépasse rarement 15 kV.

#### b) Matériaux

Selon les matériaux, les échauffements sont très variables. L'eau, et en particulier l'eau salée, s'échauffe très rapidement. Par contre, la glace pure absorbe moins la haute fréquence.

### 6.3. Équipement (fig. 19)

Il comporte essentiellement :

- un générateur de courant haute fréquence ;
- un système d'adaptation générateur charge ;
- les électrodes et le support des produits à traiter.

### 6.4. Applications

Le chauffage HF est souvent utilisé conjointement à un procédé classique. On en trouve des applications dans le domaine médical, alimentaire, industriel (séchage de produits) (fig. 20).

### 6.5. Chauffage par micro-ondes

Le principe est identique au procédé HF, mais les fréquences sont beaucoup plus élevées : 2 450 MHz, longueur d'onde 12 cm.

L'applicateur est constitué non plus par des armatures de condensateur mais par un guide d'ondes.

On rencontre des applications dans :

- **l'alimentaire** : décongélation, stérilisation, séchage ;
- **l'industrie** : vulcanisation, polymérisation des résines, cuisson des céramiques. Le développement est limité à cause du coût élevé des générateurs.

## 7 Comparaisons des procédés

L'élément de référence, en grandeur énergétique, est dans la pratique actuelle la tonne équivalent pétrole (TEP).

**1 TEP = 4 500 kWh**

Le tableau ci-contre donne les équivalences avec les autres énergies.

Le pouvoir calorifique représente la quantité d'énergie fournie par 1 kg ou 1 litre, ou 1 m<sup>3</sup> de combustible.

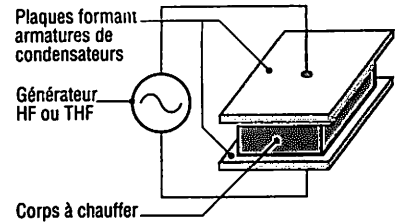


Fig. 18 : Principe du chauffage par hyperfréquences.

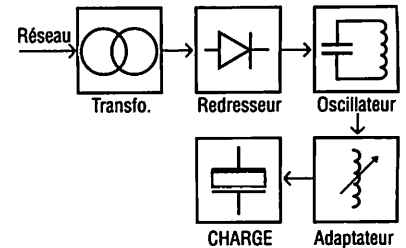


Fig. 19 : Représentation fonctionnelle d'un équipement à hyperfréquences.

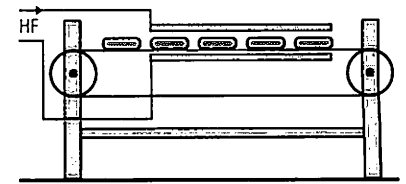


Fig. 20 : Four de séchage en continu par hyperfréquences.

#### Équivalence entre 1 TEP et les autres énergies

<b>1 TEP =</b>	
	4 500 kWh (EDF)
	1 160 litres de fuel domestique
	12 920 kWh de gaz
	900 kg de butane ou de propane
	1 500 kg de charbon
	6,66 m <sup>3</sup> de bois (stère)

#### Pouvoir calorifique des combustibles PCI

Fuel domestique	9,7 kWh/l
Gaz de Lacq	10,2 kWh/m <sup>3</sup>
Propane	25,5 kWh/m <sup>3</sup>
Charbon (anthracite)	8,9 kWh/kg
Bois	2,8 kWh/kg

#### Tableau comparatif des différents procédés de chauffage

Résistance	1 W/cm <sup>2</sup>
Infrarouge court	1 à 8 W/cm <sup>2</sup>
Haute fréquence	0,5 à 8 W/cm <sup>3</sup>
Micro-ondes	5 à 50 W/cm <sup>3</sup>
Induction	0,5 à 3 × 10 <sup>3</sup> W/cm <sup>3</sup>
Plasma (arc)	5 × 10 <sup>5</sup> W/cm <sup>2</sup>
Laser	10 <sup>15</sup> W/cm <sup>2</sup>

## L'essentiel

■ L'emploi de l'énergie électrique pour le chauffage industriel se répand de plus en plus.

■ Le *chauffage indirect* par résistance : c'est l'application directe de la loi de Joule :

$$W = RI^2t$$

$$J = \Omega \cdot A^2 \cdot s$$

Unités équivalentes : 1 Wh = 3 600 joules  
1 calorie = 4,19 joules 1 thermie = 10<sup>6</sup> calories.

■ Le *chauffage direct* par résistance est surtout utilisé dans le cas de la soudure des métaux.

■ Le *chauffage par induction* : employé en métallurgie, il est basé sur la création d'un flux magnétique variable.

■ Le *chauffage par arc* permet d'obtenir des températures très élevées, il est surtout utilisé pour la soudure et la fusion des métaux.

■ Le *chauffage par rayonnement infrarouge* ; réalisé à l'aide de résistances électriques correspondant à des températures très précises ; il permet surtout de chauffer les corps sans chauffer l'air environnant.

■ Le *chauffage par hyperfréquences* : la chaleur se dégage dans la masse du corps à chauffer par frottement moléculaire. Le four à micro-ondes en est une application.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Le chauffage indirect par résistance est produit par des résistances qui transmettent la chaleur produite par convection et par rayonnement.

2. La chaleur massique d'un matériau est différente de celle de l'eau.

3. Une calorie équivaut à 3 600 joules.

4. La puissance thermique dépend du temps de passage de courant dans une résistance.

5. On peut chauffer des matériaux isolants par passage du courant dans ces matériaux.

6. Le chauffage direct est un procédé qui utilise la transmission de chaleur par conduction.

7. Le chauffage industriel par induction s'applique aux matériaux métalliques.

8. Dans le chauffage par induction, la transmission de la chaleur s'effectue par rayonnement.

9. Le chauffage par induction s'obtient par le passage d'un courant continu dans un enroulement.

10. Le chauffage par arc s'effectue à haute tension, environ 5 000 V.

11. La température de l'arc est comprise entre 6 000 et 15 000 °C.

12. Pour amorcer un arc, il faut séparer deux électrodes.

13. Le soudage par arc peut s'effectuer sous atmosphère protectrice pour éviter l'oxydation.

14. Plus la température des résistances est élevée, plus la longueur d'onde du rayonnement infrarouge est importante.

15. Le chauffage infrarouge se transmet par conduction.

16. Une résistance portée à 450 °C produit un rayonnement infrarouge.

17. Un filament de lampe produit un rayonnement infrarouge court (faible longueur d'onde).

18. Le chauffage par hyperfréquence est caractérisé par un champ électrique à une fréquence de plusieurs mégahertz.

19. Le chauffage par hyperfréquence s'applique surtout aux matériaux isolants.

20. Le chauffage par hyperfréquence est identique au chauffage par micro-ondes.

## RÉSOLUS

1. Calculez la longueur de fil résistant nécessaire pour réaliser une résistance de 1,21 kW alimentée en 230 V. On prendra du fil de nickel-chrome de diamètre 0,7 mm et de résistivité  $75 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ .

**Solution :**

Pour calculer la résistance, il faut partir de la loi d'Ohm

$$P = UI \text{ d'où } I = P/U = 1\,210/230 = 5,26 \text{ A}$$

avec  $U = RI$  on obtient  $R = U/I = 230/5,26 = 43,72 \Omega$

On applique la formule  $R = \rho \frac{l}{s}$  d'où  $l = \frac{Rs}{\rho}$

$$s = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,7^2}{4} = 0,38 \text{ mm}^2 \text{ soit } 38 \times 10^{-8} \text{ m}^2$$

$$l = \frac{43,72 \times 38 \times 10^{-8}}{75 \times 10^{-8}} = 22,15 \text{ m.}$$

2. Comparez le prix de l'énergie électrique par rapport au prix du fuel, sachant que 1 kWh coûte 0,30 F et 1 L de fuel domestique 2,50 F. Le rendement de la chaudière fuel est de 0,6.

**Solution :**

1 litre de fuel donne 11,3 kW d'après le tableau (p. 168).

Compte tenu du rendement il reste :

$$11,3 \times 0,6 = 6,78 \text{ kWh, soit un prix du kW de}$$

$$\frac{2,50}{6,78} = 0,37 \text{ F/kWh.}$$

Le prix du kWh de nuit étant de 0,30 l'électricité est donc

$$\frac{0,30}{0,37} = 80 \% \text{ du prix du fuel.}$$

3. Comparez le prix de revient d'un kWh électrique (0,60 F TTC), avec le prix de l'énergie équivalente en fioul (1 litre de fioul = 2,20 F). Le rendement de l'appareil de chauffage au fioul étant de 70 %.

**Solution :**

Un litre de fioul donne 9,7 kWh, le prix du kWh est de  $2,20 / 9,7 = 0,22 \text{ F}$ .

En tenant compte du rendement, le prix du kWh est de  $0,22 / 0,7 = 0,31 \text{ F}$ .

## À RÉSOUDRE

1. Comparez le prix de revient d'un kWh électrique de nuit (0,30 F) avec le prix de l'énergie équivalente en propane (1 bouteille de 13 kg vaut 100 F). Le rendement de l'appareil de chauffage au gaz étant de 80 %, le PCI étant de 12,9 kWh/kg.

2. Comparez le prix de revient d'un kWh électrique de nuit (0,30 F) avec le prix de l'énergie équivalente en charbon (1 tonne de charbon = 1 950 F). Le rendement de l'appareil de chauffage au charbon étant de 65 %.

3. Comparez le prix de revient d'un kWh électrique (0,30 F) avec le prix de l'énergie équivalente en bois (1 tonne, vaut 750 F). Le rendement de l'appareil de chauffage au bois étant de 60 %.

4. Calculez la longueur de fil résistant nécessaire pour réaliser une résistance de 2 kW alimentée en 230 V en prenant du fil de 0,8 mm de diamètre et de résistivité  $67 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ .

5. Calculez la longueur de fil résistant nécessaire pour réaliser une résistance de 3 kW alimentée en 400 V en

prenant du fil de 0,75 mm de diamètre et de résistivité  $71 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ .

6. Une machine à souder par point absorbe 8 A sous 230 V à vide et 56 A au moment où elle fonctionne. Quel système de protection électrique choisirez-vous et quel sera son calibre ?

7. Sur un poste de soudure à l'arc, on indique 230 V-45 A. Sachant que le rendement est de 90 %, quelle est la puissance de ce poste ?

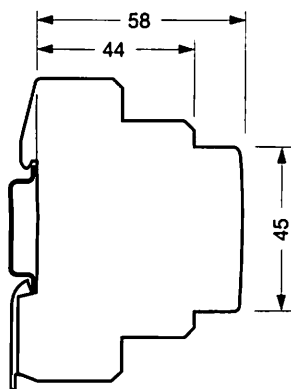
Pour une soudure qui dure 45 secondes, quelle est la quantité d'énergie mise en jeu ?

8. Comparez le prix du kWh de l'électricité de nuit à 0,30 F, avec le prix du kWh fuel à 2,30 F le litre, le prix du charbon à 2 500 F la tonne, le prix du bois à 750 F la tonne. Classez-les par ordre croissant de prix (tenir compte uniquement du pouvoir calorifique).

9. Un four électrique 5 kW fonctionne pendant 6 heures.  
a. Quelle est la quantité d'énergie électrique consommée ?  
b. Donnez la quantité de chaleur produite, en kcal.



## Programmateurs de chauffage 1 et 2 zones



Pour gérer le fonctionnement du chauffage électrique selon les périodes d'occupation.

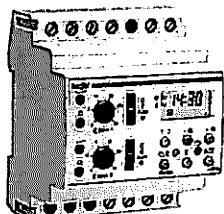
Leurs principes de programmation des périodes de régulation T° confort et T° réduit est semblable au programmeur EG 100.

1 fonction thermostat par zone avec :

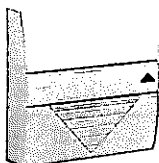
- température réduit réglable,
- température hors gel fixe,
- visualisation de l'état de la sortie et de la consigne sélectionnée,
- commutateur de sélection du mode de fonctionnement :
  - cycle automatique T° confort/T° réduit,
  - T° confort permanente,
  - T° réduit permanente,
  - T° hors gel permanente.

La sonde livrée avec les EG 500 et EG 501 comporte une visualisation de la consigne sélectionnée et un bouton pour déroger au programme (exemple passage de la température « réduit » à la température « confort »).

Capacité de raccordement :  
1 à 6<sup>2</sup> fil souple,  
1,5 à 10<sup>2</sup> fil rigide.



EG 501



EK 085

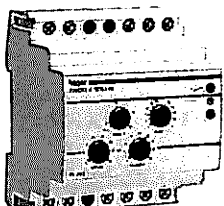
Désignation	Caractéristiques	Larg. en ■ 17,5 mm	Emball.	Réf. c <sup>late</sup> n° identif.
<b>Programmeur de chauffage 1 zone</b>  livré avec 1 sonde EK 085	tension d'alimentation : 230 V ~ 50 Hz sortie : 1 contact inverseur 2 A - 250 V ~ consigne réduit réglable de + 8 °C à + 28 °C consigne hors gel fixe : + 8 °C	4	1	<b>EG 500</b> 227500
<b>Programmeur de chauffage 2 zones</b>  livré avec 2 sondes EK 085	tension d'alimentation : 230 V ~ 50 Hz sortie : 2 contacts F 2 A - 250 V ~ 1 consigne réduit par zone, réglable de + 8 °C à + 28 °C consigne hors gel fixe : + 8 °C	4	1	<b>EG 501</b> 227501

## Régulateurs

Les régulateurs chrono-proportionnels permettent d'optimiser le fonctionnement du chauffage en fonction de la température extérieure ; ils délivrent ainsi la juste quantité d'énergie.

**Régulateur de chauffage sol EK 285**  
pour le chauffage par dalle à accumulation en heures creuses, avec chauffage d'appoint. La mise hors gel, visualisée par un voyant, peut être


sélectionnée par un ordre extérieur (interrupteur ou programmeur), un second voyant indique l'état de la sortie. Une sonde de sol limite la température de dalle.



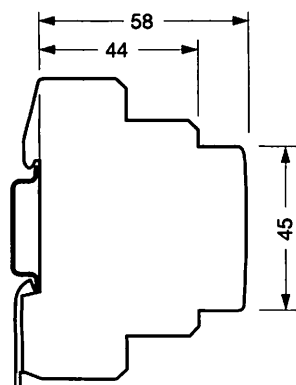
EK 085



EK 084

Désignation	Caractéristiques	Larg. en ■ 17,5 mm	Emball.	Réf. c <sup>late</sup> n° identif.
<b>Régulateur de chauffage sol</b>  livré avec sonde extérieure EK 084 et sonde universelle EK 083 utilisée en sonde de sol  à associer avec contacteurs	Tension d'alimentation : 230 V ~ 50/60 Hz sortie : 1 contact inverseur 2 A - 250 V ~ régulation de classe B consigne : + 8 °C à + 16 °C hors gel : + 8 °C écart : + 5 à + 16 °C limiteur : + 8 à + 36 °C base de temps : 5 à 21 mn position test distance de raccordement des sondes : 50 m	4	1	<b>EK 285</b> 231285  Vivraztec

## Thermostats - sondes



Le thermostat multigamme EK 186 est un thermostat électronique pour toute application nécessitant un contrôle de la température, depuis la chambre froide jusqu'à l'étuve.

Selon l'utilisation, on lui associe différentes sondes :

- sonde d'ambiance fixe EK 081 pour la régulation de température de nuit,
- sonde EK 083 utilisée en sonde de sol pour la limitation de température de dalles,

- sonde EK 083 (avec collier) pour le contrôle de la température d'eau chaude.

En cas de « coupure sonde » 3 modes de fonctionnement (sélectionnés par câblage) sont possibles :

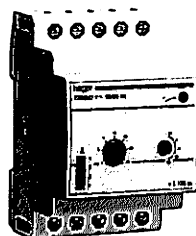
- arrêt permanent,
- mise sous tension permanente,
- mise en service 1 min. toutes les 4 minutes ;

l'état de la sortie est visualisé par un voyant.

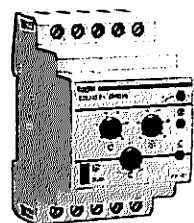
Le thermostat multiconsigne EK 187 est un thermostat électronique adapté à tout type de chauffage.

Les consignes de température sont sélectionnées par ordre extérieur (programmation par inter. horaire ou programmeur électronique).

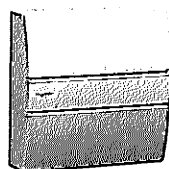
Une commande manuelle en face avant permet de forcer la consigne « dérogation » ; visualisation par voyant de la consigne et de l'état de la sortie. En cas de « coupure sonde », le chauffage est mis en service 1 minute toutes les 4 minutes.



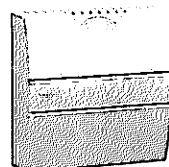
EK 186



EK 187




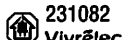
EK 081



EK 082



EK 083

Désignation	Caractéristiques	Larg. en mm 17,5 mm	Emball.	Réf. c <sup>ale</sup> n° Identif.
<b>Thermostat multigamme</b> livré sans sonde à associer avec sondes EK 081 et EK 083 à associer avec des contacteurs	tension d'alimentation : 230 V ~ 50/60 Hz  sortie : 1 contact inverseur 2 A - 250 V ~ 4 gammes de température : -30 à 0 °C 0 à +30 °C +30 à +60 °C +60 à +90 °C différentiel statique réglable	3	1	<b>EK 186</b> 231186
<b>Thermostat multiconsigne</b> livré sans sonde à associer avec sondes EK 081 et EK 082 à associer avec contacteurs	tension d'alimentation : 230 V ~ 50/60 Hz  sortie : 1 contact inverseur 2 A - 250 V ~  <input type="checkbox"/> 2 consignes confort et dérogation, réglables de 5 à 30 °C <input type="checkbox"/> consigne réduit : abaissement de 2 à 8 °C par rapport à confort différentiel statique ± 0,2 °C <input type="checkbox"/> régulation classe B	3	1	<b>EK 187</b> 231187 
<b>Sonde d'ambiance fixe</b>	associable avec : - thermostat EK 186, EK 187		1	<b>EK 081</b> 231081
<b>Sonde d'ambiance réglable</b> la sonde est équipée d'un potentiomètre pour la correction de la consigne de température (+ 3 °C, - 3 °C)	associable avec : - thermostat EK 187		1	<b>EK 082</b> 231082 
<b>Sonde universelle</b>	associable avec : - thermostat EK 186		1	<b>EK 083</b> 231083

# 18

## Climatisation

La notion de confort idéal se caractérise par l'absence de gêne sensorielle. Dans ces conditions, l'individu est en pleine possession de ses capacités physiques et intellectuelles. Pour cela, on est conduit à chauffer les locaux en hiver et à les réfrigérer en été, c'est-à-dire à réaliser une climatisation.

### 1 Échanges thermiques

Pour refroidir l'air contenu dans un local, il faut absorber la chaleur contenue dans ce local et l'envoyer à l'extérieur (fig. 1).

#### 1.1. Définitions

##### a) Température

On mesure la température par rapport à une référence :

- température absolue : degré Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ) ( $0^{\circ}\text{K} = -273^{\circ}\text{C}$ ) ;
- température relative : degré Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) ( $0^{\circ}\text{C} = \text{glace fondante}$ ) ;
- température relative : degré Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) ( $0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F}$ ).

##### b) Quantité de chaleur ou de froid

Une kilocalorie (kcal) est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de  $1^{\circ}\text{C}$  la température de 1 kg d'eau.

Une frigorie (fg) est la quantité de froid nécessaire pour abaisser de  $1^{\circ}\text{C}$  la température de 1 kg d'eau (c'est l'inverse de la kilocalorie).

#### 1.2. Changement d'état d'un corps

La figure 2 désigne les différentes dénominations de changements d'état des corps purs, passage de solide à liquide et gazeux.

Exemples : Fusion de l'alcool :  $-130^{\circ}\text{C}$ .

#### 1.3. Chaleur

##### a) Chaleur massique

C'est la quantité de chaleur cédée ou absorbée par un kilogramme d'un corps pur lorsqu'il subit une variation de température de  $1^{\circ}\text{C}$ .

Elle s'exprime en joule/kg  $^{\circ}\text{K}$ .

##### b) Chaleur latente

C'est la quantité de chaleur absorbée par un kilogramme de liquide pour passer à l'état de vapeur (fig. 3).

#### 1.4. Liquide frigorigène

Pour évacuer la chaleur d'une enceinte vers l'extérieur, on emploie des fluides caloporteurs, c'est-à-dire capables de porter des calories.

Ces fluides doivent avoir une très basse température d'ébullition pour absorber plus de calories aux températures inférieures à  $0^{\circ}\text{C}$ .

#### OBJECTIFS

Connaissant les procédés de production du froid, de la chaleur, il faut être capable :

- de décoder le schéma fonctionnel d'un système d'échange thermique ;
- d'effectuer les raccordements électriques, les contrôles, mesures et réglages de mise en œuvre et de suivi d'exploitation.

#### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 2.3

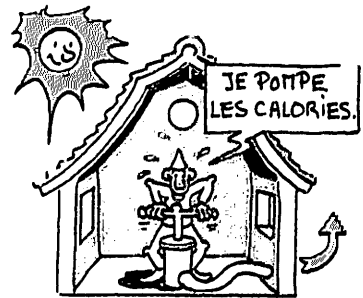


Fig. 1 : Échanges thermiques.

Tableau 1 : Correspondance entre les unités de température.

Degré	Fusion glace	Ébullition eau
Celsius	$0^{\circ}\text{C}$	$100^{\circ}\text{C}$
Fahrenheit	$32^{\circ}\text{F}$	$212^{\circ}\text{F}$
Kelvin	$273^{\circ}\text{K}$	$373^{\circ}\text{K}$

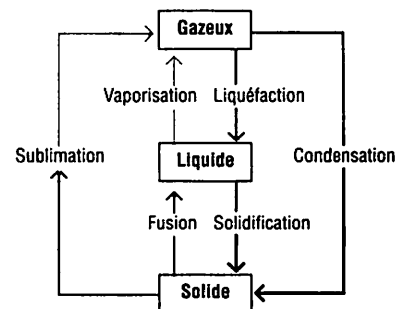


Fig. 2 : Changement d'état d'un corps.

## 2 Production du froid

La production du froid (ou l'absorption de chaleur) s'effectue selon un cycle où un liquide frigorigène va subir des transformations pour revenir à son état initial.

### 2.1. Évaporation (fig. 4)

Si on place dans une enceinte à 15 °C un litre de liquide R 12 (fréon), ce liquide, dont la température d'ébullition est de - 30 °C, va s'évaporer dans un évaporateur en absorbant dans l'enceinte les calories correspondant à la chaleur latente qu'il accumule lors de son changement d'état ; par exemple, s'il absorbe 40 kcal il aura produit 40 frigories.

### 2.2. Compression et condensation

Le gaz fréon, à - 30 °C, chargé de 40 kcal va être refroidi et liquéfié avant de retourner dans l'évaporateur (fig. 5).

En comprimant ce gaz, on élève sa température de - 30 °C à + 30 °C (la compression s'effectue à 7 bars environ). Dans ces conditions, le gaz peut se refroidir dans le condensateur car il est plus chaud que la température extérieure (+ 20 °C), en restituant sa chaleur latente.

### 2.3. Décompression

Le fluide refroidi doit être à une pression compatible avec les conditions d'évaporation, soit une pression voisine de la pression atmosphérique. Un détendeur est nécessaire à l'entrée de l'évaporateur et le liquide peut ainsi à nouveau produire du froid (fig. 6).

### 2.4. Réfrigérateur à compression

C'est le système le plus employé pour produire du froid. La source d'énergie extérieure utilisée est la pression donnée par un ensemble moteur-compresseur. Le fluide frigorigène est en général du R 12, qui est un dérivé chloré du méthane (fig. 7).

Le cycle est celui décrit aux paragraphes 2-1 à 2-3 ; il s'interrompt quand la température affichée sur un thermostat est atteinte ; à ce moment on coupe le moteur électrique. Lorsque la température remonte, le thermostat commande un contacteur qui démarre le moteur et le cycle reprend.

### 2.5. Réfrigérateur à absorption

Il est surtout utilisé pour de petites puissances (camping) ou lorsque l'on ne dispose pas d'électricité ; la source d'énergie étant une source de chaleur, résistance électrique ou brûleur à gaz, le rendement de ce dispositif n'est pas très bon.

## 3 Pompe à chaleur

### 3.1. Principe

La pompe à chaleur est un circuit frigorifique qui possède la particularité d'être réversible. Dans un circuit frigorifique le fluide circule dans le sens des flèches noires (voir schéma ci-après).

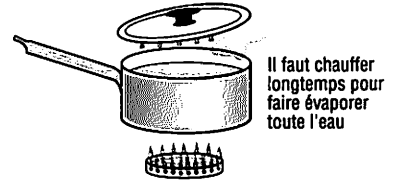


Fig. 3 : L'eau qui s'évapore dans une casserole représente la chaleur latente.

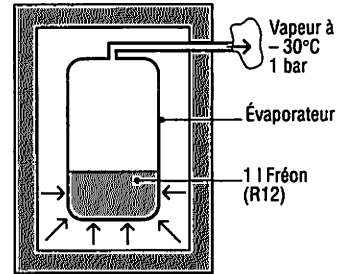


Fig. 4 : Production de froid par évaporation d'un liquide.

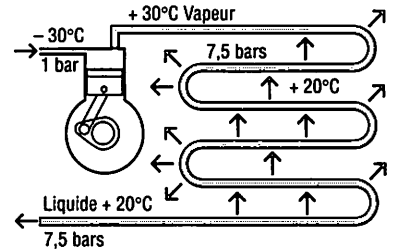


Fig. 5 : Refroidissement et liquéfaction du gaz évaporé dans le condensateur.

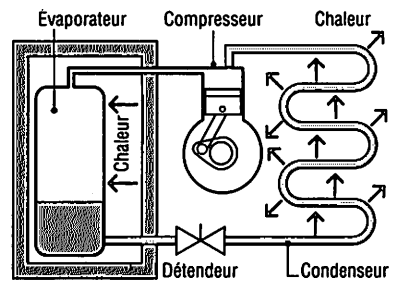


Fig. 6 : Circuit de principe d'un réfrigérateur.

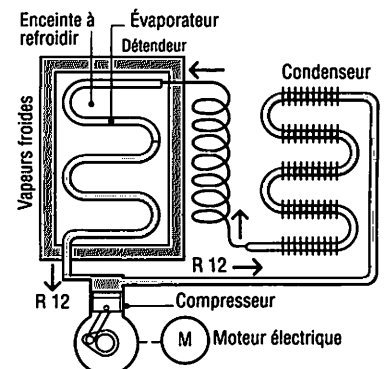
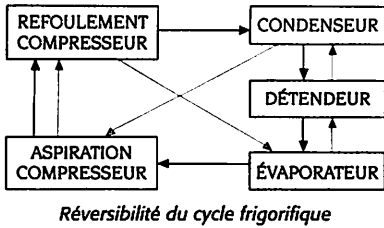


Fig. 7 : Disposition d'un circuit de réfrigération.



Le condenseur, où sont évaluées les calories pompées au milieu à refroidir, constitue la source chaude du système.

Dans une pompe à chaleur, on inverse le sens de parcours du fluide dans l'installation, flèches rouges (fig. 8 et 9).

### 3.2. Fonctionnement

Le gaz comprimé par le compresseur va se liquéfier dans le serpentin qui devient condenseur. À la sortie du condenseur, le détendeur abaisse brutalement la pression du liquide et celui-ci se vaporise dans le condenseur qui devient évaporateur.

L'évaporateur est situé dans la source froide : air extérieur, eau d'un lac. Le fluide frigorigène en se vaporisant pompe une quantité de chaleur  $Q_f$  à la source froide (fig. 9).

À l'inverse, en se liquéfiant dans le condenseur, le fluide restitue la quantité de chaleur  $Q_c$  à la source chaude qui entoure cette partie du circuit : air du local à chauffer, circuit de chauffage.

### 3.3. Bilan énergétique

L'énergie électrique  $W$  fournie au compresseur a été aussi transformée en chaleur. On récupère au condenseur la quantité de chaleur.

$$Q_c = Q_f + W$$

- $Q_c$  : quantité de chaleur récupérée au condenseur.
- $Q_f$  : quantité de chaleur aspirée à la source froide.
- $W$  : énergie électrique absorbée par le compresseur.

### 3.4. Exemple d'application

Il s'agit de chauffer une villa en hiver et de refroidir cette même villa en été. L'inversion des cycles s'effectue par la vanne d'inversion du cycle à deux voies.

#### a) Fonctionnement en été

L'évaporateur placé à l'intérieur de la villa refroidi l'air qui est distribué dans chaque pièce. La chaleur pompée à l'intérieur de la villa est évacuée à l'extérieur par le condenseur (fig. 10).

#### b) Fonctionnement en hiver

Le cycle s'inverse ; l'échangeur extérieur absorbe les calories de l'air en le refroidissant ; elles sont transmises à l'échangeur intérieur qui les cède à l'air ambiant (fig. 11).

### 3.5. Différents types de pompe à chaleur

On classe les différents types de pompe à chaleur suivant la nature des sources froides et chaudes.

- La source froide, pourvoyeuse de chaleur peut être :
- l'air extérieur, ou l'air vicié extrait des bâtiments ;
  - l'eau de puits ou de nappes souterraines ;
  - la chaleur emmagasinée dans le sol pendant l'été.

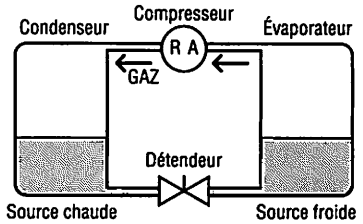


Fig. 8 : Fonctionnement en réfrigérateur.

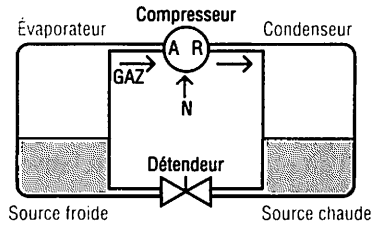


Fig. 9 : Fonctionnement chauffage.

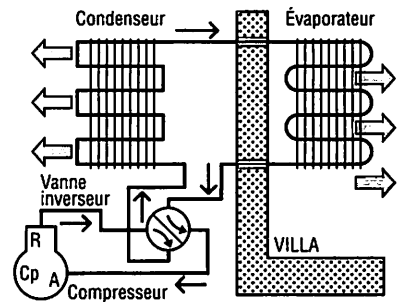


Fig. 10 : Disposition d'une pompe à chaleur pour la climatisation d'une villa en été.

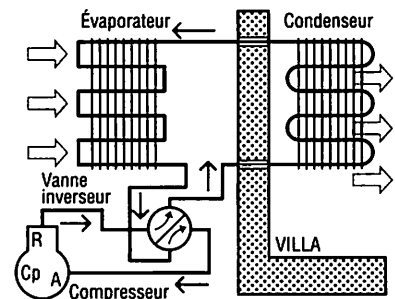


Fig. 11 : Pompe à chaleur pour le chauffage en hiver.

Tableau 2 : Natures des sources.

Source froide	Système	Source chaude
Air extrait	↔	Air
Air extérieur	↔	Eau
Eau	↔	
Sol	↔	

## En savoir plus...

Le COP est le coefficient de performance d'une pompe à chaleur : on l'appelle aussi coefficient d'amplification d'une pompe à chaleur.

Un COP de 4 signifie que lorsqu'on absorbe 1 kWh d'électricité, la pompe restitue 4 kWh de chaleur.

## 4 Climatisation

Climatiser des locaux consiste à maintenir constante la température de l'air et son humidité relative quelles que soient les variations extérieures.

### 4.1. Climatisation individuelle

Elle s'effectue à l'aide d'appareils monoblocs qui se placent au-dessus d'une porte ou dans l'embrasure d'une fenêtre (fig. 12), ou en 2 blocs, l'un à l'intérieur (évaporateur), l'autre à l'extérieur (compresseur + condensateur).

#### a) Fonctions assurées

- Filtration, refroidissement et déshumidification de l'air.
- Reprise d'air neuf et évacuation d'air vicié, réchauffage de l'air.

#### b) Constitution

La figure 12 donne la disposition des différents éléments d'un bloc de climatisation autonome (fig. 13).

#### c) Caractéristiques

- Puissance frigorifique : de 2 000 à 5 000 fg/h.
- Puissance électrique : 1 à 2,5 kW.

Certains de ces appareils peuvent fonctionner en pompes à chaleur et assurer la climatisation de locaux de 25 à 100 m<sup>2</sup>.

### 4.2. Centrale de climatisation

Dans les locaux importants à usage commercial ou collectif, on réalise des installations de conditionnement d'air qui permettent de créer un climat artificiel, c'est-à-dire de contrôler la température, le degré hygrométrique, la teneur en air neuf et les mouvements d'air (fig. 14 et 15).

Tableau 3 : Fluides caloporteurs.

Désignation	t°C ébullition	Emploi
R 12	- 30 °C	réfrigération climatisation congélation grosses installations
R 22	- 40 °C	
R 502	- 46 °C	
R 717	- 33 °C	

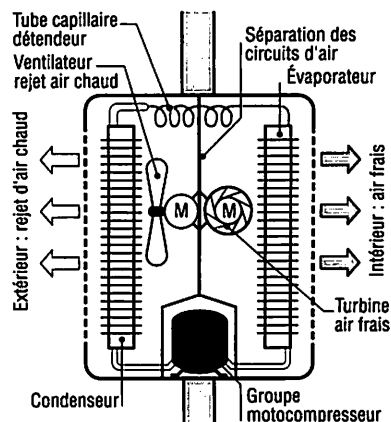


Fig. 12 : Climatiseur autonome.

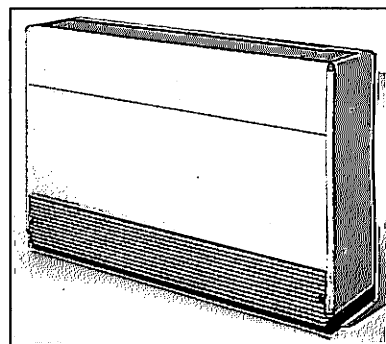


Fig. 13 : Climatiseur autonome (Technibel).

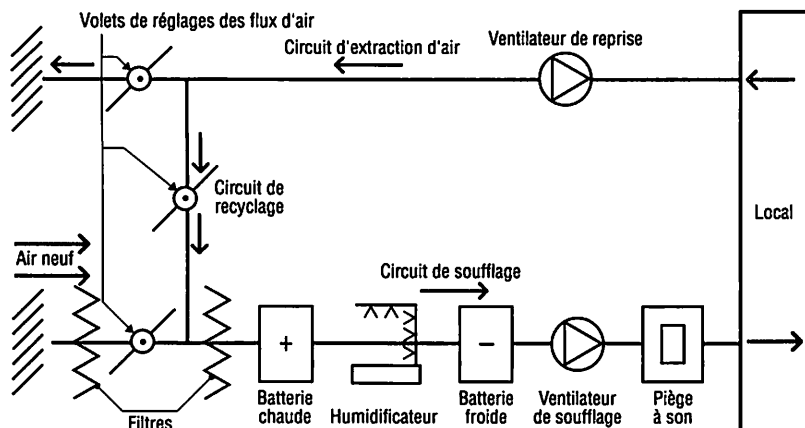


Fig. 15 : Schéma fonctionnel d'une installation de climatisation industrielle.

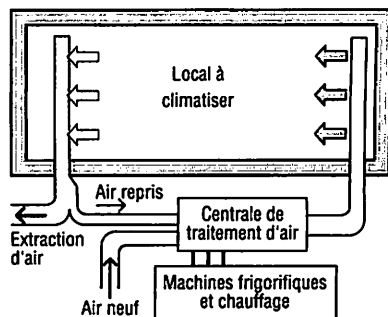


Fig. 14 : Implantation d'une centrale de climatisation.

## L'essentiel

- La climatisation consiste à maintenir un confort idéal en assurant une température et un hygrométrie de l'air qui ne provoquent aucune gêne sensorielle.
- La frigorie (fg) est la quantité de froid nécessaire pour abaisser de 1 °C la température de 1 kg d'eau. Elle est l'inverse de la kilocalorie.
- La production de froid est basée sur un cycle dans lequel un liquide frigorigène (ammoniac ou R 12) en s'évaporant va absorber des calories qu'il perd ensuite en se refroidissant. Ce cycle est assuré par des variations de pression à l'aide d'un compresseur, et des échanges de chaleur dans un évaporateur et dans un condenseur.
- La pompe à chaleur permet de puiser des calories dans une source froide (air extérieur, eau, sol) et de réchauffer un fluide caloporteur (air, eau). Le fonctionnement est l'inverse de celui d'un réfrigérateur.
- La climatisation maintient constante la température et l'humidité relative de l'air d'un local, quelles que soient les variations extérieures.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. La température absolue se désigne en degrés Fahrenheit.
2. La référence de la température absolue est - 273 °C.
3. La température relative s'exprime en degré Celsius.
4. La frigorie est l'inverse de la kilocalorie.
5. La chaleur latente est produite par un corps qui se refroidit.
6. La chaleur massique est la quantité de chaleur absorbée par un kilogramme d'un corps pour une variation de température de 1 °C.
7. Dans un circuit frigorifique on utilise un liquide frigorigène, appelé caloporteur.
8. Le cycle de production du froid utilise la propriété suivante : l'évaporation d'un liquide produit du froid.
9. Le condenseur permet de comprimer le gaz.
10. Le réfrigérateur ménager fonctionne sur le principe d'une pompe à absorption.
11. Une pompe à chaleur permet de climatiser un local.
12. Dans une pompe à chaleur réversible, le condenseur est aussi évaporateur.
13. Une pompe à chaleur peut chauffer un local à 19 °C avec de l'air extérieur à 11 °C.
14. Dans un système pompe à chaleur, la source froide est l'endroit où l'on prend la chaleur.
15. Le COP est un Coefficient Opérationnel de Pompe.
16. Le climatiseur est uniquement un déshumidificateur d'air.
17. Une centrale de climatisation comporte un réglage de l'humidité de l'air.
18. L'air climatisé est filtré.
19. Le rôle d'un climatiseur est de maintenir la température constante à l'intérieur d'un local.
20. Pour une climatisation, l'humidité n'a aucune importance.

# RÉSOLUS

1. Convertissez la température de 20 °C en degrés Fahrenheit (surtout utilisés dans les pays anglo-saxons).

**Solution :**

- En degré Celsius (C) on a 0 à 100 °C
- En degré Fahrenheit (F) on a 32 à 212 °F.

On peut écrire :

$$\frac{F - 32}{212 - 32} = \frac{C}{100} \text{ ce qui entraîne } \frac{F - 32}{9} = \frac{C}{5}$$

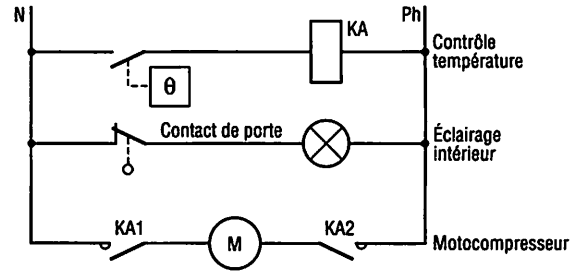
d'où  $(F - 32)5 = 9C$  ou  $5F - 160 = 9C$

$$5F = 9C + 160 \text{ d'où } F = \frac{9C + 160}{5}$$

pour  $C = 20$  °C on a :  $F = \frac{(9 \times 20) + 160}{5} = 68$  °F

2. Établissez le schéma électrique d'un réfrigérateur comportant un groupe compresseur commandé par thermostat, avec contacteur intermédiaire et une lampe intérieure commandée par un contact de porte.

**Schéma développé :**



3. Recherchez dans la documentation un climatiseur permettant de donner une puissance frigorifique de 2,6 kW. Précisez ses caractéristiques.

**Solution :**

Le climatiseur référence SK 96 R, donne une puissance frigorifique de 2,62 kW.

- Principales caractéristiques :
- Puissance absorbée : 1 kW
- Débit d'air intérieur : 432 m<sup>3</sup>/h

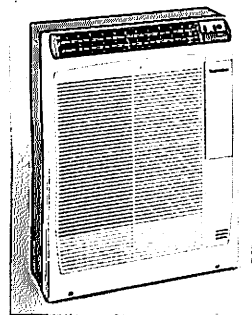
# À RÉSOUDRE

1. Quelles sont les différentes parties d'une installation frigorifique qui peuvent tomber en panne ?
2. Un réfrigérateur a son évaporateur qui se recouvre de givre. Quel en est l'inconvénient majeur ? Que faut-il faire ?
3. Un réfrigérateur a gelé tous les aliments qu'il contient et il fonctionne sans arrêt. Quelle peut être la cause de ce mauvais fonctionnement ?
4. Le groupe moteur-compresseur d'un congélateur fonctionne sans arrêt, pourtant la température intérieure de - 18 °C tend vers 0 °C. Que peut-il se produire ? Que faut-il faire ?
5. Établissez le schéma d'alimentation électrique d'un climatiseur devant fournir une puissance frigorifique nominale de 3,45 kW. Pour cela recherchez dans la fiche de documentation (p. 179) le type de climatiseur nécessaire et la puissance électrique correspondante.
6. On veut installer une pompe à chaleur dans un pavillon, sachant qu'elle doit fonctionner dès que la température intérieure est inférieure à 18 °C, et lorsque la température extérieure est supérieure à 5 °C. En dessous

- des 5 °C à l'extérieur, c'est le chauffage électrique à convecteur qui doit fonctionner.
- a) Choisissez le matériel nécessaire à l'aide des fiches de documentation pages 171-172.
- b) Effectuez le schéma de branchement électrique de la pompe à chaleur.
- c) Effectuez le schéma de branchement du circuit des convecteurs.
7. On décide de climatiser un magasin en installant une pompe à chaleur réversible qui doit maintenir une température de 20 °C à l'intérieur pour une température extérieure de + 35 °C à - 10 °C.
  - a) Déterminez le climatiseur, la puissance frigorifique demandée étant de 2 600 W (179).
  - b) La puissance calorifique nécessaire en hiver étant de 6 250 W, il faut prévoir un apport par un convecteur. Quelle doit être sa puissance ?
8. Pouvez-vous indiquer comment on définit la température humide ?
9. Pour prélever de la chaleur dans une source froide, air ou eau, quel élément du circuit frigorifique place-t-on : le compresseur, le condenseur, l'évaporateur, le détendeur ?



## Climatiseurs - Froids SK-C - Réversibles SK-R

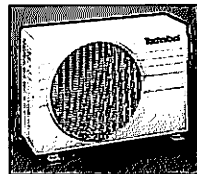
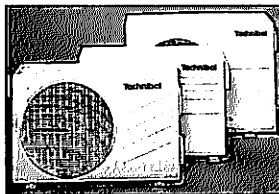


Technibel Climatisation  
RD 28 - ZI Reyrieux - BP 131  
01601 Trévoux Cedex  
Tél. : 04 74 00 92 92

Le choix des composants a été réalisé dans le but de créer un climatiseur silencieux qui réponde aux applications les plus exigeantes de confort acoustique.

L'esthétique sobre de la console SK permet une intégration réussie dans tous les décors.

En version réversible, ces climatiseurs splits consoles assurent le chauffage de manière économique.



### Caractéristiques techniques

			SK 96 C	SK 127 C	SK 96 R	SK 127 R
Traitement d'air intérieur			KA 96 C	KA 127 C	KA 96 R	KA 127 R
Groupe de condensation			GR 93 C	GR 125 C	GR 95 R	GR 124 R
Puissance frigorifique	GV	kW	2,6	3,45	2,62	3,45
		Btu/h	8 900	11 800	8 900	11 800
Puissance absorbée en froid	GV	kW	0,95	1,25	1	1,25
Puissance calorifique	GV	kW	-	-	3,25	3,95
		Btu/h	-	-	11 100	13 500
Puissance absorbée en chaud	GV	kW	-	-	1	1,29
Débit d'air intérieur	GV	m <sup>3</sup> /s-m <sup>3</sup> /h	0,12-432	0,125-450	0,12-432	0,125-450
Débit d'air extérieur		m <sup>3</sup> /s-m <sup>3</sup> /h	0,378-1 360	0,417-1 500	0,378-1 360	0,417-1 500
Alimentation électrique		V/ ph/ Hz	230 / 1 / 50	230 / 1 / 50	230 / 1 / 50	230 / 1 / 50
Intensité absorbée		en froid A	4,3	5,8	4,6	5,8
		en chaud A	-	-	4,6	6,0
Déshumidification	GV	l/h	1,1	1,1	1,1	1,5
Déflexion	horizontale		manuelle	manuelle	manuelle	manuelle
	verticale		manuelle	manuelle	manuelle	manuelle
Raccords frigorifiques	Type		flare	flare	flare	flare
	∅ mm (pouce)		6,35-9,52 (1/4-3/8)	6,35-12,7 (1/4-1/2)	6,35-9,52 (1/4-3/8)	6,35-12,7 (1/4-1/2)

#### CONDITIONS NOMINALES

##### FROID

T air intérieur 27 °C (DB) / 19 °C (WB)  
T air extérieur 35 °C (DB)

##### CHAUD

T air intérieur 20 °C (DB)  
T air extérieur 7 °C (DB) / 6 °C (WB)

**Humidité relative ou degré hygrométrique :** c'est le pourcentage de vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport à la quantité d'eau contenue dans l'air saturé à même température.

*Exemple :* à 25 °C, degré hygrométrique 50 %.

**Température sèche :** c'est la température mesurée par un thermomètre ordinaire.

#### LIMITES DE FONCTIONNEMENT

##### FROID

maximum T air intérieur 35 °C (DB) / 22 °C (WB)  
T air extérieur 46 °C (DB)  
minimum T air intérieur 19 °C (DB) / 14 °C (WB)  
T air extérieur 19 °C (DB)

##### CHAUD

maximum T air intérieur 27 °C (DB) / 19 °C (WB)  
T air extérieur 24 °C (DB) / 18 °C (WB)  
minimum T air extérieur - 8 °C (DB) / 9 °C (WB)

**Température humide :** c'est la température mesurée par un thermomètre dont le bulbe est entouré d'un chiffon humide et ventilé à une vitesse d'air suffisante.

*Exemple :* température sèche 25 °C, humide 19 °C.

# 19

## Structure d'un ensemble de production

Produire au moindre coût des produits de qualité dans les meilleurs délais conduit à concevoir des équipements de production ou de manutention qui sont de plus en plus automatisés. Le rôle de l'électricien est d'intervenir aussi bien pour réaliser l'équipement, effectuer une modification ou une intervention de maintenance. Il est nécessaire de bien les situer, dans la structure du système où a lieu l'intervention et d'évaluer les répercussions sur les différentes parties de l'ensemble automatique.

### OBJECTIF

Être capable de réunir des informations sur la structure matérielle et fonctionnelle d'un système afin d'effectuer une réalisation, une modification, une intervention de maintenance sur un équipement de machine de production ou de manutention.

### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 3.2

## 1 Structure d'un ensemble de production

Remplacer l'homme qui effectue un travail par une machine nécessite d'analyser les différentes actions réalisées.

### 1.1. Analogie homme-machine (fig. 1)

Si on donne à une personne l'ordre de déplacer une pièce ou un colis :

- par le regard, le colis à déplacer est reconnu ;
- l'observation est transmise au cerveau ;
- le cerveau commande les muscles par le système nerveux ;
- les muscles des bras vont saisir l'objet, le déplacer, le poser.

On distingue alors (fig. 2) :

- une **partie commande** assurée par le cerveau ;
- une **partie captage des informations** réalisée par les organes des sens (vue, ouïe, toucher...) ;
- une **partie opérative** ou d'action permise par les muscles du corps ou des membres.

Le cerveau synchronise et contrôle les sens et leur action.

### 1.2. Schéma simplifié

Un ensemble de production automatisé doit assurer la gestion aussi bien d'une machine de production que d'un ensemble de manutention.

Pour contrôler cette gestion, le système doit faire communiquer l'homme et la machine en fonction d'un programme de travail, ou processus, qui constitue la suite logique des opérations à effectuer.

On peut distinguer trois parties essentielles (fig. 3).

#### a) La partie commande (PC) ou unité centrale

Elle traite des informations qui lui parviennent de l'opérateur de conduit, ou de la machine à commander.

#### b) La partie opérative (PO)

C'est l'élément qui agit sur la matière d'œuvre, et qui comporte des actionneurs et des capteurs.

#### c) La partie dialogue

C'est le pupitre de contrôle et de commande qui permet au personnel d'exploitation ou de maintenance d'intervenir sur le système.

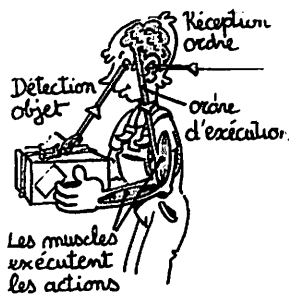


Fig. 1 : Succession des actions chez l'homme pour déplacer un objet.

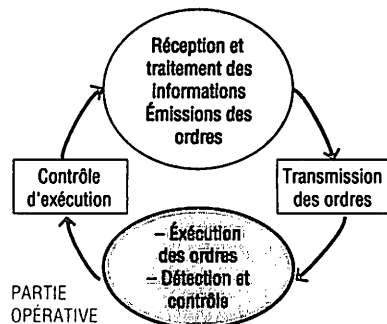


Fig. 2 : Enchaînement ordres-actions.

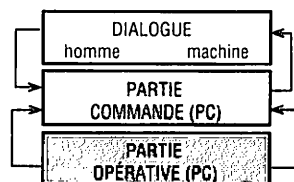
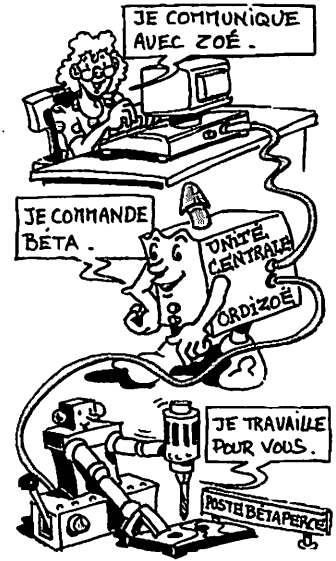
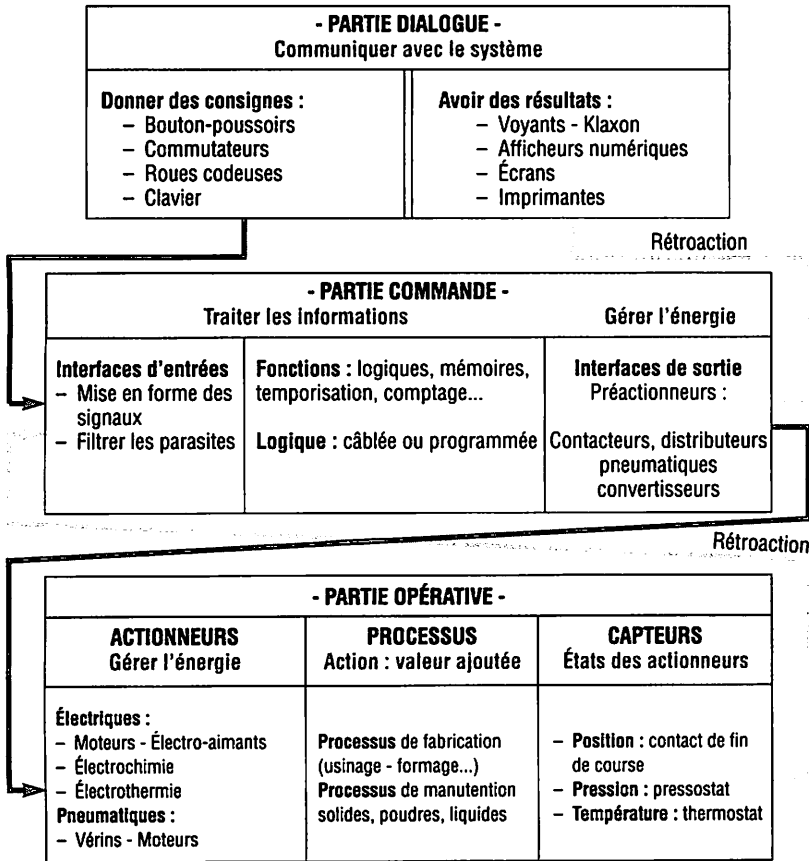


Fig. 3 : Liaisons entre contrôle - commande et partie opérative.

### 1.3. Schéma fonctionnel détaillé de la commande



Ce schéma fonctionnel indique :

- le détail des liaisons entre les différentes fonctions ;
- les organes, ou solutions techniques, les plus courantes.

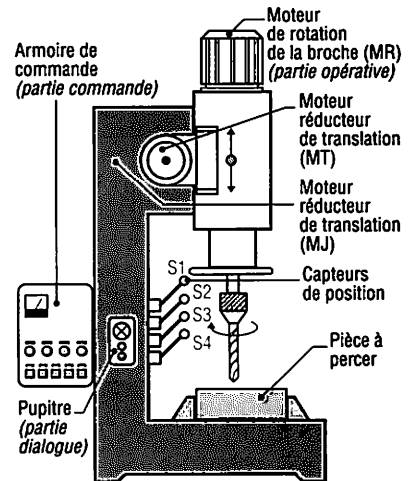


Fig. 4 : Poste de perçage automatique.

## 2 Machine de production : unité de perçage

### 2.1. Disposition

Ce poste de travail, encore appelé unité de perçage (fig. 4), comporte :

- une broche de perçage entraînée par un moteur électrique ;
- un dispositif de translation verticale de la broche assuré par un moteur réducteur à deux sens de marche, et avec deux vitesses.

### 2.2. Exemple de cycles à réaliser (fig. 5)

#### a) Cycle simple

- Descente à grande vitesse.
- Descente lente et rotation du foret.
- Remontée rapide en fin de perçage.

#### b) Cycle avec débouillage

À mi-course, on effectue un débouillage, c'est-à-dire une remontée rapide et une descente rapide pour évacuer les copeaux.

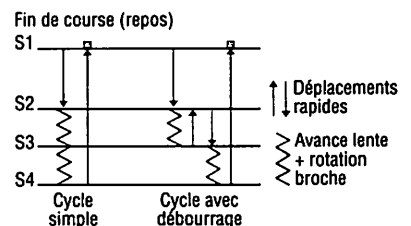


Fig. 5 : Représentation des cycles.

### 2.3. Structure du système (fig. 6)

L'unité de perçage comporte effectivement :

#### a) La partie opérative

C'est l'ensemble mécanique qui traite les pièces : broches, forets, dispositifs de guidage et de fixation ainsi que les capteurs de position.

#### b) La partie commande

Elle coordonne la succession des actions de la partie opérative (capteurs, relais, contacteurs, etc.).

- L'ensemble constitue un système technique automatique.
- L'opérateur est extérieur au système, c'est lui qui donne les ordres (de marche, d'arrêt, etc.).
- Enfin, pour fonctionner, le système a besoin d'énergie.

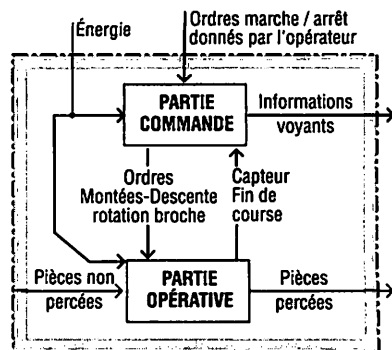


Fig. 6 : Structure d'un système automatisé.

## 3 Manutention automatique traitement de surface

Différentes pièces d'acier doivent subir un traitement de surface de façon à ne pas s'oxyder. Pour cela on procède par un dépôt électrolytique de métal inoxydable (chrome, nickel, zinc, etc.). Les pièces à traiter sont placées dans un panier et plongées dans différents bains, pour effectuer les opérations successives de dégraissage, rinçage, décapage et traitement.

### 3.1. Disposition du système (fig. 7)

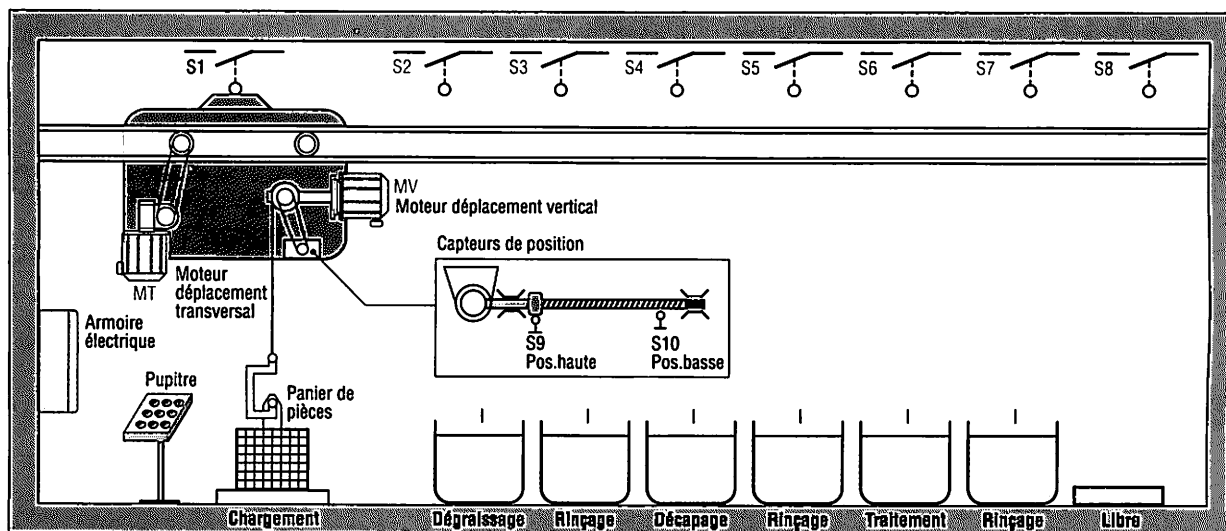


Fig. 7 : Système automatique pour le traitement de surface.

Un chariot suspendu à un rail se déplace, entraîné en translation par un moteur réducteur. Un dispositif de levage actionné par un autre moteur réducteur permet de lever ou de descendre les paniers contenant les pièces.

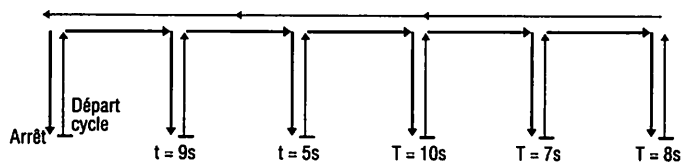


Fig. 8 : Exemple de cycle réalisé.

Des bacs contenant de l'eau ou différents produits chimiques permettent d'effectuer le traitement qui consiste à tremper chaque panier de pièces dans ces bacs pendant un temps réglable.

### 3.2. Structure du système (fig. 9)

Le système traitement de surface peut être analysé selon les deux parties principales : **partie opérative** et **partie commande**. Chacune de ces parties réalise différentes fonctions :

- Dialogue avec l'opérateur : pupitre, écrans, claviers.
- Traitement des données : à relais, automates programmables.
- Gestion de l'énergie : préactionneurs, contacteurs, distributeurs...
- Action sur les pièces : éléments mécaniques, moteurs, vérins.
- Captage des informations : capteurs tels que contacts électriques, fin de course, détecteur inductifs, capacitifs, photo-électriques.

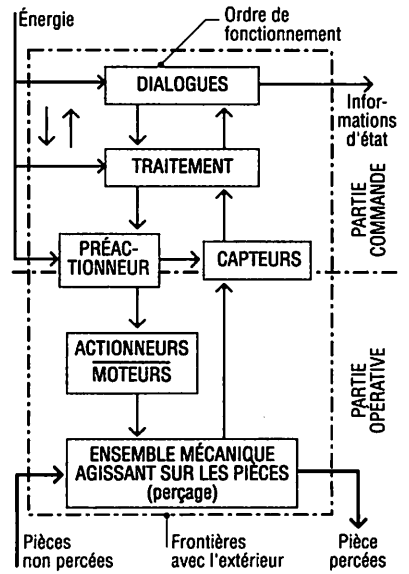


Fig. 9 : Liaisons entre les fonctions montrant la structure du système.

## 4 Approche fonctionnelle d'un système

### 4.1. Définition d'un système technique (fig. 10)

L'installation de traitement de surface constitue un système technique, c'est-à-dire un ensemble d'éléments organisés pour exercer une activité (traitement de surface) sur une matière d'œuvre (les pièces) pour satisfaire un besoin (pièces rendues inoxydables).

On peut dire aussi que le système remplit une fonction d'usage en produisant une valeur. La **fonction d'usage** d'un système consiste à donner une valeur ajoutée à la matière d'œuvre. Dans notre cas, les pièces brutes en acier sont devenues inoxydables et présentent un meilleur aspect.

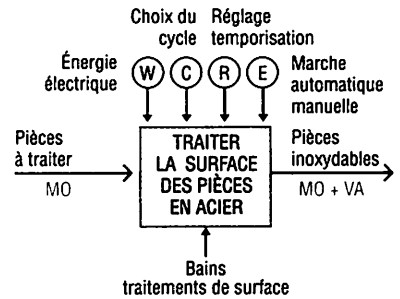


Fig. 10 : Représentation d'un système technique.

### 4.2. Représentation (fig. 11)

On représente graphiquement un système par une boîte (rectangle) à l'intérieur de laquelle on écrit la **fonction d'usage**. On a réalisé un bloc fonctionnel.

À chaque face de ce bloc est associé un rôle précis.

#### a) Entrée matière d'œuvre MO (fig. 12)

C'est sur la matière d'œuvre que la fonction effectue son action. Cette matière d'œuvre peut aussi être de l'énergie ou des informations.

#### b) La ou les sorties (fig. 12)

- La sortie matière d'œuvre dotée de la valeur ajoutée.
- Les sorties secondaires qui peuvent être des informations sur l'activité du système, des sous-produits, des déchets.

#### c) Contraintes ou données de contrôles (fig. 13)

Elles sont indiquées à la partie supérieure. Elles peuvent être relatives :

- C - à la configuration du système (système programmable) ;
- R - aux réglages à assurer ou possibles ;
- E - à l'exploitation, ce sont les données de l'opérateur ;
- W - à l'énergie (entrée énergie électrique ou pneumatique).

#### d) Support d'activité (fig. 13)

Ou support de la fonction. Il s'agit des éléments matériels qui assurent la fonction. Ils sont notés sous le rectangle.



Fig. 11 : Limites et fonctions du système.

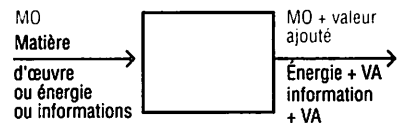


Fig. 12 : Identification des entrées et sorties.

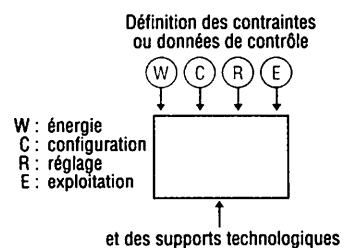


Fig. 13 : Représentation des grandeurs de pilotage et des supports technologiques.

### 4.3. Actigramme ou diagramme d'activité (fig. 14)

On le désigne souvent par le repère A – 0 (A moins 0). On dit qu'il représente la fonction d'usage du système ou le « CONTEXTE ». L'actigramme de niveau A – 0 ne comporte qu'une fonction.

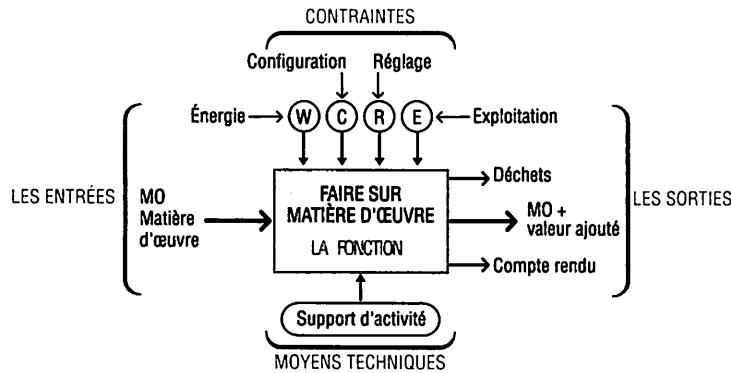


Fig. 14 : Représentation de niveaux A – 0.

### 4.4. Décomposition d'un système

L'actigramme de niveau A – 0 n'est pas suffisant pour avoir une représentation fonctionnelle détaillée du système. On analyse l'activité « mère » et on représente dans un actigramme de rang inférieur (A0) les sous-fonctions. Il est recommandé de ne pas dépasser six boîtes.

Exemple : actigramme de niveau A0 du système de traitement de surface.

Cet actigramme représente les fonctions d'un poste automatique :

- dialogue : **communiquer avec le système** ;
- traitement : **traiter les données** ;
- préactionneurs : **gérer l'énergie** ;
- dispositifs mécaniques et moteurs : **traiter les pièces** ;
- capteurs : **détecter les positions**.

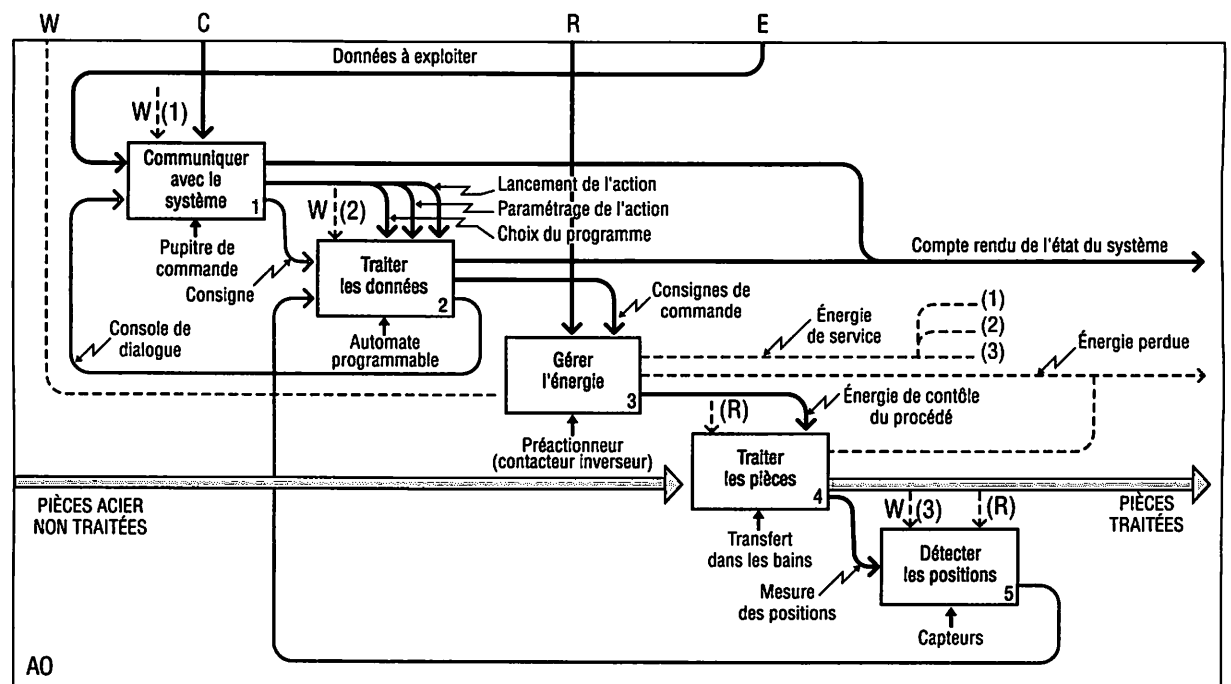
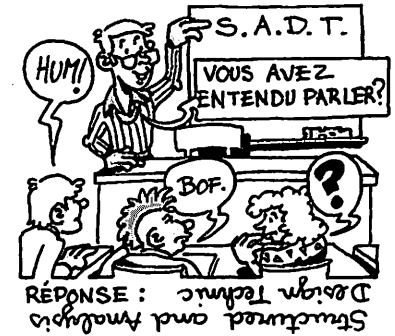
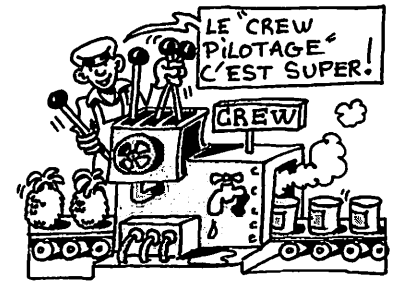


Fig. 15 : Exemple de représentation niveau A0.



## L'essentiel

■ Un système automatique de production ou de manutention comporte une partie opérative et une partie commande.

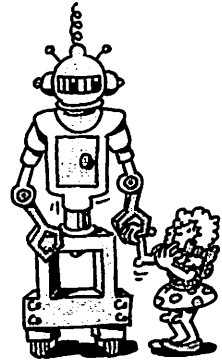
La partie commande traite les informations qui proviennent de l'extérieur, ou de la partie opérative. Le résultat du traitement donne lieu à des ordres transmis à la partie opérative.

La partie opérative effectue différentes actions et des capteurs mesurent le résultat de ces actions. Les informations correspondantes sont adressées à la partie commande.

■ Un système technique est un ensemble organisé en fonction d'un but. Il est fait d'éléments solidaires qui sont définis les uns par rapport aux autres.

La représentation d'un système sous forme fonctionnelle comporte :

- une boîte qui représente la frontière entre le système et le monde extérieur et indique à l'intérieur la fonction réalisée par le système ;
- les entrées de la matière d'œuvre (pièces) ;
- les sorties : matières d'œuvre plus valeur ajoutée, comptes rendus, déchets ;
- les entrées de contrôle ou les contraintes du système ;
- le système technique support de l'activité.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Dans un système automatisé le dialogue homme machine est dans la partie opérative.
2. La partie commande est différente de la partie opérative.
3. Un bouton-poussoir ou un voyant se situent dans la partie dialogue.
4. Un relais de commande, une fonction logique sont destinés à traiter les informations, ils font partie de la commande du système.
5. Un capteur de position (interrupteur fin de course) est situé dans la partie commande.
6. Un moteur électrique constitue un actionneur, il est intégré dans la partie opérative.
7. La fonction principale dans un système automatisé est l'action sur les pièces ou sur la matière d'œuvre.
8. La fonction d'usage ajoute une valeur au produit traité par un système automatisé.
9. À l'entrée d'un système technique on trouve surtout de la matière d'œuvre.
10. À la sortie d'un système technique on trouve surtout de l'énergie.
11. Les données de contrôle dans un système technique sont des solutions techniques.
12. Une donnée de contrôle et une contrainte sont deux fonctions totalement différentes.
13. La configuration d'un système fait partie des contraintes pour un système.
14. Une donnée d'exploitation est une donnée de contrôle.
15. On appelle actigramme ou diagramme d'activité, la représentation fonctionnelle d'un système.
16. Dans un poste automatisé, traiter les données constitue une sous-fonction de la fonction principale.
17. Les opérations de réglage font partie des contraintes.
18. Chaque sous-fonction peut se décomposer en un actigramme de niveau supérieur.
19. La fonction détecter des positions est réalisée par des capteurs.
20. La fonction gérer l'énergie est réalisée par des moteurs électriques.

# RÉSOLUS

1. Le poste de perçage automatique (p. 181) est défini par sa disposition dans l'espace et par les deux cycles qu'il peut réaliser.

a) Précisez la fonction principale de ce poste en indiquant la matière d'œuvre à l'entrée, à la sortie.

b) Indiquez pour la partie opérative :

- 1) les organes de puissance ;
- 2) les capteurs.

c) Précisez pour la partie commande et dialogue :

- 1) la partie traitement ;
- 2) la partie dialogue.

d) Réalisez l'actigramme de niveau A - 0 de ce système automatique. Précisez les contraintes.

c) Partie commande : PC :

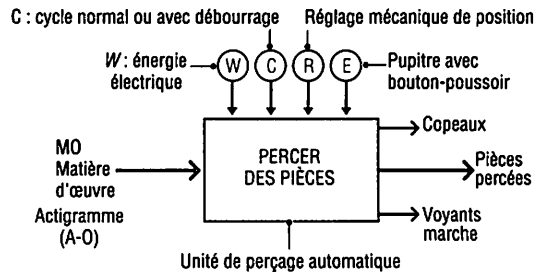
- 1) commande : armoire de commande ;
- 2) dialogue : pupitre.

d) Actigramme de niveau (A - 0).

Il faut préciser les contraintes ou les données de contrôle :

- C : configuration : commutateur de cycle avec déburrage et sans déburrage ;
- R : réglage : réglage mécanique de position des capteurs pour la première pièce ;
- E : exploitation : bouton départ de cycle, arrêt d'urgence, inverseur manuel automatique ;
- W : énergie électrique uniquement.

En marche manuelle boutons marche arrêt pour rotation broche, montée, descente, petite vitesse, grande vitesse, voyant cycle.



## Solution :

a) La fonction principale est de percer des pièces :

- en entrée : pièces non percées ;
- en sortie : pièces percées.

b) Partie opérative (PO) :

- 1) organes de puissance :  
moteur de broche MR ;  
moteur réducteur de translation MT.

2) capteurs :

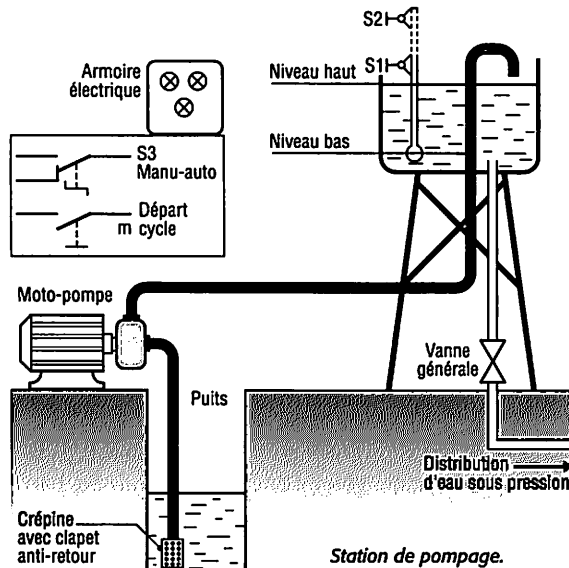
Contacts de détection des positions S1, S2, S3, S4, S5.

# À RÉSOUDRE

## A. STATION DE POMPAGE

Une station de pompage est destinée à alimenter un réseau de distribution d'eau pour l'arrosage de cultures maraîchères, à partir d'un puits creusé dans le sol.

On donne ci-dessous la disposition de la partie opérative :

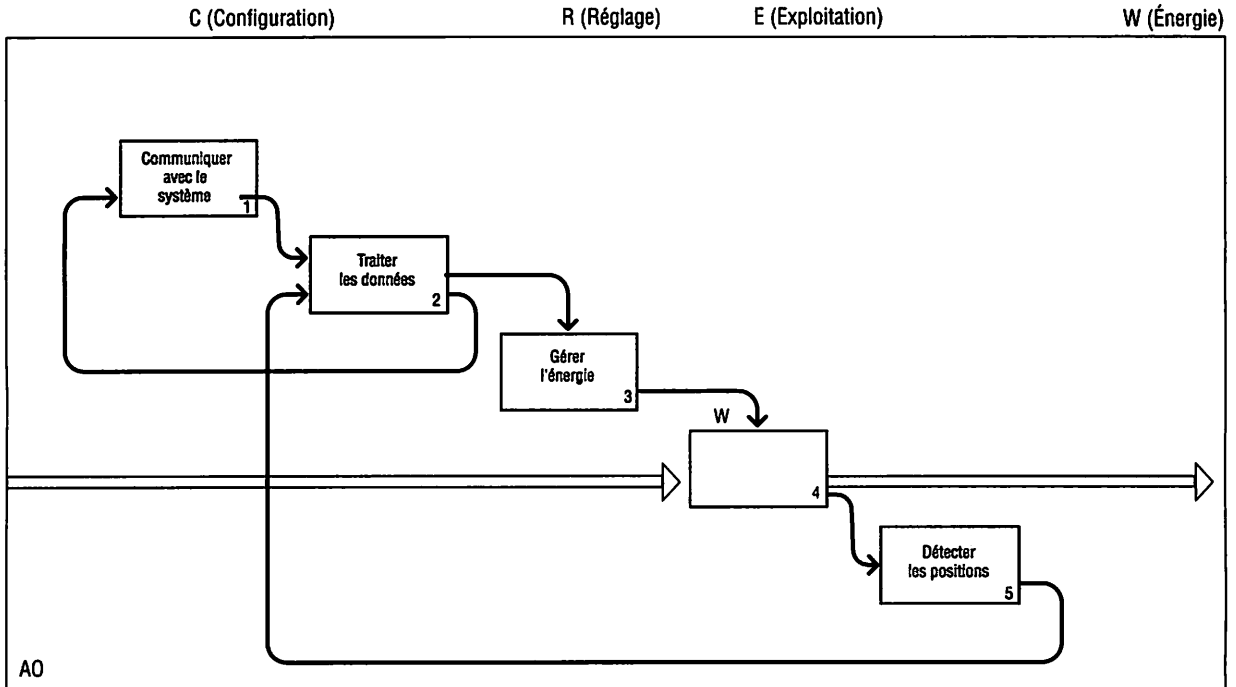


## Cycle de fonctionnement

Au démarrage le réservoir est vide. Le groupe moto-pompe aspire l'eau du puits et la refoule dans le château d'eau. Lorsque l'eau atteint le niveau haut, la pompe s'arrête. Lorsque le réservoir se vide, dès que l'on atteint le niveau bas, la pompe se remet en route. Elle s'arrêtera dès que l'eau atteindra le niveau haut.

1. Étant donné l'installation de pompage ci-contre, indiquez la fonction d'usage de ce système.
2. Le système station de pompage ci-contre possède une partie opérative et une partie commande. Précisez les organes correspondants.
3. Recherchez les contraintes ou les données de contrôle qui s'appliquent au système de station de pompage. Classez-les selon les facteurs C, R, E, W.
4. Tracez l'actigramme (A - 0) de ce système en précisant : la fonction d'usage, les contraintes ou données de commande, la matière d'œuvre en entrée, en sortie, le dispositif technologique.
5. Étant donné l'actigramme de niveau A0 ébauché p. 187, complétez la fonction d'usage et indiquez sous chaque rectangle le dispositif technologique qui remplit la fonction.

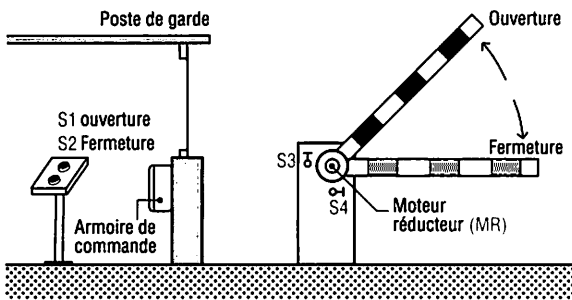




Actigramme de niveau AO.

## B. BARRIÈRE AUTOMATIQUE

À la sortie d'un parking, on dispose une barrière automatique qui peut être fermée (barre horizontale) ou ouverte (barre verticale). Cette barrière peut être actionnée soit manuellement par des boutons-poussoirs qui commandent l'ouverture et la fermeture, soit automatiquement par un dispositif à carte magnétique (abonnés).



### Cycles réalisés

Commande manuelle : action sur le bouton-poussoir, ouverture, la barrière se lève et s'arrête automatiquement. Cinq secondes après la sortie du véhicule, elle se referme automatiquement.

Commande automatique : l'insertion d'une carte magnétique dans un lecteur provoque le départ du cycle. En cas de défaillance du système, une commande d'ouverture et de fermeture s'effectue par boutons-poussoirs.

6. Étant donné le système de barrière automatique ci-dessous, indiquez la fonction d'usage de ce système.

7. Le système barrière automatique possède une partie opérative (PO) et une partie commande. Précisez les organes correspondants.

8. Recherchez les contraintes ou les données de contrôle qui s'appliquent au système de barrière automatique. Classez-les selon les facteurs C, R, E, W, et ajoutez une contrainte de sécurité pour éviter que la barrière ne se baisse sur un véhicule.

9. Tracez l'actigramme (A - O) de ce système en reprenant les résultats des exercices 6 à 8.

10. Établissez l'actigramme de niveau AO du système en vous aidant de celui de la page 184 et de celui de la station de pompage. Limitez-vous à la fonction d'usage et aux dispositifs technologiques qui satisfont les fonctions sans indiquer les liaisons avec les contraintes.

# 20

## Les fonctions logiques

La partie commande d'un automatisme permet de synchroniser les différents mouvements à réaliser en établissant un cycle de fonctionnement. Ce cycle est assuré par un traitement des informations utilisant des fonctions logiques. Il faut en connaître la signification pour comprendre le schéma d'un équipement.

### 1 Distributeur de boissons

Par exemple, pour obtenir une boisson chaude, café ou chocolat, le distributeur de boisson effectue un mélange de poudres et d'eau. Ce mélange est effectué dans certaines conditions : avoir mis une pièce et avoir sélectionné la boisson demandée (fig. 1).

#### 1.1. Disposition interne

##### a) Partie opérative

Elle comporte essentiellement (fig. 2) :

- Trois réservoirs à poudre CA (café), CH (chocolat), SU (sucre), avec à la base de chacun un doseur commandé par un électro-aimant.
- Un chauffe-eau commandé par un électrovanne EV.
- Un distributeur de gobelets non représenté.

##### b) Partie commande

Un tableau avec un monnayeur et trois boutons-poussoirs permettant de sélectionner :

- café non sucré (a), café sucré (b), chocolat (c) ;
- un contact (d) commandé par le monnayeur et qui reste fermé pendant le cycle de fonctionnement du distributeur.

#### 1.2. Cycle de fonctionnement

L'introduction d'une pièce de monnaie provoque la descente et le positionnement d'un gobelet (dispositif non représenté).

L'utilisateur sélectionne la boisson demandée par appui sur un des trois boutons-poussoirs, ce qui déclenche le fonctionnement de la logique de commande.

#### 1.3. Logique de commande

La logique de commande en combinatoire permet d'obtenir, pour une même combinaison des données d'entrée (boutons-poussoirs, ou capteurs), un ordre de sortie à la partie opérative.

#### OBJECTIFS

En présence d'un équipement de production ou d'un système automatisé, être capable :

- de décoder les symboles logiques ;
- d'exprimer l'équation logique, ou la proposition correspondante ;
- de pouvoir reconnaître dans l'équipement ces fonctions.

Cela préalablement à une réalisation, une modification, une opération de maintenance.

#### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 5.1

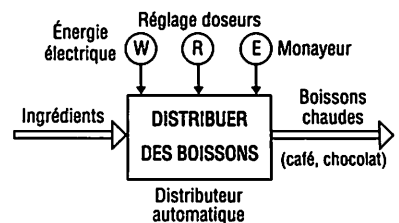


Fig. 1 : Analyse SADT de niveau A - 0 du distributeur de boissons.

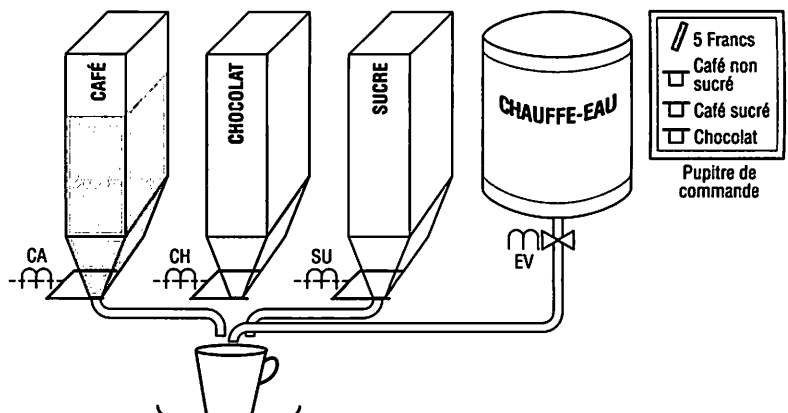


Fig. 2 : Implantation des éléments d'un distributeur de boissons.

*Exemple* : Pour obtenir un café, il faut : mettre une pièce (capteur (d) actionné), **ET** appuyer sur le bouton CAfé (a), **OU**, sur le bouton CAfé SUcré (b), **OU** sur le bouton CHocolat (c).

### 1.4. Équations et schéma logique

La commande des électro-aimants se traduit par un schéma logique représenté en *figure 3*, il peut se traduire par les équations logiques suivantes :

$$CA = (a \text{ OU } b) \text{ ET } d \quad CH = c \text{ ET } d \quad SU = b \text{ ET } d$$

$$EV = (a \text{ OU } b \text{ OU } c) \text{ ET } d$$

*Remarque* : Les équations précédentes, ainsi que le logigramme ne représentent qu'une partie du schéma du circuit de commande, qui est beaucoup plus complexe.

### 1.5. Schéma électrique

Étant donné les équations CA et CH du distributeur de boissons (paragraphe 1.4.). On peut obtenir directement par les conventions binaires la représentation en schéma électrique à contact (appelé aussi schéma Lader) les circuits du distributeur de boissons.

Les équations  $CA = (a + b)d$  et  $CH = c \cdot d$  donnent les schémas suivants :

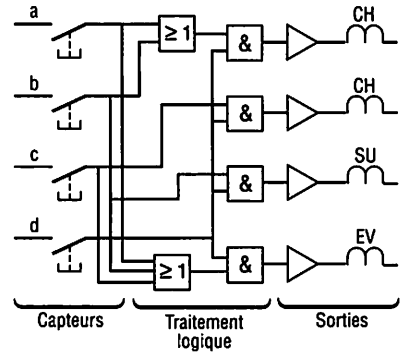
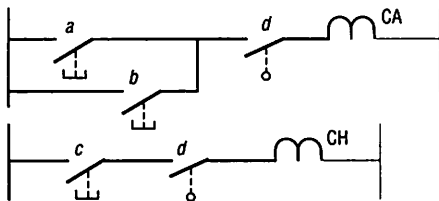


Fig. 3 : Logigramme de commande.

## 2 États logiques

La logique binaire s'applique aux automatismes qu'ils soient électriques, pneumatiques ou électroniques. Nous utiliserons en priorité la représentation à l'aide de contacts électriques qui concrétisent bien les valeurs binaires 0 et 1.

### Contacts électriques

On distingue deux types de contacts.

#### a) Contact à fermeture (fig. 4)

C'est un contact qui est normalement ouvert au repos et qui se ferme lorsqu'il est actionné. On désigne ce type de contact par des lettres *a, b, c*.

#### b) Contact à ouverture (fig. 5)

C'est un contact qui est normalement fermé au repos et qui s'ouvre lorsqu'il est actionné. On désigne ce type de contact par des lettres surmontées d'une barre  $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}$ ... «  $\bar{a}$  » se dit « à barre ».

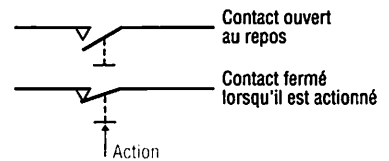
#### c) États d'un circuit (fig. 6)

Un circuit électrique de commutation comporte au minimum :

- une source de courant (pile, secteur 230 V, ou TBT) ;
- un récepteur (une lampe, une bobine de relais, un moteur) ;
- un contact à ouverture, à fermeture ou un interrupteur.

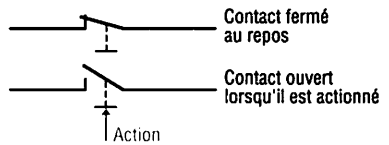
Les récepteurs tels que lampe, résistance, relais sont à l'état 0 lorsqu'ils ne sont pas alimentés, à l'état 1 lorsqu'ils sont alimentés.

**En conclusion** : c'est l'action mécanique sur les contacts qui détermine le fonctionnement des récepteurs.



Action mécanique	État électrique
0	0
1	1

Fig. 4 : Contact à fermeture.



Action mécanique	État électrique
0	1
1	0

Fig. 5 : Contact à ouverture.

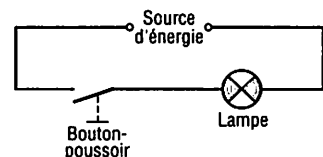


Fig. 6 : Circuit élémentaire.

### 3 Fonction OUI

La lampe L est montée en série avec le contact « a ». Elle s'allume lorsque le contact est actionné. On dit qu'il y a égalité entre le fonctionnement de la lampe et l'action sur le contact (fig. 7).

On peut représenter cette fonction par une équation :  $L = a$

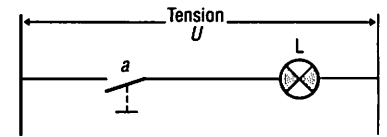
La table de vérité indique les valeurs binaires correspondantes entre le contact « a » et la lampe L. Les valeurs 0, ou 1 correspondent à des états électriques.

Le symbole logique de la fonction OUI est surtout employé en logique électronique.

Une fonction logique peut être définie selon plusieurs représentations :

- la représentation électrique : schéma à contacts (fig. 7a) ;
- la représentation algébrique : équation logique (fig. 7b) ;
- la représentation arithmétique : table de vérité (fig. 7c) ;
- la représentation littérale : texte (oui, non, et, ou...) (fig. 7d) ;
- la représentation logique : symbole logique (fig. 7d).

a) Schéma électrique



b) Équation

$$L = a$$

c) Table de vérité

a	L
0	0
1	1

d) Représentation littérale

Il y a égalité entre le fonctionnement de L et l'action sur le contact.

e) Symbole logique

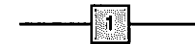


Fig. 7 : Fonction OUI.

### 4 Fonction NON

Une lampe L montée en série avec un contact  $\bar{a}$  (fig. 8), est allumée au repos, contact non actionné. Elle s'éteint si l'on actionne le contact  $\bar{a}$ . On dit que le fonctionnement de la lampe est l'inverse de celui du contact. On l'exprime par la négation.

L'équation du circuit s'écrit :  $L = \bar{a}$

$\bar{a}$  est le complément à 1 de a. (Représentation littérale).

La table de vérité indique l'action sur le contact  $\bar{a}$ . En l'absence d'action, la lampe est allumée. Quand le contact  $\bar{a}$  est actionné, il ouvre le circuit et la lampe s'éteint.

Le symbole logique diffère du précédent par le petit cercle sur la sortie qui indique l'inversion, ou la complémentation.

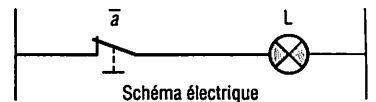


Schéma électrique

Table de vérité

a	L
0	1
1	0



Symbole logique

Fig. 8 : Fonction NON ou négation.

### 5 Fonction OU (union)

Selon le schéma électrique figure 9, on a monté deux contacts a et b en parallèle dans le circuit de la lampe.

La lampe L s'allume si on appuie sur « a » OU sur « b » ; à plus forte raison si l'on appuie sur « a » et sur « b » en même temps.

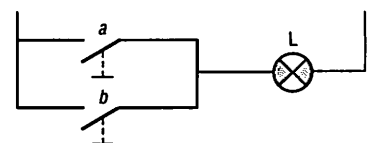
Cette fonction s'exprime sous la forme d'une équation logique (signe +).

$$L = a \text{ OU } b \text{ ou encore } L = a \cup b \text{ (a union b)}$$

ou plus simplement :  $L = a + b$  se dit L égal a OU b

La table de vérité ne possède qu'une seule ligne avec la sortie  $L = 0$ . Dans tous les autres cas,  $L = 1$ .

Le symbole logique possède un signe  $\geq 1$  avec deux ou plusieurs entrées et une sortie.



Symbole logique OU

Table de vérité

b	a	L
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Fig. 9 : Fonction OU ou union.

**Cas des 3 variables (fig. 10)**

– Schéma électrique : trois contacts montés en parallèle.

– Équation :

$$L = a + b + c$$

– Table de vérité avec 3 variables, il y a 8 combinaisons ( $2^3 = 8$ ). On peut remarquer qu'il n'y a qu'une ligne avec un 0 en sortie.

– Symbole logique. On a ajouté une entrée supplémentaire.

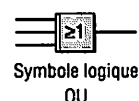
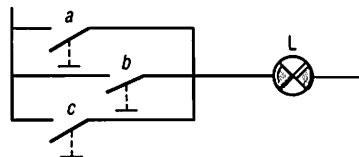


Table de vérité

c	b	a	L
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Fig. 10 : Fonction OU à 3 variables.

**6 Fonction ET (intersection)**

Selon le schéma électrique (fig. 11), on a monté deux contacts a et b en série dans le circuit de la lampe L.

La lampe L s'allume si on appuie sur « a » ET sur « b » ; si l'un des deux contacts seulement est actionné, la lampe reste éteinte.

Cette fonction s'exprime sous la forme d'une équation logique (signe ·).

$$L = a \text{ ET } b \text{ ou encore } L = a \cap b \text{ (a intersection b)}$$

ou plus simplement :

$$L = a \cdot b$$

se dit L égal a ET b

La table de vérité ne possède qu'une seule ligne avec la sortie L = 1. Dans tous les autres cas, L = 0.

Le symbole logique possède le signe & qui rappelle le ET.

**Cas de 3 variables (fig. 12)**

– Schéma électrique à contacts : 3 contacts montés en série.

– Équation :

$$L = a \cdot b \cdot c$$

Table de vérité : avec 3 variables, on obtient  $2^3 = 8$  combinaisons différentes. On remarque qu'il n'y a que la dernière ligne qui possède un 1 en sortie.

Symbole logique. On a ajouté une entrée supplémentaire.

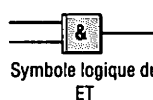
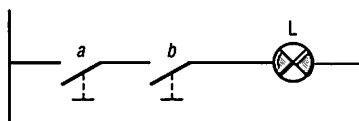


Table de vérité

b	a	L
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fig. 11 : Fonction ET (intersection).

**En savoir plus...**

■ **Premier théorème de de Morgan**

Le complément d'une somme logique est égal au produit logique des termes complémentés de cette somme.

$$\overline{a + b} = \bar{a} \cdot \bar{b}$$

Exemple :

$$\overline{a + b + c} = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}$$

■ **Deuxième théorème de de Morgan**

Le complément d'un produit logique est égal à la somme logique des termes complémentés de ce produit.

$$\overline{a \cdot b} = \bar{a} + \bar{b}$$

Exemples :

$$\overline{a \cdot b \cdot c} = \bar{a} + \bar{b} + \bar{c} \quad \overline{a \cdot \bar{b}} = \bar{a} + b$$

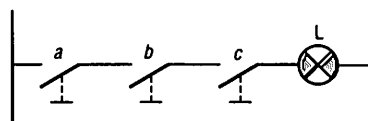


Table de vérité

c	b	a	L
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Fig. 12 : Fonction ET avec 3 variables.

**7 La fonction NON-OU (NI, NOR)**

C'est une fonction logique OU dont on a complémenté la sortie.

Selon le schéma électrique (fig. 13), on a monté deux contacts électriques a, b en parallèle sur le circuit d'un relais qui actionne un contact r.

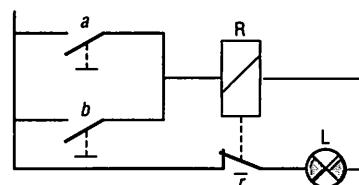


Table de vérité

b	a	L
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Fig. 13 : Fonction NI ou NOR.

Au repos la lampe est allumée. On dit que la lampe fonctionne si ni « a » ni « b » ne sont actionnés.

Cette fonction peut s'exprimer sous la forme de l'équation :

$$L = \overline{a + b} \quad \text{ou encore} \quad L = \overline{a} \cdot \overline{b}$$

Le symbole logique est celui du OU avec en plus un petit cercle indiquant la complémentation.

La table de vérité ne possède pour L qu'un seul 1 à la première ligne.

## 8 La fonction NON-ET ou NAND

C'est une fonction ET dont on a inversé, ou complémenté la sortie.

Selon le schéma électrique (fig. 14), on a monté deux contacts électriques a, b en série sur le circuit d'un relais actionnant un contact  $\bar{r}$ .

Dans tous les cas la lampe est allumée. Elle s'éteint uniquement si l'on a actionné a et b ensemble.

Cette fonction peut s'exprimer sous la forme :

$$L = \overline{a \cdot b} \quad \text{ou d'après de Morgan} \quad L = \overline{a} + \overline{b}$$

Le symbole logique est celui du ET avec en plus le cercle qui indique l'inversion de la sortie.

La table de vérité ne possède pour L qu'un seul 0 à la dernière ligne.

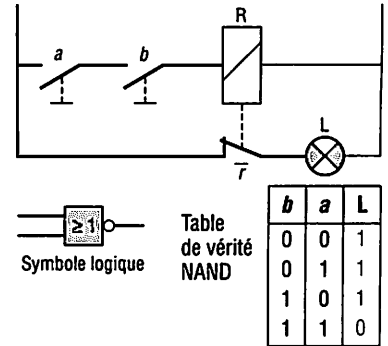


Fig. 14 : Fonction NAND.

## 9 La fonction OU exclusif

C'est une fonction OU particulière qui exclue la valeur 1 lorsque les deux entrées sont à 1. Dans la fonction OU exclusive, **la sortie est à l'état 1, si seulement une des entrées est à 1**. Selon le schéma électrique (fig. 15), qui est le montage « va-et-vient », la lampe s'allume et s'éteint de (a), ou de (b).

Cette fonction s'exprime par l'équation :  $L = a \oplus b$  ce qui se dit **a, OU exclusif b**.

Elle peut s'écrire aussi sous la forme :  $L = a \cdot \overline{b} + \overline{a} \cdot b$

Le symbole logique est : = 1, situé dans un carré.

La table de vérité est celle du OU mais avec un 0 à la place du 1, pour a = 1 et b = 1.

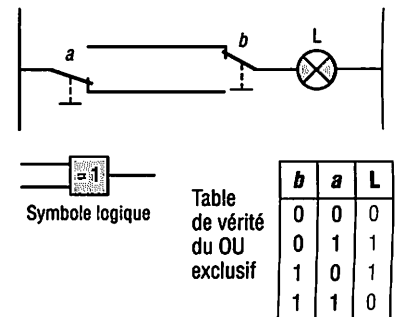


Fig. 15 : Fonction OU exclusif.

### Différents symboles logiques

Selon les normes européennes ou américaines, les symboles logiques sont différents ; c'est pourquoi il faut connaître les deux familles de symboles qui sont utilisées indifféremment selon les constructeurs.

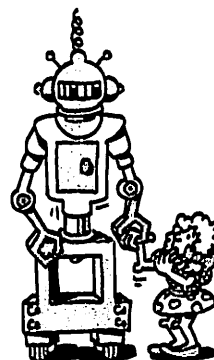
La présence de couleur dans les symboles permet de mieux visualiser les fonctions logiques dans les schémas.

Tableau 1 : Correspondance entre les symboles logiques européens et américains.

Fonctions	OUI	NON	OU	ET	NON OU	NON ET	OU exclusif
Norme NF C 03-212							
Norme américaine							

## L'essentiel

Le traitement des informations dans un système automatisé s'effectue à l'aide de fonctions logiques OUI, NON, ET, OU... En logique combinatoire pour une même combinaison des variables d'entrée, on obtient toujours la sortie correspondante.



Fonction logique	Équations	Symbole logique	Représentation électrique
OUI (égalité)	$L = a$		
NON (inversion)	$L = \bar{a}$		
OU (union)	$L = a + b$		
ET (intersection)	$L = a \cdot b$		
NON-OU	$L = \overline{a + b}$ $= \bar{a} \cdot \bar{b}$		
NON-ET	$L = \overline{a \cdot b}$ $= \bar{a} + \bar{b}$		
OU exclusif	$L = a \oplus b$		

## VRAI OU FAUX ?

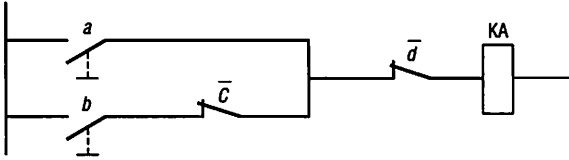
Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

- La logique des contacts s'appelle l'algèbre logique.
- Un contact à fermeture monté en série avec un récepteur représente une fonction OUI.
- L'équation  $L = a$ , est une représentation de la fonction NON.
- Le contraire de la fonction OUI est la fonction NON.
- La fonction NON peut se représenter par un contact à fermeture en série avec un contact à ouverture.
- La fonction  $L = \bar{a}$  représente une fonction NON.
- En logique des contacts, le signe + se dit OU.
- En logique des contacts, le signe (·) point, représente la fonction NON.
- L'expression : «  $a$  OU  $b$  », représente la notion d'intersection.
- L'expression : «  $a$  ET  $b$  », représente la notion de réunion.

- Le signe &, représente la fonction ET.
- Le signe % représente la fonction OU.
- La fonction OU peut être représentée par des contacts électriques en parallèle.
- La fonction ET peut être représentée par des contacts électriques en série.
- La fonction NI est la même que la fonction NON-OU.
- La fonction NAND est la fonction inverse de la fonction NON-ET.
- La fonction  $L = \overline{a + b}$  est l'inverse de la fonction  $L = a + b$ .
- La fonction  $L = a + b + c + d$ , est une fonction à 4 variables.
- La fonction  $L = \overline{a \cdot b}$  est identique à la fonction  $L = \bar{a} + \bar{b}$ .
- La fonction  $L = \bar{a} \cdot \bar{b}$  est identique à la fonction  $L = a + b$ .

# RÉSOLUS

1. Traduisez le schéma électrique ci-dessous sous forme d'équation logique.



**Solution :**

À la lecture du schéma on a :

$a + (b \cdot \bar{c})$  en série avec  $\bar{d}$  d'où l'équation :

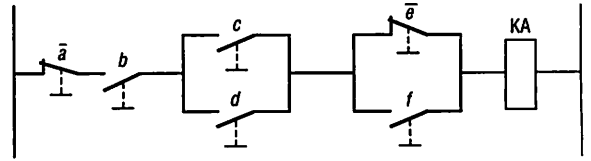
$$KA = [a + (b \cdot \bar{c})] \cdot \bar{d}$$

2. Traduisez l'équation ci-dessous sous forme de schéma électrique à contacts.

$$KA = \bar{a} \cdot b(c + d) \cdot (\bar{e} + f)$$

**Solution :**

L'équation ci-dessus donne le schéma suivant :



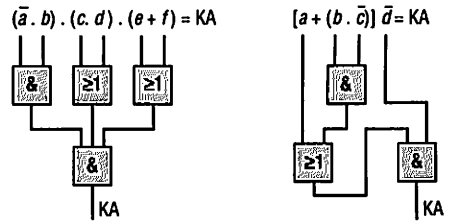
3. Traduisez les équations suivantes sous forme de logigramme :

$$KA = [a + (b \cdot \bar{c})] \bar{d}$$

$$KA = (\bar{a} \cdot b) \cdot (c + d) \cdot (e + f)$$

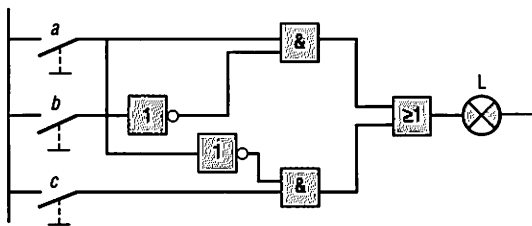
**Solution :**

À chaque terme de l'équation on fait correspondre la fonction logique correspondante :

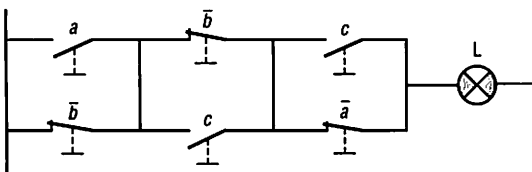


# À RÉSOUDRE

1. Donnez l'équation logique représentée par le logigramme ci-dessous :



2. Traduisez le schéma électrique développé ci-dessous en équation logique. Tracez le logigramme correspondant.



3. Réalisez une fonction OU avec des fonctions NI (on peut relier deux entrées d'une fonction NI et on obtient une fonction inverse).

4. Sachant d'après le théorème de de Morgan que :

$$t = \overline{a + b} = \bar{a} \cdot \bar{b}$$

tracez le logigramme d'une fonction ET en n'utilisant que des fonctions NI.

5. Tracez une fonction ET telle que  $L = a \cdot b$  mais en utilisant que des fonctions NON-ET (on peut relier deux entrées d'une fonction NON-ET ou NAND pour obtenir un inverseur).

6. Sachant d'après le théorème de de Morgan que :

$$L = \overline{a \cdot b} = \bar{a} + \bar{b}$$

réalisez une fonction OU avec uniquement des fonctions NAND.

7. Représentez sous forme de logigramme, en utilisant uniquement les symboles logique NI, l'équation suivante :

$$L = \overline{(a + b) \cdot (b + c)}$$

8. Représentez l'expression logique suivante :

$$L = \overline{(a \cdot c) + (b \cdot c) + (a \cdot b)}$$

en utilisant uniquement les symboles logiques de la fonction ET-NON (NAND).

9. Tracez le logigramme de l'équation logique :

$$KA = (m + r)a$$

a) en utilisant des fonctions OU, ET ;

b) en schéma à contacts ;

c) uniquement avec des fonctions NAND.



# 21

## Le GRAFCET

### 1 Qu'est-ce que le GRAFCET ?

C'est une représentation graphique fonctionnelle de la partie commande d'un système automatique.

Il s'applique à tout système logique de commande d'automatisme industriel, quelle qu'en soit la technologie (électrique, électronique, pneumatique), que cette commande soit câblée ou programmée.

Le GRAFCET est une description claire et précise du rôle de l'équipement automatique à réaliser. Il utilise quelques symboles et des règles simples d'évolution.

Il fait partie du cahier des charges d'un automatisme.

#### Les sigles

- GRAFCET, Graphe de Commande Étape/Transition.
- AFCET : Association Française pour la Cybernétique Économique et Technique.
- ADEPA : Agence Nationale pour le Développement de la Production Automatisée.

Selon les niveaux d'analyse, il existe deux types de GRAFCET :

- le GRAFCET fonctionnel, ou de niveau 1 ;
- le GRAFCET technologique, ou de niveau 2.

#### OBJECTIFS

Dans le cadre de l'apprentissage des systèmes d'automatismes séquentiels, il faut être capable :

- d'analyser fonctionnellement la commande ;
- d'exploiter un GRAFCET des spécifications fonctionnelles et technologiques.

#### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 5.2

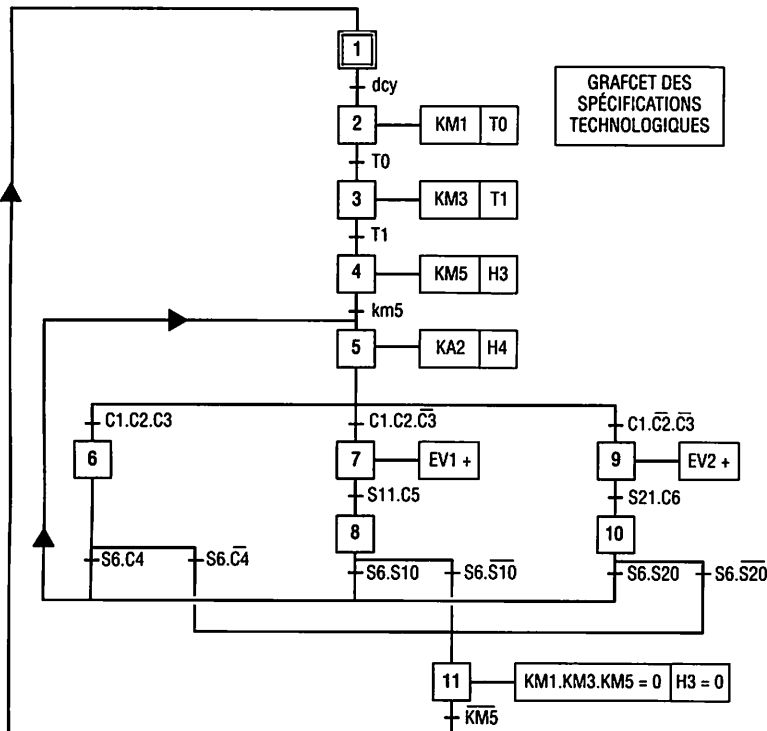
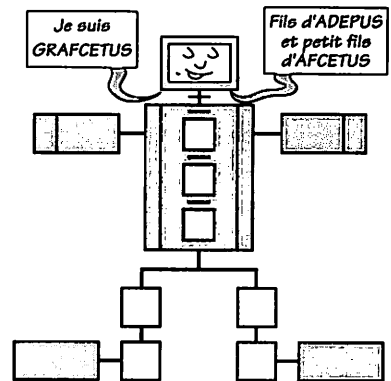


Fig. 1 : Exemple de GRAFCET avec des spécifications technologiques.

## 2 Le tracé du GRAFCET

L'établissement d'un GRAFCET fait appel à :

- des étapes avec des actions associées ;
- des conditions de transition entre les étapes ;
- des liaisons orientées.

### 2.1. Exemple : déplacement vertical (fig. 2)

On isole le sous-système déplacement vertical du poste de traitement de surface développé au chapitre 19. Le cycle à réaliser est le suivant : En appuyant sur le bouton-poussoir « m » le panier monte, agit sur « a » puis redescend en « b » où il s'arrête, GRAFCET (fig. 3).

### 2.2. Notion d'étape

L'étape correspond à une situation élémentaire ayant un **comportement stable**. Pendant une étape, les organes de commande et les capteurs ne changent pas d'état.

Exemples (fig. 3) :

Étape 2 : montée du panier.

Étape 3 : descente du panier.

#### a) Représentation de l'étape

L'étape se représente par un carré repéré par un chiffre placé de préférence dans la moitié supérieure (fig. 4).



Fig. 4 : Différentes étapes.

Lorsqu'une étape est active, on peut le préciser par un point. L'étape de début de cycle, ou étape initiale, se représente par un double carré.

Exemple : Dans le sous-système montée-descente, à l'étape initiale 1, le capteur « b » est actionné. Tout est à l'arrêt.

#### b) Actions associées à l'étape (fig. 5)

On précise pour chaque étape, à l'intérieur d'un rectangle, les actions à effectuer lorsque l'étape est active.

Exemple : Étape 2 : montée du panier (fig. 3).

### 2.3. Les transitions (fig. 6)

Une transition indique la possibilité d'évolution d'une étape à l'étape suivante. À chaque transition on associe une ou des conditions logiques qui sont vraies, ou fausses.

Exemple : On représentera le départ du cycle par le passage de l'étape 1 à l'étape 2. Les conditions logiques doivent être vraies (= 1) pour que le passage à l'étape suivante soit réalisé.

Les conditions logiques (fig. 7 et 8) sont représentées par une fonction combinatoire :

- des états de capteurs,
- des actions d'un opérateur sur des boutons-poussoirs.

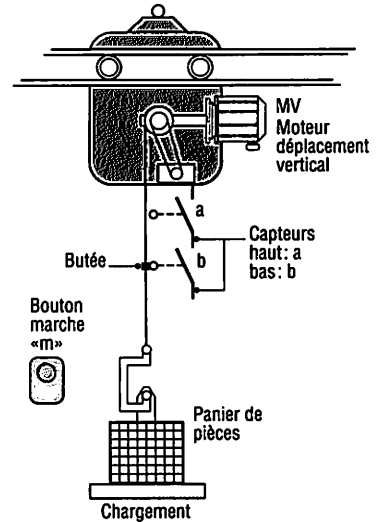


Fig. 2 : Dispositif de déplacement vertical.

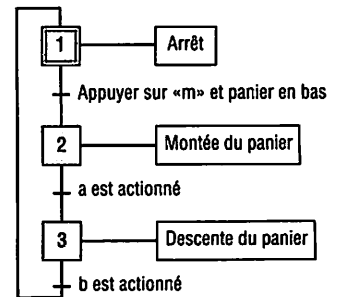


Fig. 3 : GRAFCET du dispositif de déplacement vertical.

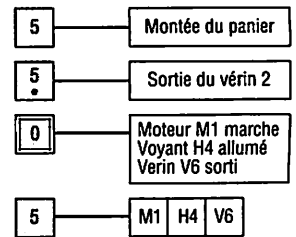


Fig. 5 : Actions associées à des étapes.

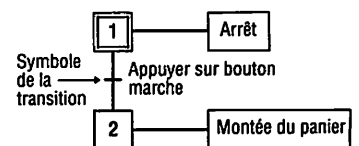


Fig. 6 : La transition.

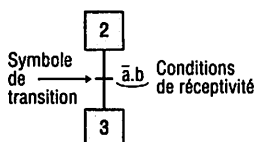


Fig. 7 : Notion de transition.

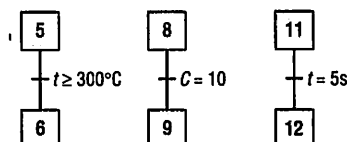


Fig. 8 : Différents types de réceptivité.

Mais cela peut être aussi une fin de temporisation de comptage, ou l'état actif ou non actif d'autres étapes.

La représentation des conditions de transition peut utiliser différentes formes (fig. 9).

### 2.4. Liaisons orientées

Les liaisons indiquent les voies d'évolution du GRAFCET. Dans le cas général, les liaisons se font du haut vers le bas et ne comportent pas de flèches. Dans les autres cas, il faut utiliser des flèches.

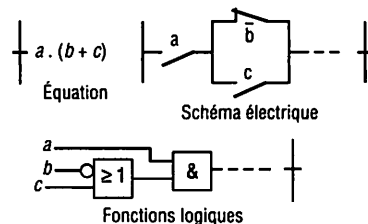


Fig. 9 : Différentes représentations des conditions de transition.

## 3 GRAFCET selon le point de vue

Le GRAFCET peut être tracé du point de vue de la partie opérative (PO), ou du point de vue de la partie commande (PC).

### 3.1. Spécifications fonctionnelles (PO) (fig. 10)

On effectue la représentation à partir des fonctionnalités de la partie opérative indépendamment de toute technologie.

- Étape 1 : c'est l'arrêt. Le panier est posé. Le capteur a est actionné.
- Étape 2 : mouvement de montée.
- Étape 3 : mouvement de descente et retour à l'arrêt.

Les spécifications fonctionnelles précisent :

- le dispositif à automatiser sous forme d'un dessin simplifié, ou d'un schéma fonctionnel ;
- les fonctions assurées par chaque partie du dispositif ;
- les informations permettant de contrôler ces fonctions ;
- les sécurités envisagées.

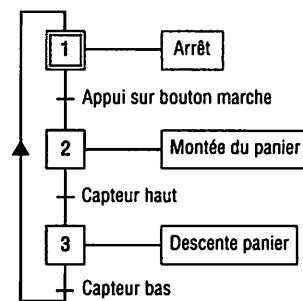


Fig. 10 : GRAFCET fonctionnel.

### 3.2. Spécifications technologiques (PC) (fig. 11)

Le GRAFCET prend en compte les choix technologiques relatifs à la partie commande (PC) de l'automatisme, c'est-à-dire :

- la nature des actionneurs (moteurs, vérins, etc.) ;
- les types de capteurs (contacts électriques, détecteurs photo-électriques, boutons-poussoirs, etc.).

Exemple : GRAFCET (PC) du sous-système montée-descente (fig. 11).

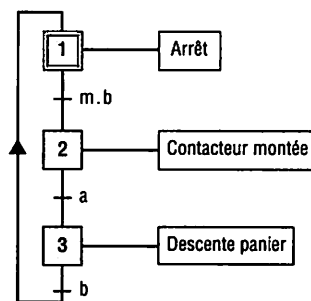


Fig. 11 : GRAFCET technologique.

## 4 Règles d'évolution

L'alternance étape-transition et transition-étape doit toujours être respectée pour chaque séquence réalisée.

- Deux étapes ne doivent jamais être reliées directement, elles doivent être séparées par une transition.
- Deux transitions sont toujours séparées par une étape.

### 4.1. Situation initiale

L'étape ou les étapes initiales précisent l'étape active en début de fonctionnement. Il y a toujours au moins une étape initiale.

La représentation d'une étape initiale s'effectue en doublant les côtés du carré (fig. 12).

Remarque : L'étape initiale est activée à la mise sous tension. Elle est activée inconditionnellement en début de cycle.

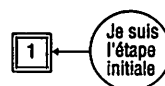


Fig. 12 : Étape initiale.

## 4.2. Franchissement d'une transition

- Une transition est **validée** quand toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives.
- Le **franchissement** d'une transition se produit si la transition est validée **ET** si la condition de transition associée est vraie.

## 4.3. Exemple d'évolution (fig. 13)

1<sup>er</sup> cas : **transition non validée**

L'étape 3 n'étant pas active, la transition 3-4 ne peut être validée.

2<sup>e</sup> cas : **transition validée**

L'étape 3 est active. La transition 3-4 est validée, mais elle ne peut être franchie, car la **réceptivité est nulle**,  $a \cdot m = 0$ .

3<sup>e</sup> cas : **transition franchie**

L'étape 3 est active et la **réceptivité** = 1 ( $a \cdot m = 1$ ). L'étape 4 est activée.

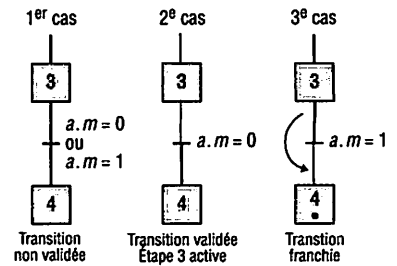


Fig. 13 : Évolution entre deux étapes.

## 4.4. Activation des étapes suivantes

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

Exemple : Passage des étapes 7-14 et 23 aux étapes 8 et 24.

1<sup>er</sup> cas : **transition non validée (fig. 14)**.

L'étape 14 est inactive.

2<sup>e</sup> cas : **transition validée (fig. 15)**.

Toutes les étapes sont actives.

3<sup>e</sup> cas : **transition franchie (fig. 16)**.

$a \cdot m = 1$  entraîne l'activation des étapes 8 et 24, et la désactivation des étapes 7, 14 et 23.

Remarque : Lorsque plusieurs étapes sont reliées à une même transition on convient, pour des raisons pratiques, de représenter le groupement des liaisons par deux traits parallèles. Nous retrouverons cette convention pour les séquences simultanées.

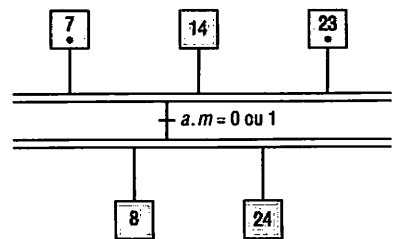


Fig. 14 : 1<sup>er</sup> cas. Franchissement d'une transition.

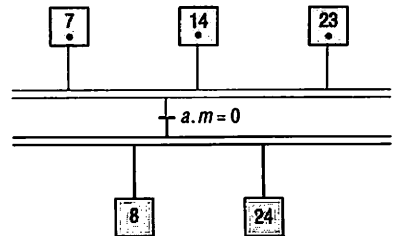


Fig. 15 : 2<sup>e</sup> cas. Franchissement d'une transition.

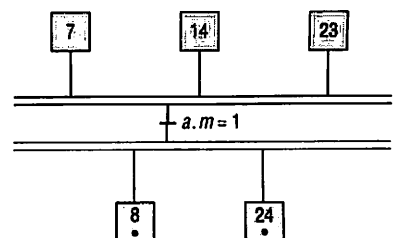


Fig. 16 : 3<sup>e</sup> cas. Transition franchie.

## En savoir plus...

- Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.
- Si, au cours du fonctionnement, une même action doit être désactivée et activée simultanément, elle reste activée.

## 5 Séquences multiples

Un cycle d'automatisme peut être linéaire ou ramifié. Les cycles linéaires ne comportent qu'une séquence. Les cycles ramifiés comportent plusieurs séquences qui peuvent être successives ou simultanées.

### 5.1. Sélection de séquences : aiguillage en OU

L'aiguillage en **OU** permet d'effectuer une séquence OU une autre.

À l'issue d'une étape, le choix entre plusieurs séquences est fonction des différentes transitions correspondantes aux réceptivités.

Une **sélection de séquences** est représentée, sous la ligne horizontale, par autant de symboles de transition qu'il y a de séquences différentes. Aucune transition n'est permise au-dessus de la ligne horizontale (fig. 17).

Les conditions de transition associées aux différentes séquences sont exclusives, afin de ne pas être vraies en même temps.

Exemple (fig. 18) :

Un wagonnet se déplace du point « a » vers un point « b » (capteurs a et b). Le départ de cycle est donné en appuyant sur m, et un sélecteur « s » permet d'obtenir 2 cycles possibles lorsque le wagonnet est en « b ».

- s non actionné : si on appuie sur le bouton de renvoi « r », le wagonnet revient en « a ».
- s actionné lorsque le wagonnet arrive en « b », il s'arrête 20 secondes et repart automatiquement en arrière pour venir s'arrêter en « a ».

Disposition (fig. 18) :

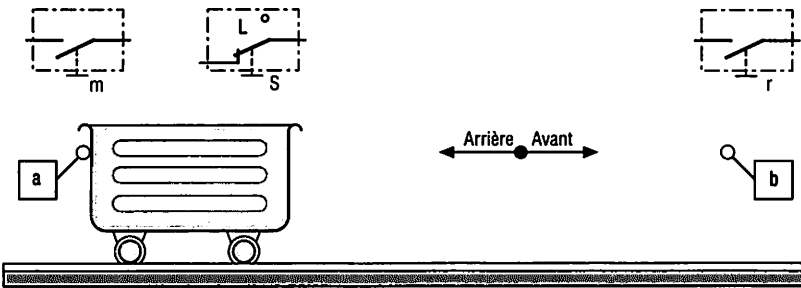


Fig. 18 : Déplacement d'un wagonnet.

GRAF CET (fig. 19) : sélection de séquence. Selon la position du commutateur « s », on parcourt la séquence 1-2-3-4 ou la séquence 1-11-12-13.

5.2. Saut d'étape (fig. 20)

C'est un aiguillage en OU dans lequel l'une des branches ne comporte pas d'étape.

Remarques :

- Le saut d'étape est un cas particulier de l'aiguillage en OU qui comporte au minimum le saut d'une seule étape.
- Le sens de la flèche et la position des transitions sur les liaisons sont très importants.

5.3. Reprise de séquence (fig. 21)

C'est un aiguillage en OU dans lequel une séquence est effectuée plusieurs fois, tant que la condition de réceptivité n'est pas vraie.

Remarques :

- La reprise de séquence doit comporter au moins trois étapes puisque l'activation d'une étape comporte la désactivation de l'étape précédente et la validation de l'étape suivante. Dans une boucle avec deux étapes, il n'est pas possible de remplir ces conditions.
- Le sens des flèches et la position des transitions sur les liaisons sont très importants.

Exemple : Le GRAFCET (fig. 21) indique la reprise de séquence 12-13-14 tant que la réceptivité  $d \cdot \bar{r}$  ne s'est pas effectuée.

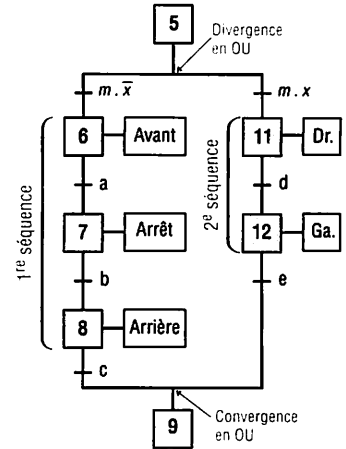


Fig. 17 : Plusieurs séquences.

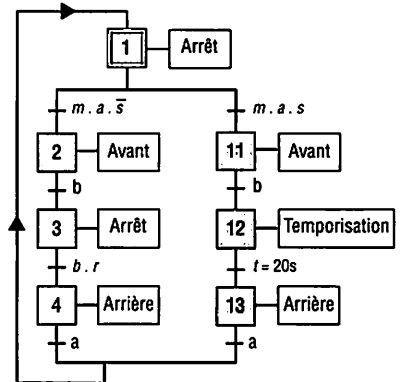


Fig. 19 : Séquences successives.

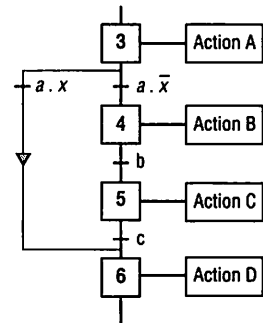


Fig. 20 : Le saut de l'étape 3 à l'étape 6 s'effectue pour la réceptivité  $a \cdot x$  vraie ; si  $a \cdot \bar{x}$  vraie la séquence s'effectue complètement de 3-4-5 à 6.

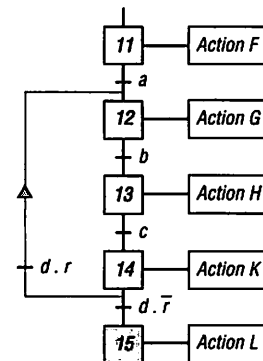


Fig. 21 : Reprise de séquence.

### 5.4. Séquences simultanées : aiguillage en ET (fig. 22)

Lorsque le franchissement d'une transition conduit à activer plusieurs séquences en même temps, ces séquences sont dites simultanées.

Après l'activation simultanée de ces séquences, l'évolution des étapes dans chacune des séquences devient alors indépendante.

Un seul symbole commun de transition est permis au-dessus de la double ligne horizontale de synchronisation.

Pour assurer la synchronisation et la désactivation de plusieurs séquences simultanées, on prévoit des étapes d'attente.

*Exemple* : À partir de l'étape 2, activer le franchissement de la transition *a* provoque l'activation de trois séquences 10-20-30... et la désactivation de l'étape 2.

Ces trois séquences évoluent de façon indépendante. Les étapes d'attente permettent de synchroniser deux ou plusieurs séquences avec une transition toujours égale à 1.

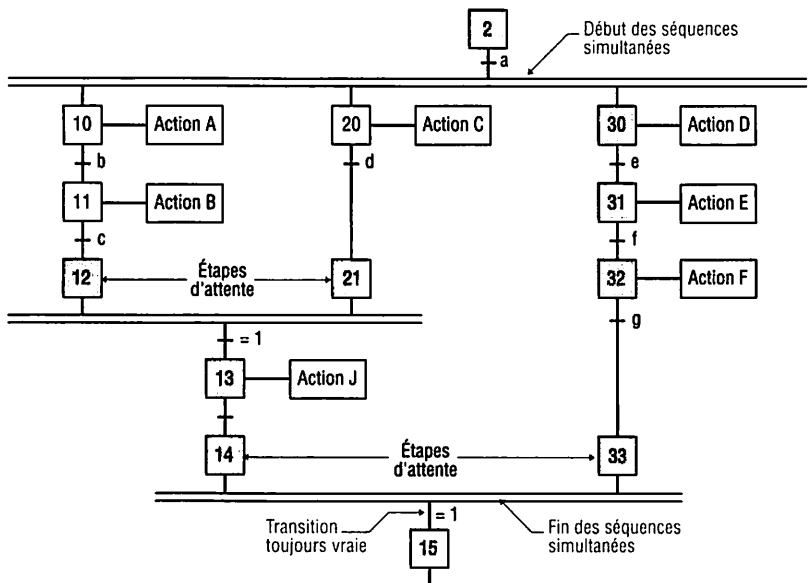


Fig. 22 : Exemple d'aiguillage en ET.

### En savoir plus...

- Dans la divergence en ET les transitions sont avant et après le symbole de divergence.
- Dans la divergence en OU les transitions sont situées sur chacune des branches.

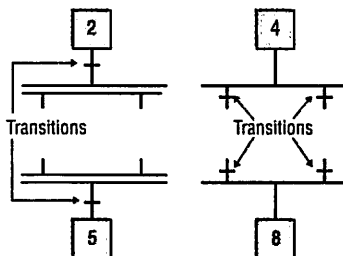


Fig. 23 : Disposition des transitions.

## L'essentiel

■ Le GRAFCET représente l'évolution d'un système dans le temps.

■ Le tracé du GRAFCET comporte :

- des étapes avec des actions associées ;
- des transitions avec leurs conditions (vrai ou faux) ;
- des liaisons orientées.

■ Les règles d'évolution d'un GRAFCET.

1<sup>re</sup> règle. Étape initiale. Elle précise l'état du système au début du cycle. Elle est active à la mise sous tension.

2<sup>e</sup> règle. Le franchissement d'une transition s'effectue si :

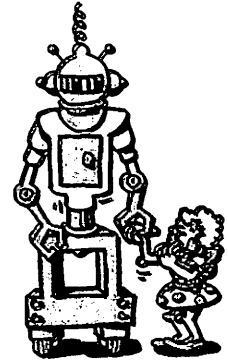
- l'étape ou les étapes précédentes sont actives,
- les conditions de transition sont vraies (= 1).

3<sup>e</sup> règle. Le franchissement d'une transition provoque :

- l'activation de l'étape suivante,
- la désactivation de l'étape précédente.

■ La structure d'un GRAFCET peut être : linéaire, en sélection de séquences, en saut d'étape ou reprise de séquence (retour en arrière), en séquences simultanées, aiguillage en ET.

■ On distingue le GRAFCET selon le point de vue fonctionnel ou technologique.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Le sigle GRAFCET signifie Graphe de Commande Étape/Transition.

2. L'ADEPA, c'est l'Association De l'Enseignement Pour l'Automatique.

3. Une étape dans un GRAFCET correspond à un état stable.

4. Une transition est définie par une action.

5. La notion de réceptivité peut se traduire par des conditions logiques, correspondantes à chaque transition.

6. Une action est toujours liée à une étape.

7. Les liaisons orientées sont toujours orientées de haut en bas.

8. Un GRAFCET du point de vue fonctionnel donne une représentation du fonctionnement d'un poste automatique, avec sa technologie.

9. Un GRAFCET du point de vue technologique prend en compte les choix technologiques de la partie commande.

10. À la mise sous tension d'un système automatique, toutes les étapes sont actives.

11. L'étape initiale est toujours active en début de cycle.

12. Pour évoluer d'une étape à l'étape suivante, il suffit que l'étape précédente soit active.

13. Une transition est validée si toutes les étapes qui la précèdent sont actives.

14. Une transition est franchie si elle est validée, et si la réceptivité est vraie.

15. La réceptivité est vraie si toutes les conditions logiques sont réalisées.

16. Un aiguillage en OU correspond à des séquences en séries.

17. Un saut d'étape est déclenché par un aiguillage en OU.

18. Une reprise de séquence est une séquence qui est refaite tant qu'une condition n'est pas réalisée.

19. Un aiguillage en ET correspond à des séquences réalisées simultanément.

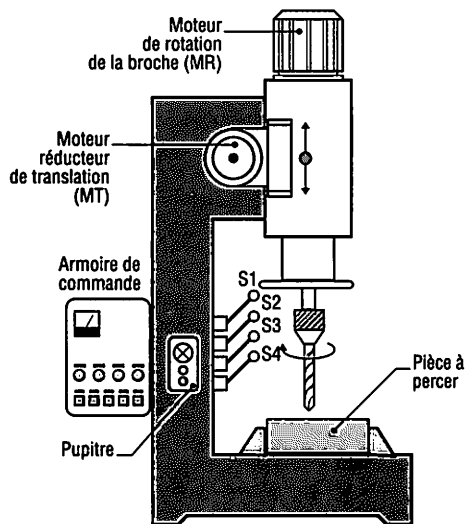
20. Le regroupement de séquences simultanées nécessite souvent des étapes d'attentes.

# RÉSOLUS

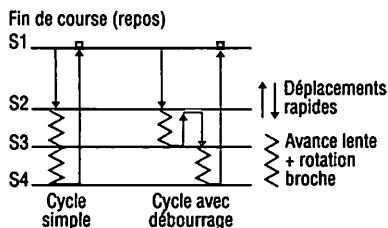
1. Étant donné le système de perçage automatique comportant un moteur de broche et un moteur de translation verticale, établissez le GRAFCET du cycle simple dont le départ est donné en actionnant le bouton-poussoir « m » du pupitre.

Disposition du poste :

**Poste de perçage automatique**

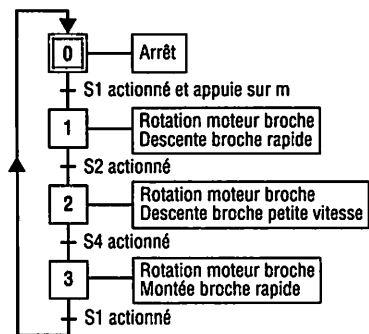


**Cycle à réaliser**



**Solution :**

**Établissement du GRAFCET fonctionnel**



2. À partir du GRAFCET fonctionnel précédent, précisez les organes d'entrée et de sortie de l'automatisme.

**Solution :**

Organes d'entrées : ce sont les capteurs S1, S2, S3, S4 et le bouton-poussoir « m », marche.

Organes de sortie :

– moteur de broche commandé par le contacteur KMB ;

– moteur de translation verticale.

KMA → montée

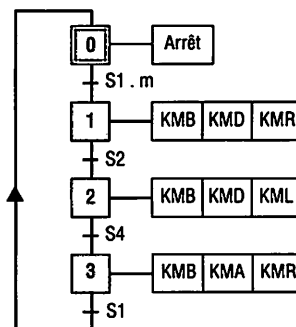
KML → vitesse lente

KMD → descente

KMR → vitesse rapide

3. Étant donné le GRAFCET fonctionnel (exercice 1) et les entrées et sorties du sous-système de commande (exercice 2), établissez le GRAFCET, partie commande ou technologique.

**Solution :**



4. On représente par X0, X1, X2, X3 les étapes 0, 1, 2, 3. Représentez l'équation de chaque sortie.

**Solution :**

Il s'agit d'indiquer sous forme logique à quelles étapes les sorties sont à 1.

$$KMB = X1 + X2 + X3$$

$$KMD = X1 + X2$$

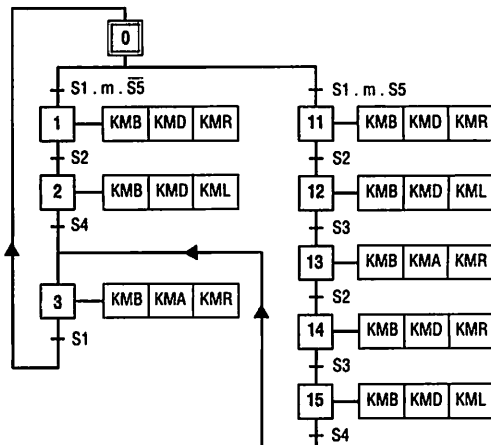
$$KMR = X1 + X3$$

$$KML = X2$$

$$KMA = X3$$

5. Établissez le GRAFCET de la marche permettant de réaliser le cycle avec déburrage. Puis à l'aide d'un commutateur S5 marche manuelle, marche automatique réalisez le GRAFCET complet (PC)

**Solution :**





# À RÉSOUDRE

EXERCICES

1. La station de pompage dont la disposition est donnée ci-dessous peut fonctionner manuellement. En appuyant sur le bouton-poussoir m la pompe remplit le réservoir jusqu'au niveau haut (contact S2) qui coupe le moteur de pompe.

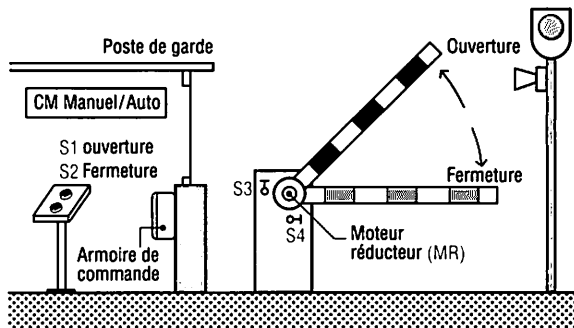
Établissez le GRAFCET fonctionnel de l'installation.

2. En marche automatique, la station de pompage fonctionne après mise en marche par appui sur le bouton m avec : coupure de la pompe par le contact S2, puis lorsque le réservoir se vide, remise en marche par le capteur S1.

Établissez le GRAFCET fonctionnement automatique.

3. Associez les deux GRAFCET précédents, en sachant qu'un commutateur à deux positions permet d'assurer l'un ou l'autre des deux cycles (S3).

4. Établissez l'équation du fonctionnement du moteur de pompe selon les étapes où il doit fonctionner. Ce moteur est commandé par un préactionneur désigné par KM1.

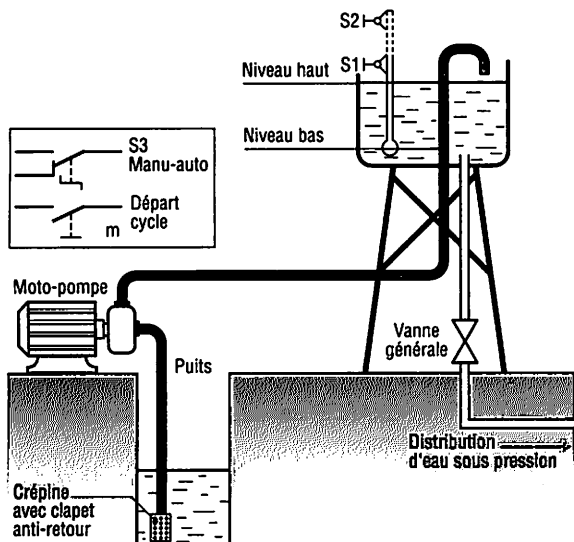


6. Établissez les équations des organes de sortie selon les étapes où ces sorties doivent être actives.

7. Complétez le GRAFCET de l'exercice 5 par une marche manuelle, sachant que cette marche manuelle ne doit pas empêcher la fermeture des barrières si un train survient.

8. Étant donné le GRAFCET de l'exercice résolu 5, cycle simple ou cycle avec débouillage, peut-on réaliser un GRAFCET plus simple en utilisant le saut d'étapes ? Représentez le nouveau GRAFCET.

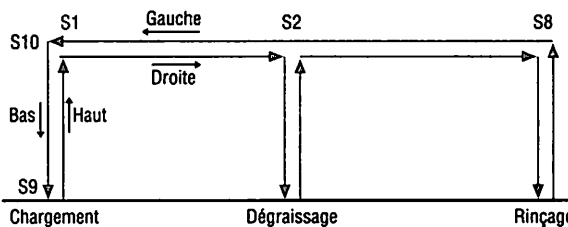
9. À partir du système de traitement de surface dont la disposition est donnée p. 204, établissez le GRAFCET fonctionnel permettant de réaliser le cycle ci-dessous, de prendre un panier au poste de chargement et de faire un dégraissage poste 1 (contact S2) et ensuite d'effectuer un rinçage dans la cuve 6 (contact S8) et enfin de revenir au poste de chargement.



5. Un passage à niveau est actionné automatiquement lorsqu'un train se présente à 2 km (fermeture d'un contact S0 non représenté). Le cycle suivant se produit : voyant clignotant plus sonnerie pendant 10 secondes, puis fermeture des barrières. En fin de fermeture, la sonnerie s'arrête. Lorsque le train a dépassé le passage à niveau, un contact S5 permet l'ouverture des barrières et l'arrêt du clignotant.

Établissez :

- a) le GRAFCET fonctionnel de ce système ;
- b) le GRAFCET technologique. Précisez les capteurs et les actionneurs.

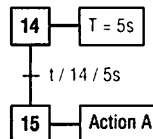


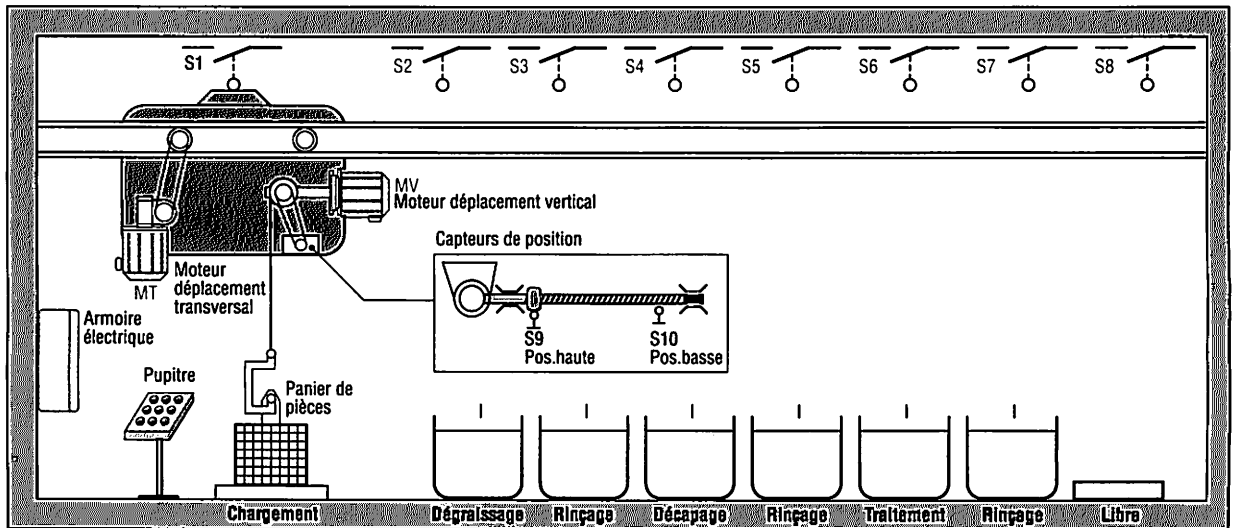
10. Donnez la liste des capteurs et des actionneurs nécessaires pour effectuer le cycle ci-dessus.

11. Établissez le GRAFCET technologique de la commande de ce système. On désignera par KMTD contacteur moteur déplacement à droite, KMTG déplacement à gauche, KMOVH déplacement vers le haut, KMOVH déplacement vers le bas.

Remarque sur la temporisation :

Pour faire intervenir une temporisation entre deux étapes, il suffit d'indiquer en réceptivité le repère « t », son origine (l'étape) et sa durée. L'origine sera l'instant de début de la dernière activation de l'étape précédente.

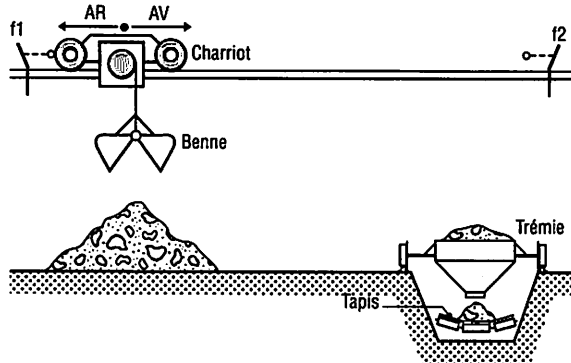




**12. Manutention de sable (d'après T.E.)**

À l'aide d'une benne manœuvrée par un chariot, on prend du sable sur un tas pour le déverser sur un tapis roulant.

**a) Disposition de l'installation**



**b) Description du cycle**

Au départ, le chariot est au-dessus du tas, en position haute et la benne est ouverte, l'appui sur un bouton-poussoir marche cycle provoque la descente de la benne sur le tas de sable, sa fermeture, puis sa remontée. En fin de montée, le chariot se déplace jusqu'au-dessus de la tré-

mie ; dans cette position, il y a descente de la benne, ouverture, puis remontée. Enfin le chariot repart en arrière à sa position d'origine au-dessus du tas de sable, et le cycle s'arrête.

**c) Capteurs C, Départ de cycle**

- (f1) Chariot au-dessus du tas.
- (f2) Chariot au-dessus de la trémie.
- (fh) Benne en position haute.
- (fb) Benne en position basse.
- (fo) Benne ouverte.
- (ff) Benne fermée.

**d) Moteurs**

- (T) Moteur translation (avant-arrière).
- (L) Moteur levage (montée-descente).
- (B) Moteur de benne (ouverture-fermeture).

On vous demande :

1. De reprendre la description du cycle en précisant les transitions entre chaque étape.
2. D'établir le GRAFCET relatif au fonctionnement d'un cycle de ce système.
3. De préciser les conditions d'arrêt en fin de cycle, ou position d'origine.

# 22

# Circuit électrique de commande

## 1 Les circuits séquentiels

### 1.1. Notion de logique combinatoire et séquentielle

Les fonctions logiques ET, OU, NON... étudiées précédemment étaient utilisées dans des circuits de combinaison, c'est-à-dire que pour une même combinaison des entrées on a un seul état de la sortie. C'est la **logique combinatoire**.

Dans une **logique séquentielle**, la correspondance entre l'ensemble des combinaisons d'entrée et l'état de la sortie peut être variable.

### 1.2. Exemple

Pour commander la marche et l'arrêt de la pompe d'une station de pompage (fig. 1) il faut :

- appuyer sur le bouton-poussoir « a » marche, la pompe démarre ;
- relâcher le bouton-poussoir « a », la pompe continue à tourner ;
- lorsque le niveau de l'eau arrive au contact « b » la pompe s'arrête ;
- si le niveau baisse dans le réservoir le contact « b » n'est plus actionné, mais la pompe reste à l'arrêt.

D'où la table de vérité :

Actions	b	a	MP	n° ligne
À l'arrêt	0	0	0	1
On appuie sur « a »	0	1	1	2
On relâche « a »	0	0	1	3
On actionne « b »	1	0	0	4
On relâche « b »	0	0	0	5

Remarque :

Pour deux états identiques des variables *a* et *b*, la sortie MP est une fois à 0, ligne 1, et une fois à 1, ligne 3.

Dans un circuit séquentiel, on tient compte non seulement de la combinaison des variables d'entrée mais aussi de leur **succession** (la séquence).

### 1.3. Mémoire à relais électromagnétique

Dans l'exemple précédent on a fait appel à une fonction mémoire.

Pour différencier les états identiques d'entrées, on est conduit à utiliser des relais auxiliaires qui mémorisent les états intermédiaires (fig. 2).

Le passage du courant dans la bobine d'un électro-aimant provoque l'attraction d'une armature mobile, laquelle actionne des contacts. On désignera par X la bobine et par x1, x2... les contacts électriques qui permettent de réaliser la fonction mémoire (fig. 3).

#### OBJECTIF

Dans un dossier technique d'un équipement de productique on rencontre un certain nombre de schémas électriques. Il faut être capable de décoder et d'interpréter les différentes représentations graphiques normalisées, en particulier les schémas des circuits de commande.

#### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 3.2

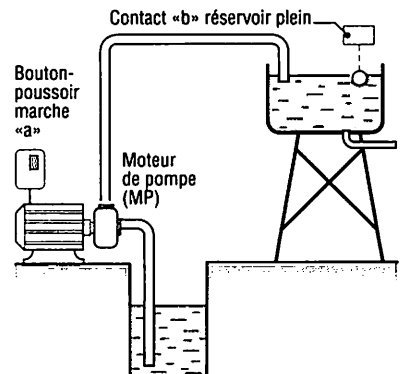


Fig. 1 : Station de pompage.

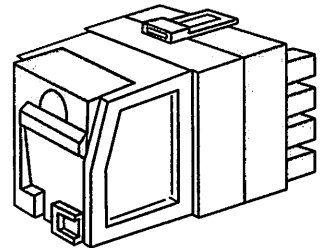


Fig. 2 : Relais embrochable (type RHN Schneider TE).

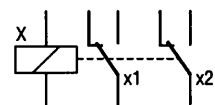


Fig. 3 : Symbole du relais. La bobine X quand elle est alimentée attire une armature mobile et ferme les contacts x1 et x2.

## 1.4. Analyse du fonctionnement (fig. 4)

- En appuyant sur le contact « a » la bobine X est alimentée sous 24 V par l'intermédiaire du contact «  $\bar{b}$  ». Le relais X s'enclenche.
- X enclenché ferme les contacts Ka1 en parallèle avec « a », et Ka2 qui alimente le moteur MP.
- Si on relâche « a » le courant continue à passer par Ka1. On dit qu'il y a auto-alimentation.
- Si on appuie sur «  $\bar{b}$  » on coupe le circuit d'alimentation de la bobine KA. Les deux contacts Ka1 et Ka2 s'ouvrent, ce qui coupe le circuit de la bobine KA et arrête le moteur.
- Si on relâche le bouton «  $\bar{b}$  », la mémoire reste au repos.

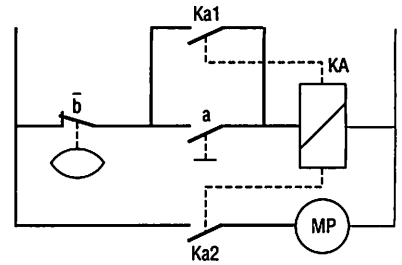


Fig. 4 : Circuit de commande.

## 1.5. Équation logique

Le schéma électrique peut se traduire par les équations logiques :

$$KA = (a + Ka1) \cdot \bar{b} \quad \text{et} \quad MP = Ka2$$

## 1.6. Représentation dans le temps

Chaque action sur les contacts « a » et «  $\bar{b}$  » est représentée par une impulsion (fig. 5).

- Le montage précédent est appelé circuit mémoire. On a une **auto-alimentation**. Il se « souvient » du dernier contact sur lequel on a appuyé :
- en mémoire, si l'on a appuyé sur le bouton marche ;
  - hors mémoire, si l'on a appuyé sur le bouton arrêt.

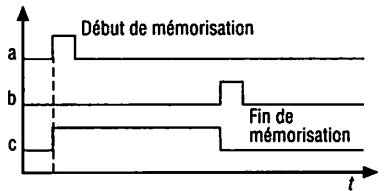


Fig. 5 : Diagramme de fonctionnement des contacts en fonction du temps.

# 2 Les capteurs

Le contact électrique reste l'organe privilégié pour l'entrée des informations sous forme de logique binaire.

La commande de ces contacts peut être :

- manuelle (bouton-poussoir, fin de course) ;
- mécanique (contact de position, interrupteur, commutateur) ;
- par une grandeur physique (pression, température, flux, etc.), dans ce cas on les appelle aussi détecteurs.

## 2.1. Élément de contact (fig. 6)

C'est en général un microcontact qui est commandé de différentes façons. Il est caractérisé par :

- sa fonction (contact à ouverture, à fermeture ou inverseur) ;
- sa tension d'isolement (250 V, 500 V, 600 V) ;
- son courant nominal thermique (1 A, 5 A, 10 A) ;
- sa force d'action (0,5 daN, 1 daN...) ;
- son endurance électrique en millions de manœuvres.

## 2.2. Bouton-poussoir (fig. 7)

La commande de départ de cycle, l'arrêt d'urgence, l'interdiction par un contact à clé, la commutation automatique manuelle sont autant de fonctions que doit remplir la commande manuelle.

La partie commande est caractérisée par :

- le mode de commande (poussoir effleurant, coup de poing) ;
- le diamètre de perçage pour la fixation ( $\varnothing 22$ ,  $\varnothing 30$ ) ;
- la protection contre l'environnement (IP 65...).

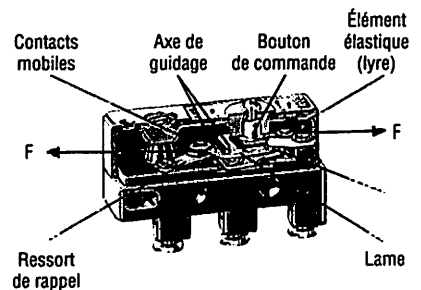
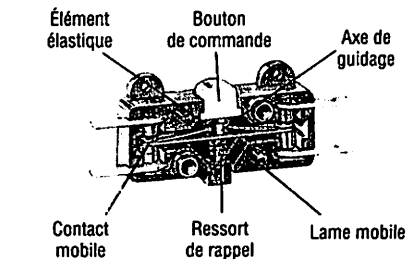


Fig. 6 : Microcontact inverseur contact O-F (Crouzet).

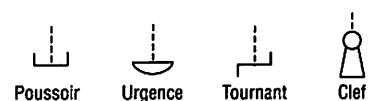


Fig. 7 : Symboles des boutons-poussoirs.

### 2.3. Capteurs mécaniques de position (fig. 8)

Les capteurs mécaniques de position, appelés aussi interrupteurs de position, sont surtout employés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction *détecter les positions*.

Ils sont réalisés à base de microcontacts placés dans un corps de protection et munis d'un système de commande ou tête de commande.

Ils sont caractérisés essentiellement par :

- le type de la commande avec force d'action en daN et la course pour réaliser le contact (mouvement rectiligne ou angulaire) (fig. 9) ;
- la place disponible qui fixe les dimensions et le mode de fixation ;
- le degré de protection (IP 65, par exemple).

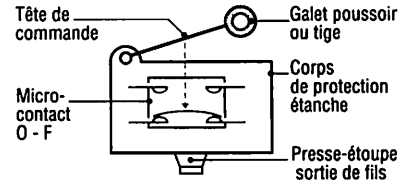


Fig. 8 : Capteur de position.

Mouvement rectiligne



Mouvement angulaire

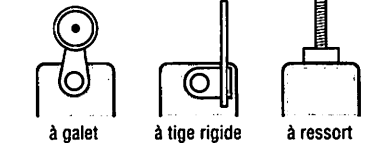


Fig. 9 : Tête de commande de capteurs de position.

## 3 Les détecteurs de proximité

Un détecteur de proximité permet de détecter sans contact la présence ou le passage de pièces, le défilement d'objets (fig. 10). On distingue trois types de détecteurs de proximité : inductifs, capacitifs et photo-électriques.

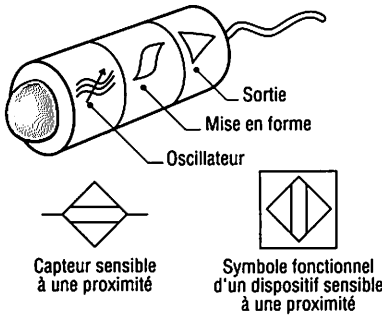


Fig. 10 : Structure générale et symboles des détecteurs de proximité.

### 3.1. Détecteurs inductifs (fig. 11)

Un détecteur inductif comporte des bobinages qui constituent la face sensible. À l'avant de cette face sensible est créé un champ magnétique. Lorsque une pièce métallique est placée dans ce champ, elle perturbe le circuit électrique qui génère un signal de sortie correspondant à un contact à ouverture ou à fermeture. Ce type de détecteur est adapté à la détection d'objets métalliques.

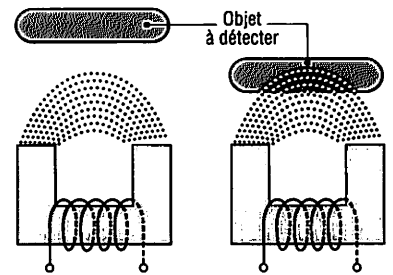


Fig. 11 : Principe d'un détecteur de proximité inductif.

### 3.2. Détecteurs capacitifs (fig. 12)

Un détecteur capacitif comporte un condensateur qui constitue la face sensible. Lorsque un objet isolant est placé à proximité du condensateur il modifie la capacité, ce qui génère comme précédemment un signal analogue à un contact électrique à ouverture ou à fermeture. Ce type de détecteur convient pour la détection d'objets isolants, liquides, ou en poudre.

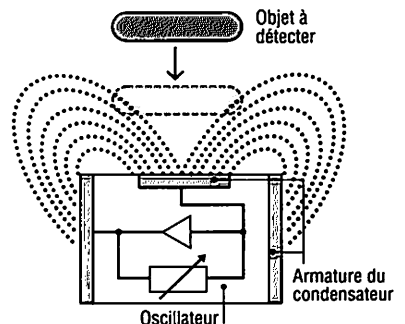


Fig. 12 : Principe d'un détecteur de proximité capacitif.

### 3.3. Détecteurs photo-électriques

#### a) Principe

Une diode électroluminescente émet un rayon lumineux en lumière visible ou invisible (infrarouge).

Ce rayon lumineux est reçu par un phototransistor, et amplifié pour alimenter un relais (fig. 13).

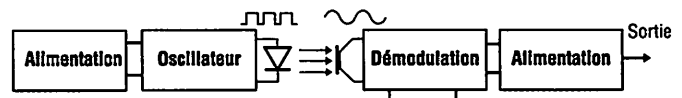


Fig. 13 : Schéma de principe d'un détecteur photo-électrique.

## b) Disposition

La détection d'objets peut s'effectuer selon deux dispositions :

- en barrage, le faisceau lumineux est coupé par l'objet (fig. 14) ;
- reflex, un miroir renvoie le faisceau lumineux sur le capteur qui est à la fois émetteur et récepteur (fig. 15).

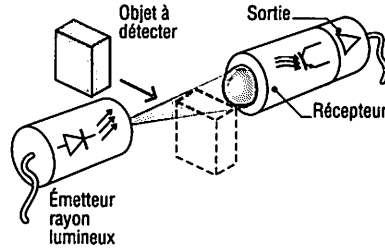


Fig. 14 : Disposition type barrage.

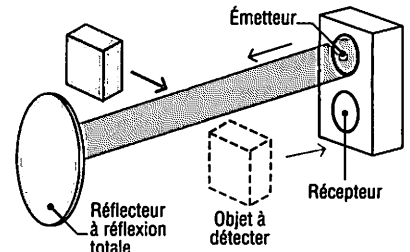


Fig. 15 : Disposition reflex.

## 3.4. Autres capteurs et détecteurs (fig. 16)

Plus les systèmes automatiques sont perfectionnés, plus les capteurs doivent être évolués. Aux capteurs tout ou rien, on voit se substituer les capteurs qui transforment la valeur physique mesurée en une tension électrique variable, entre 0 et 5 volts, ou entre 4 et 20 mA.

### a) Caractéristiques des capteurs

Pour chaque type d'information à capter, il est nécessaire de connaître :

- en entrée du capteur : les valeurs limites de la grandeur physique, sa durée, sa précision ;
- en sortie du capteur : la valeur électrique désirée, contact tout ou rien, tension proportionnelle, nombre d'impulsions, etc.

### b) Capteurs les plus courants

En dehors des capteurs mécaniques et des détecteurs de proximité, on rencontre surtout des capteurs de *température*, des capteurs de pression, de débit, de force... (voir symboles, page 191).

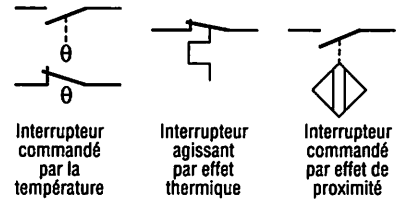


Fig. 16 : Symboles de capteurs de grandeurs physiques.

## 4 Les relais électromagnétiques

### 4.1. Fonction

Le **relais instantané** est un appareil qui permet, à partir d'une information électrique de faible amplitude, d'actionner des contacts permettant de modifier ou d'amplifier cette information (fig. 17).

Les relais peuvent réaliser différentes fonctions :

- instantanée : relais tout ou rien (TOR) ;
- retardée : relais temporisé ;
- impulsionnelle : relais de passage ;
- multi-impulsions : relais clignoteur.

### 4.2. Constitution (fig. 18)

Le relais comporte essentiellement :

- l'organe d'entrée : bobine avec un circuit magnétique ;
- l'organe de sortie : le ou les contacts électriques.

Le symbole d'un relais à 4 contacts inverseurs montre le principe de fonctionnement électrique (fig. 19).

Le brochage des bornes du relais indique comment brancher un relais (fig. 20).

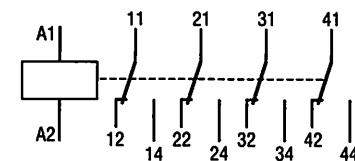


Fig. 19 : Symbole d'un relais à 4 contacts inverseurs.

A2	B2	B1	A1
41	31	21	11
44	34	24	14
42	32	22	12

Fig. 20 : Brochage de l'embase d'un relais instantané type RHN (Schneider T.E.).

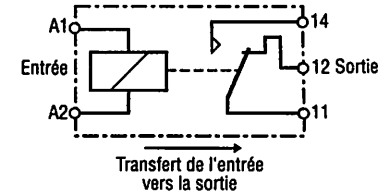


Fig. 17 : Fonction d'un relais électromagnétique.

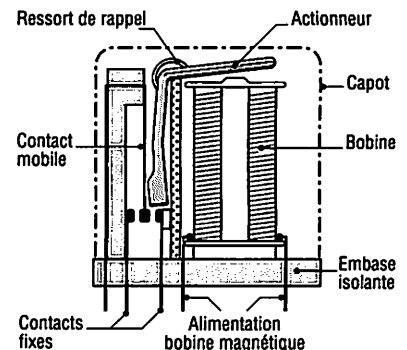


Fig. 18 : Constitution d'un relais instantané.

### 4.3. Relais temporisé

#### a) Fonctions

Le relais temporisé est un appareil qui doit lors de son alimentation (temporisation travail), soit lors de sa coupure (temporisation repos), peut ouvrir ou fermer un ou plusieurs contacts avec un retard réglable.

*Remarque :* Pour retenir le sens du demi-cercle (forme 1 ou 2), il suffit de se représenter un parachute qui retient le contact (fig. 21).

#### b) Constitution et fonctionnement

Le relais temporisé est obtenu en associant un relais instantané ou un contacteur à translation et un dispositif temporisateur (fig. 22).

Le fonctionnement de la temporisation du contact est basé sur l'accumulation d'air dans un soufflet, actionné par l'armature mobile du relais.

L'écoulement réglable de l'air retarde le fonctionnement des contacts (fig. 23).



Fig. 21 : Retard de la chute.

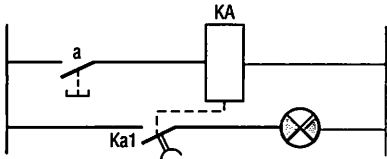


Fig. 22 : Relais KA actionnant un contact temporisé Ka1.

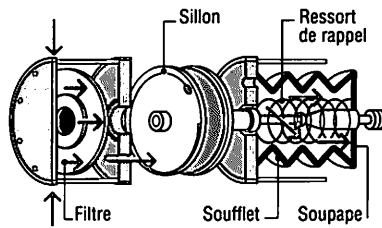


Fig. 23 : Dispositif pneumatique de temporisation.

#### c) Quatre types de contacts temporisés

On distingue deux modes d'action qui sont :

- temporisation au **travail**, ou au **repos**.

Et deux types de contacts qui sont :

- contact à **fermeture**, ou contact à **ouverture**.

Ce qui donne quatre combinaisons possibles (fig. 24).

	Temporisation à l'action (travail)		Temporisation au relâchement (repos)	
Contact à fermeture				

Fig. 24 : Symboles et graphiques de fonctionnement.

### 4.4. Relais clignoteur (fig. 25)

Ce relais est surtout employé en signalisation. Il permet de faire clignoter un voyant pour mieux signaler un défaut.

*Exemple :* Clignotant de voiture pour signaler un changement de direction.

Il existe une grande variété d'autres relais, qui peuvent être à accrochage mécanique ou magnétique, des relais de comptage, des relais à chevauchement de contacts.

Les relais électromagnétiques sont de plus en plus remplacés par des automates programmables industriels (API).

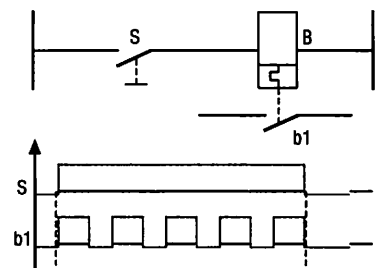
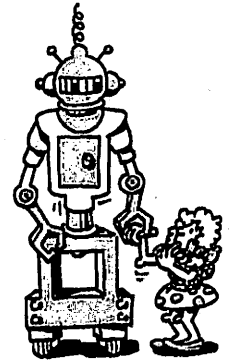


Fig. 25 : Relais clignoteur.

- Le relais électromagnétique, avec son contact d'auto-alimentation, permet de réaliser une mémoire à deux entrées : en mémoire (bouton marche) ; hors mémoire (bouton arrêt).
- L'équation logique de la mémoire s'écrit  $KA = (a + Ka) \cdot \bar{b}$ .  
On peut classer les capteurs, ou organes d'entrée, d'un automatisme en fonction de leur commande : manuelle, mécanique, ou par une grandeur physique.
- Les détecteurs de proximité permettent de détecter la présence d'objets. On distingue les détecteurs inductifs, capacitifs ou photoélectriques.  
Ils sont caractérisés par leur mode de commande (physique ou mécanique), le type de sortie (contact, courant), des caractéristiques d'endurance électrique et mécanique.
- Les relais électromagnétiques instantanés permettent de séparer des circuits, de régénérer un signal (amplification). Ils peuvent aussi démultiplier un ordre. Les relais ont des caractéristiques d'entrée liées à la bobine, et de sortie liées aux contacts.  
Il existe des relais électromagnétiques qui réalisent les fonctions de temporisation, de contact de passage, de clignoteur...



## VRAI OU FAUX ?

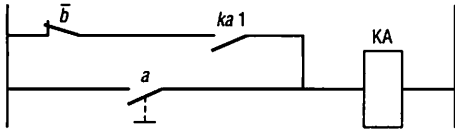
Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Dans un circuit séquentiel, pour une même combinaison des entrées, on peut avoir deux sorties différentes.
2. Dans un circuit séquentiel, on tient compte de l'ordre de succession des états des variables.
3. Un relais électromagnétique peut mémoriser trois états différents.
4. Dans le montage à auto-alimentation, le relais se souvient du dernier contact qui a été actionné.
5. Un contact mécanique de position peut indiquer la valeur de la tension de commande.
6. Un capteur mécanique transforme une force mécanique d'action en ouverture ou fermeture d'un contact.
7. Un capteur à effet capacitif peut détecter la présence d'un faisceau lumineux.
8. Un capteur à effet inductif peut détecter un corps isolant.
9. Un capteur à effet photo-électrique peut détecter un corps isolant par rapport à un corps conducteur.
10. Un relais temporisé au travail actionne son contact un temps après son alimentation.
11. Un relais temporisé au repos actionne son contact un temps avant d'être alimenté.
12. Un relais temporisé au repos ne peut actionner que des contacts à ouverture.
13. Un relais clignoteur permet d'alimenter une lampe qui s'allume et s'éteint à répétition.
14. Un relais auxiliaire est un relais qui isole deux circuits.
15. Le symbole d'un bouton-poussoir peut indiquer son mode de commande.
16. Le brochage d'un relais est nécessaire pour son raccordement dans un câblage.
17. Un contact temporisé au travail est actionné au bout d'un temps  $t$  après la coupure de l'alimentation du relais.
18. Un contact temporisé au repos est actionné au bout d'un temps  $t$  après la coupure de l'alimentation du relais.
19. Une détection de type reflex signifie que le capteur détecte les réflexes d'un individu.
20. Un thermostat possède un capteur de température.



## RÉSOLUS

1. On observe le schéma électrique ci-dessous.  
a) Quelle fonction réalise-t-il ? Donnez l'équation.  
b) Analysez le fonctionnement de ce montage.

**Solution :**

a) La fonction réalisée par ce montage est la fonction mémoire.

L'équation est :  $a + (\bar{b} \cdot ka 1) = KA$ .

b) Il s'agit d'une mémoire à arrêt prioritaire.

2. Donnez la référence constructeur des boutons marche et arrêt pour le schéma ci-dessus.

**Solution :** D'après la fiche constructeur (p. 214).

Bouton-poussoir à impulsion affleurant :

– Bouton marche noir à fermeture XB2-BA21.

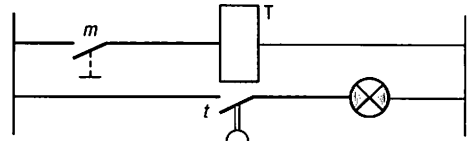
– Bouton arrêt rouge à ouverture XB2-BA42.

3. On souhaite allumer une lampe pendant 3 minutes à l'aide d'un relais temporisé (voir documentation p. 216).

a) Réalisez le montage (alimentation 230 V-50 Hz).

b) Donnez la référence du relais utilisé.

**Solution :** a) On utilise un relais temporisé avec un contact temporisé au relâchement.



b) Relais temporisé au repos : réf. RHR 411 M.

## À RÉSOUDRE

Un transporteur à bande permet le chargement de pièces en plastique dans leurs caisses d'emballage. Du pupitre, il est possible de sélectionner par le commutateur.

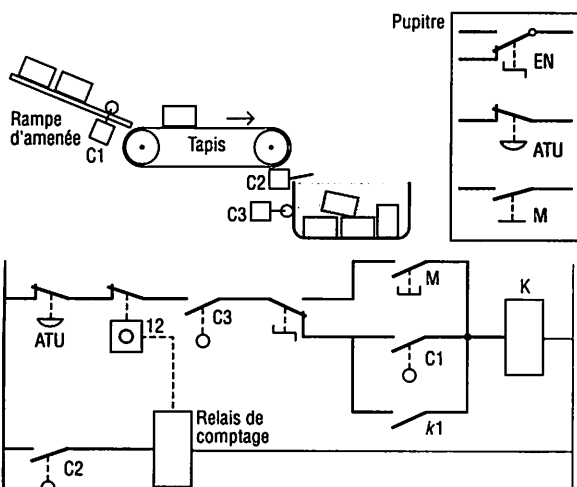
– Marche normale : le moteur entraîne le tapis lorsqu'une pièce est présente sur le tapis et que la caisse d'emballage est en place. L'ensemble s'arrête lorsque 12 pièces seront passées.

– Marche réglage : le moteur n'est alimenté que lorsqu'on appuie sur le bouton marche (M).

C1 = capteur de présence de pièces sur la rampe ;

C2 = détection de passage des pièces ;

C3 = présence de la caisse d'emballage.



1. Étant donné le sous-système ci-dessus, donnez les références constructeur des boutons-poussoirs M et ATU.

2. Choisissez les capteurs C1, C3 et donnez leurs références constructeur. Justifiez votre choix.

3. Quel est le capteur le plus adapté proposés dans la documentation pour réaliser la fonction du capteur C2 ?

4. Lorsque le nombre de 12 pièces est atteint, on veut provoquer le clignotement d'une lampe.

a) Établissez le schéma de principe du circuit.

b) Donnez la référence du relais choisi 230 V-50 Hz.

5. Dans la nomenclature d'un appareil de manutention on relève : interrupteur de position référence XCR-E18, indiquez comment il est actionné, ainsi que ses principales caractéristiques.

6. Recherchez dans la documentation un capteur inductif ayant une portée de 4 mm. Donnez sa référence pour une technologie PNP et indiquez ses principales caractéristiques.

7. Pour la sécurité dans une commande de portail automatique, on désire utiliser une cellule photo-électrique. Sachant que le portail fait 4 m de large, indiquez la référence du détecteur qui convient ainsi que le ou les accessoires utiles.

## Éléments de symboles

Dispositifs de commande (NF C 03-202)	
Symbole	Désignation
	Commande mécanique manuelle
	Commande mécanique manuelle à accès restreint
	Commande par tirette
	Commande rotative
	Commande par poussoir
	Commande par effet de proximité
	Commande par effleurement
	Bouton-poussoir de sécurité type « coup-de-poing »
	Commande par volant
	Commande par pédale
	Commande par levier
	Commande manuelle amovible
	Commande par clef
	Commande par manivelles
	Commande par galet
	Commande par came
	Commande par galet et came

## Symboles de capteurs

Commande par des grandeurs physiques NF C 03-202	
Symbole	Désignation-Dispositif actionné par :
	Le niveau d'un fluide
	Un nombre d'événements (comptage)
	Le débit d'un fluide
	Le débit d'un gaz
	Le degré hygrométrique
	La température (°C)
	La pression (bar)
	La fréquence de rotation (tr/min)

## Appareillage mécanique de connexion

Symboles distinctifs de contacts NF C 03-207	
Symbole	Désignation
	Fonction retour automatique
	Fonction position maintenue
	Fonction contacteur
	Fonction disjoncteur
	Fonction sectionneur
	Fonction interrupteur sectionneur
	Fonction déclenchement automatique
	Fonction contact de position
	Mouvement retardé
	Mouvement retardé dans le sens du déplacement du demi-cercle vers son centre

*Note* : le trait mixte peut être remplacé par un trait double continu.

### Contacts à 2 ou 3 positions

	Contact à fermeture (contact travail)
	Contact à ouverture (contact repos)
	Contact à 2 directions sans chevauchement (ouverture avant fermeture)
	Contact à 2 directions avec position médiane d'ouverture
	Contact à 2 directions avec chevauchement

### Auxiliaire de commande

	Contact à fermeture à commande manuelle et à retour automatique
	Bouton-poussoir à fermeture et à retour automatique

### Interrupteurs de position

	Interrupteur de position, contact à fermeture
	Interrupteur de position, contact à ouverture
	Interrupteur de position à 2 circuits distincts actionnés mécaniquement dans les 2 sens

## Symboles d'appareillage (NF C-03207)

### Contacts temporisés

Symbole	Désignation
	Contact à fermeture retardée à la fermeture
	Contact à ouverture retardée à l'ouverture
	Contact à ouverture retardée à la fermeture
	Contact à fermeture retardée à la fermeture et à l'ouverture

Symbole	Désignation
	Contact de passage fermant momentanément lors de l'action
	Contact de passage fermant momentanément lors du relâchement
	Contact à fermeture tardive (opère plus tard que les autres contacts d'un même ensemble)

### Les 4 types de relais temporisés

À l'action		Au relâchement	
Diagramme	Symboles	Diagramme	Symboles

### Organes de commande de relais électriques tout-ou-rien

Symbole	Désignation
	Organe de commande d'un relais symbole général (2 variantes)
	Relais à un seul enroulement
	Relais avec indication de la résistance ou de l'impédance
	Relais dont l'organe de commande comporte deux enroulements
	Organe de commande d'un relais à relâchement retardé
	Organe de commande d'un relais à action (enclenchement) retardée
	Relais clignoteur
	Relais insensible au courant alternatif
	Relais à courant alternatif
	Relais à verrouillage mécanique
	Relais polarisé
	Relais à rémanence

### Contacts avec indication retour automatique, ou position maintenue

Symbole	Désignation
	Contact à fermeture à retour automatique
	Contact à fermeture à position maintenue
	Contact à ouverture et à retour automatique
	Contact à 2 directions avec position de médiane
	- à gauche : à retour automatique
	- à droite : à position maintenue
	Contact bidirectionnel d'un appareil bistable x et y = organes moteurs
	Contacts à mercure à 2 directions
	Contact à fermeture en position d'action
	- avec retour automatique
	- avec position maintenue

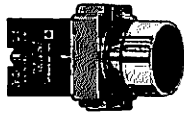
**Remarque :** lorsque le symbole d'un contact par sa liaison indique qu'il est à retour automatique, il n'est pas nécessaire de représenter le petit triangle.

### Symboles de différents relais

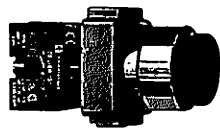
Symbole	Désignation
	Relais instantané à 1 ou 2 enroulements
	Relais temporisé Travail
	Relais temporisé Repos
	Relais à accrochage mécanique
	Relais clignoteur

## Unités de commande Ø 22

### Boutons-poussoirs à impulsion



XB2-BA..



XB2-BL..



XB2-BP..



XB2-BC..

Désignation	Contact	Schéma	Couleur	Référence
Affleurant	« F »		Noir	XB2-BA21
			Vert	XB2-BA31
			Jaune	XB2-BA51
			Bleu	XB2-BA61
	« O »		Rouge	XB2-BA42
Dépassant	« F »		Noir	XB2-BL21
			Vert	XB2-BL31
			Jaune	XB2-BL51
			Bleu	XB2-BL61
	« O »		Rouge	XB2-BL42
Capuchonné	« F »		Noir	XB2-BP21
			Vert	XB2-BP31
			Jaune	XB2-BP51
			Bleu	XB2-BP61
	« O »		Rouge	XB2-BP42
« Coup de poing » Ø 40 mm	« F »		Noir	XB2-BC21
			Vert	XB2-BC31
			Jaune	XB2-BC51
			Bleu	XB2-BC61
	« O »		Rouge	XB2-BC42

### Boutons-poussoirs à impulsion avec repérage des fonctions sur le poussoir



XB2-BA3341

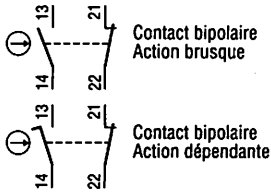


XB2-BL4342

Désignation	Contact	Schéma	Couleur	Référence
Affleurant	« F »		Vert	XB2-BA3311
			Blancs	↑ ou → XB2-BA3341
			Noir	↓ ou ← XB2-BA3341
	« O »		Rouge	○ XB2-BA4322
	Rouge	Stop	XB2-BA4342	
Dépassant	« O »		Rouge	○ XB2-BL4322
			Rouge	Stop

### Détection par contact : interrupteurs de position

#### XCK-P / XCK-T



#### Type XCK-P plastique norme EN 50047

A levier à galet thermoplastique à 1 seul sens d'action latérale	A levier à galet thermoplastique à 1 seul sens d'action verticale	A levier à galet thermoplastique à 2 sens d'action latérale ou verticale	A levier à galet thermoplastique	A levier de longueur variable, à galet thermoplastique
15	15	15	10	10
1	1	1	1,5	1,5
IP 65			IP 65	
- AC 15 ; A 300 (Ue = 240 V, Ie = 3 A) / ... DC 13			Q300 (Ue = 250 V, Ie = 0,27 A)	
Encombrement du corps L x P x H (mm) 30 x 30 x 73				
Appareil complet (contact « O + F » bipolaire à action brusque)				
XCK-P121	XCK-P127	XCK-P128	XCK-P118	XCK-P145
Appareil complet (contact « O + F » bipolaire décalé à action dépendante)				
XCK-P521	XCK-P527	XCK-P528	XCK-P518	XCK-P545

⊕ Appareils conformes à la forme IEC 947-5-1

Endurance mécanique (millions de cycles de manœuvres)

Vitesse d'attaque (en m/s)

Degré de protection

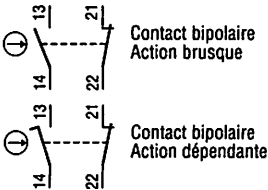
Caractéristiques assignées d'emploi

Encombrement du corps L x P x H (mm)

Appareil complet (contact « O + F » bipolaire à action brusque)

Appareil complet (contact « O + F » bipolaire décalé à action dépendante)

#### XCK-M



#### Type XCK-M métallique à 3 entrées de câble

(variante avec visualisation mécanique de l'état des contacts)

À poussoir à galet en acier	À poussoir à galet thermoplastique à 1 seul sens d'action	À levier à galet thermoplastique	À tige souple à ressort
20	20	15	10
0,5	1,5	1,5	0,5
IP 665			
- AC 15 ; A 300 (Ue = 240 V, Ie = 3 A) / ... DC 13 ; Q 300 (Ue = 250 V, Ie = 0,27 A)			
Encombrement du corps L x P x H (mm) 63 x 30 x 64			
Appareil complet (contact « O + F » bipolaire à action brusque) <sup>1</sup>			
XCK-M102	XCK-M121	XCK-M115	XCK-M106
Appareil complet (contact « O + F » bipolaire décalé à action dépendante)			
XCK-M502	XCK-M521	XCK-M515	-
Corps (contact « O + F » bipolaire à action brusque)			
ZCK-M1	ZCK-M1	ZCK-M1	ZCK-M1
Corps (contact « O + F » bipolaire décalé à action dépendante)			
ZCK-M5	ZCK-M5	ZCK-M5	ZCK-M5
Tête d'entraînement complète			
ZCK-D02	ZCK-D21	ZCK-D15	ZCK-D06

XCM = contact « OF » unipolaire à action brusque

Endurance mécanique (millions de cycles de manœuvres)

Vitesse d'attaque (en m/s)

Degré de protection

Caractéristiques assignées d'emploi

Encombrement du corps L x P x H (mm)

Appareil complet (contact « O + F » bipolaire à action brusque)<sup>1</sup>

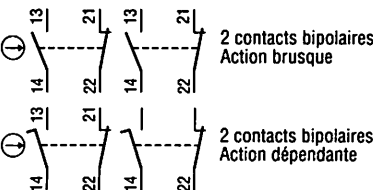
Appareil complet (contact « O + F » bipolaire décalé à action dépendante)

Corps (contact « O + F » bipolaire à action brusque)

Corps (contact « O + F » bipolaire décalé à action dépendante)

Tête d'entraînement complète

#### XCR



#### Type XCR métallique, levage, manutention, convoyage

(variante avec visualisation mécanique de l'état des contacts)

À tige à galet Ø 50 mm	À tige à carré Ø 6 mm en croix L = 200 mm	À tige à carré Ø 6 mm en T L = 200 mm l = 300 mm
(2)	(2)	(2)
10	10	10
1,5	1,5	1,5
IP 54		
- AC 15 ; A 300 (Ue = 240 V, Ie = 3 A) / ... DC 13 ; Q 300 (Ue = 250 V, Ie = 0,27 A)		
Encombrement du corps L x P x H (mm) 85 x 75 x 95		
Appareil complet (contact 2 « O + F » bipolaire à action brusque) <sup>4</sup>		
XCR-A15	XCR-E18	XCR-F17

(2) XCR = action sur 2 contacts « OF » dans chaque sens d'attaque

(3) XC = action sur 1 contact « OF » dans chaque sens d'attaque

(4) XCR-T = 2 contacts « OF » unipolaire à action brusque

Endurance mécanique (millions de cycles de manœuvres)

Vitesse d'attaque (en m/s)

Degré de protection

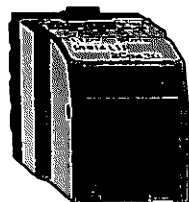
Caractéristiques assignées d'emploi

Encombrement du corps L x P x H (mm)

Appareil complet (contact 2 « O + F » bipolaire à action brusque)<sup>4</sup>

## Relais d'automatisme RH débrochables

à 4 contacts « OF »  
Types instantanés<sup>1</sup>



RHN-411 F

Tension du circuit de commande	Temporisation	Référence de base à compléter par le repère de tension <sup>2</sup>			
		Relais à contacts normaux		Relais à contacts bas niveau	
		Tensions usuelles		Tensions usuelles	
~ 50 Hz	-	RHN-411•	B E F M	RHN-421•	B E F M
60 Hz	-	RHN-416•	JV DE KC	RHN-426•	JV DE KC
...	-	RHN-412•	B E F	RHN-422•	B E F

### Types bistables<sup>1</sup>

~ 50 Hz	-	RHK-411•	B E F M	RHK-421•	B E F M
60 Hz	-	RHK-416•	JV DE KC	RHK-426•	JV DE KC
...	-	RHK-412•	B E F	RHK-422•	B E F

### Types temporisés<sup>3</sup>

au travail

12 à 127 V <sup>4</sup>	0,2 à 300 s	RHT-418•	B E F	RHT-428•	B E F
~ ou ...	1,25 s à 40 mn	RHT-4138•	B E F	RHT-4238•	B E F
220/240 V	0,2 à 300 s	RHT-411•	M	RHT-421•	M
50/60 Hz	1,25 s à 40 mn	RHT-4131•	M	RHT-4231•	M

au repos

12 à 127 V <sup>4</sup>	0,2 à 300 s	RHR-418•	B E F	RHR-428•	B E F
~ ou ...	1,25 s à 40 mn	RHR-4138•	B E F	RHR-4238•	B E F
220/240 V	0,2 à 300 s	RHR-411•	M	RHR-421•	M
50/60 Hz	1,25 s à 40 mn	RHR-4131•	M	RHR-4231•	M

### Types à contacts de passage (200 ms)<sup>3</sup>

à l'enclenchement

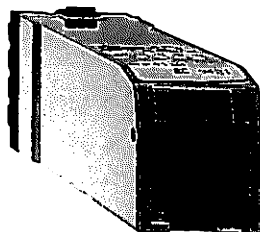
12 à 127 V <sup>4</sup>	-	RHE-418•	B E F	RHE-428•	B E F
~ ou ...	-	RHE-411•	M	RHE-421•	M

au déclenchement

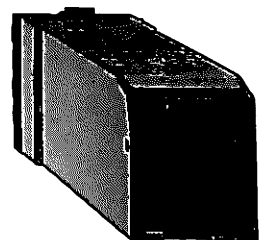
12 à 127 V <sup>4</sup>	-	RHD-418•	B E F	RHD-428•	B E F
~ ou ...	-	RHD-411•	M	RHD-421•	M

### Types clignoteurs (période symétrique réglable)<sup>3</sup>

12 à 127 V <sup>4</sup>	0,5 à 5 s	RHC-418•	B E F	-	-
~ ou ...	2 à 30 s	RHC-4198•	B E F	-	-
220 ou 240 V	0,5 à 5 s	RHC-411•	M	-	-
50/60 Hz	2 à 30 s	RHC-4191•	M	-	-



RHK-411 B



RHE-411 M

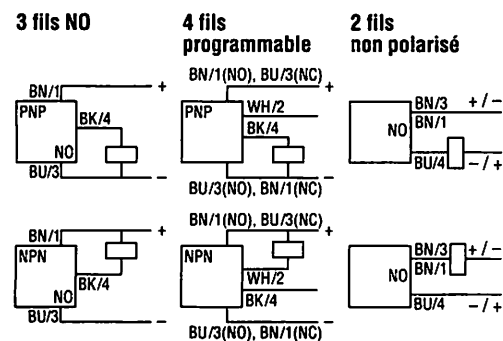
(1) Relais alimentés en courant ... équipés de bobine avec diode d'antiparasitage incorporée : Ajouter A76 en fin de référence. Exemple : RHN-412EA76.  
(2) Tension du circuit de commande existantes.

#### Relais RHN et RHK

Volts	6	12	24	36	42	48	60	72	110	120	125	127	208	220	230	240
50 Hz	-	J	B	-	D	E	-	-	F	-	-	G	-	M	UG	U
60 Hz	-	JL	JV	-	-	DE	-	-	KC	KF	-	-	GL	GP	LC	LF
...	R	J	B	C	D	E	P	EN	F	-	G	-	-	M	-	U

### Détection de proximité inductive : détecteurs cylindriques

Série de base



Série	M12	M12	M18	M18
Boîtier	Normalisé A	Normalisé A	Normalisé A	Normalisé A

Portée nominale $S_n$ à 20 °C (mm)	2	4	5	8
Portée utile $S$ (mm)	0...1,6	0...3,2	0...4	0...6,4
Boîtier M (métal) P (plastique)	M	P	M	P
Gamme de température (°C)	+ 80			
Degré de protection (selon IEC 529)	Connectique Câble IP : 68 / Connecteur : selon connectique			

### Détecteurs courant continu

Raccordements par câble PVC (2 m)

Dimensions (mm) D (diamètre) × L (longueur)	M12 × 50	M12 × 50	M18 × 60	M18 × 60
Références 3 fils PNP fonction fermeture NO	XS1-M12PA370	XS4-P12PA370	XS1-M18PA370	XS4-P18PA370
NNP fonction fermeture NO	XS1-M12NA370	-	XS1-M18NA370	-
PNP / NPN / NO / NC programmable	XS1-M12KP340*	XS4-P12KP340*	XS1-M18KP340*	XS4-P18KP340*
2 fils non polarisé NO	-	-	-	-

Raccordements par connecteur M12

Dimensions (mm) D (diamètre) × L (longueur)	M12 × 61	-	M18 × 70	-
Références 3 fils PNP fonction fermeture NO	XS1-M12PA370D	-	XS1-M18PA370D	-
NNP fonction fermeture NO	XS1-M12NA370D	-	XS1-M18NA370D	-
PNP / NPN / NO / NC programmable	XS1-M12KP340D*	-	XS1-M18KP340D*	-
2 fils non polarisé NO	-	-	XS1-M18PA370	-

Limites de tension d'alimentation mini/maxi (V)	10...58 / *10...38	10...58 / *10...38	10...58 / *10...38	10...58 / *10...38
Courant commuté mini/maxi (mA)	0...200	0...200	0...200	0...200
Protection contre courts-circuits (★) sortie DEL (⊗)	★ / ⊗	★ / ⊗	★ / ⊗	★ / ⊗
Courant résiduel état ouvert (mA)	-	-	-	-
Tension de déchet état fermé (V) à I nominal	≤ 2	≤ 2	≤ 2 / * ≤ 2,6	≤ 2 / * ≤ 2,6
Fréquence de commutation (Hz)	5000	5000	2000	2000

### Détecteurs AC ou DC = / multi-tensions

Raccordements par câble PVC (2 m)

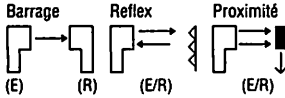
Dimensions (mm) D (diamètre) × L (longueur)	M12 × 50	M12 × 50	M18 × 60	M18 × 60
Références 2 fils AC non protégés CC fonction fermeture	XS1-M12FA260**	XS4-P12FA260**	XS1-M18FA260**	XS4-P18FA260**
2 fils AC/DC non protégés CC fonction fermeture	XS1-M12MA230	XS4-P12MA230	XS1-M18MA230	XS4-P18MA230
fonction ouverture	XS1-M12MB230	XS4-P12MB230	XS1-M18MB230	XS4-P18MB230

Limites de tension d'alimentation mini/maxi (V) 50-60 Hz	20...264	20...264	20...264	20...264
Courant de maintien commuté mini/maxi (mA)	5...200	5...200	5...300 AC / 5...200 DC	5...200
Signalisation de l'état de la sortie DEL (⊗)	⊗	⊗	⊗	⊗
Courant résiduel état ouvert (mA)	DC 24 V AC 120 V	≤ 0,8 ≤ 1,5	≤ 0,8 ≤ 1,5	≤ 0,8 ≤ 1,5
Tension de déchet état fermé (V) à I nominal	** ≤ 7 / ≤ 5,5	** ≤ 7 / ≤ 5,5	** ≤ 7 / ≤ 5,5	** ≤ 7 / ≤ 5,5
Fréquence de commutation (Hz) AC/DC	25 / 350	25 / 300	25 / 100	25 / 100

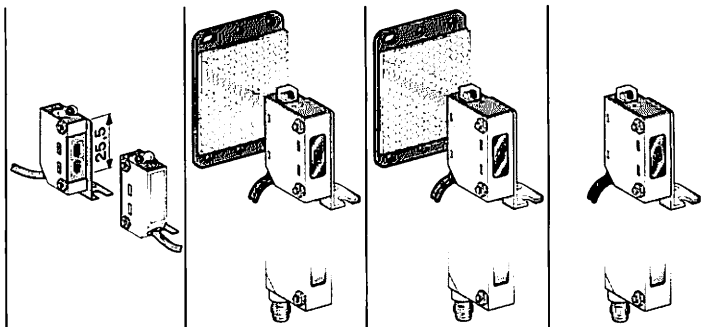
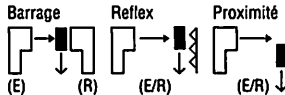
## Détection optique : détecteurs photo-électriques

Osiris productive  
plastique

Commutation claires Sortie active / Faisceau établi



Commutation sombre Sortie active / Faisceau établi



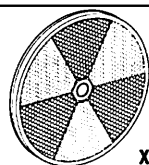
Système	Barrage	Reflex (réflecteur non fourni)	Reflex polarisé (réflecteur non fourni)	Proximité
Portée maxi / utile à 20 °C (m)	12 / 8	6 / 4	3 / 2	0,6 / 0,4
Fixation (mm)		directe : entr'axe 25,5 ou équerre : entr'axe 7,5 vis M3		
Boîtier M (métal) P (plastique)	P	P	P	P
Réglage de sensibilité par potentiomètre				
Assistance mise en œuvre par DEL	⊗	⊗	⊗	⊗
Gamme de température (°C)	-25 à +55	-25 à +55	-25 à +55	-25 à +55
Degré de protection (selon IEC 529)	IP 67	IP 67	IP 67	IP 67

### Détecteurs pour applications sur circuit à courant continu (sortie statique : transistor)

Raccordement par câble PVC (2 m)				
Dimensions (mm) H (hauteur) × l (largeur) × L (longueur)	34 × 27 × 12	34 × 27 × 12	34 × 27 × 12	34 × 27 × 12
Émetteur	XUM-LH0803	-	-	-
Récepteur ou E/R	3 fils PNP programmable claire / sombre	XUM-LH0854	XUM-LH0451	XUM-LH0259
	3 fils NPN programmable claire / sombre	XUM-LJ0854	XUM-LJ0451	XUM-LJ0259
Raccordement par connecteur M3				
Dimensions (mm) H (hauteur) × l (largeur) × L (longueur)	49 × 27 × 12	49 × 27 × 12	49 × 27 × 12	49 × 27 × 12
Émetteur	XUM-LH0803S	-	-	-
Récepteur ou E/R	3 fils PNP programmable claire / sombre	XUM-LH0854S	XUM-LH0451S	XUM-LH0259S
	3 fils NPN programmable claire / sombre	XUM-LJ0854S	XUM-LJ0451S	XUM-LJ0259S
Limites de tension mini/maxi (V) ondulation comprise	10...30	10...30	10...30	10...30
Courant commuté maxi (mA)	100	100	100	100
Protection contre courts-circuits (★)/DEL état de sortie (⊗)	★ / ⊗	★ / ⊗	★ / ⊗	★ / ⊗
Fréquence de commutation (Hz)	400	500	500	500
Sortie alarme	oui	non	non	non
Entrée test	non	non	non	non
Anti-interférence	non	non	non	non



XUZ-C24



XUZ-C80



XUZ-C50

Réflecteurs (mm)

Ø 16	XUZ-C16	Ø 39	XUZ-C39
Ø 21	XUZ-C21	Ø 80	XUZ-C80
24 × 21	XUZ-C24	50 × 50	XUZ-C50
Ø 31	XUZ-C31		

Fixation équerres (mm)

XUM connecteur	XUM câble
XUZ-A46	XUZ-A47



# 23

## Circuits électriques de puissance

### 1 Gérer l'énergie

Lors de l'approche fonctionnelle d'un système technique, nous avons relevé dans l'actigramme de niveau A0 la boîte *gérer l'énergie* (fig. 1). Si nous extrayons cette boîte, nous remarquons que la solution technique regroupe tous les préactionneurs (contacteurs, contacteurs-inverseurs) dans les cas les plus courants.

- Les consignes (c) de commande en provenance du traitement des données agissent sur les circuits de commande des contacteurs.
- Les données de réglage (R) sont relatives aux sécurités :
- valeur de la protection contre les courts-circuits ;
- valeur du courant de protection contre les surcharges.

Pour assurer l'ensemble des fonctions : sectionnement ; commande automatique ; protection contre les surcharges et courts-circuits.

On utilise, par exemple, la chaîne : sectionneur fusible + contacteur + relais thermique (fig. 2).

### 2 Sectionneur

#### 2.1. Fonction

Le sectionneur est destiné à interrompre la continuité d'un circuit dans un but de **sécurité** et pour faciliter les opérations de maintenance.

En conséquence :

- le sectionneur doit pouvoir être verrouillé en position d'ouverture, ou de fermeture ;
- il ne possède aucun pouvoir de coupure ; **il ne doit donc pas être manœuvré en charge.**

#### 2.2. Sectionneur porte-fusible

Il permet de réaliser deux fonctions :

- assurer l'isolement du circuit aval (coupure visible) ;
- supporter les cartouches porte-fusibles destinées à protéger l'installation contre les courts-circuits (fig. 3).

#### 2.3. Différents organes

##### a) Contacts principaux

Ils permettent d'assurer le sectionnement de l'installation (fig. 4) pour assurer la sécurité. Ils servent aussi de porte-fusibles (fig. 5).

##### b) Contacts auxiliaires

Ils permettent de couper l'alimentation du circuit de commande des contacteurs avant l'ouverture des pôles du sectionneur, ce qui évite la

#### OBJECTIF

Le dossier technique d'un équipement de productique ou de manutention est réalisé conformément à des textes normatifs et réglementaires. Il faut être capable de décoder et d'interpréter les schémas des circuits électriques de puissance avec leur repérage des fils et le marquage des appareils.

#### SAVOIRS TECHNOLOGIQUES

S 3.1 et S 3.2

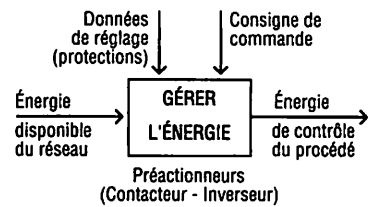


Fig. 1 : Actigramme de niveau A – 0.

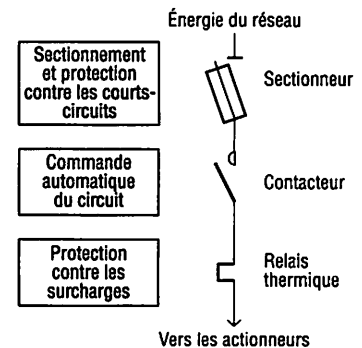


Fig. 2 : Fonctions pour gérer l'énergie.

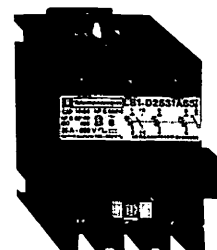


Fig. 3 : Sectionneur porte-fusible (Schneider).

coupure en charge. De même à la mise sous tension, le circuit de commande n'est fermé qu'après la fermeture des pôles principaux.

### c) Poignée de commande

Elle peut être verrouillée en position ouverte par un cadenas (sécurité).

## 2.4. Caractéristiques d'un sectionneur

Nombre de pôles principaux – Tension nominale d'emploi – Courant nominal thermique – Contacts auxiliaires – Caractéristiques des cartouches-fusibles – Nature de la commande.

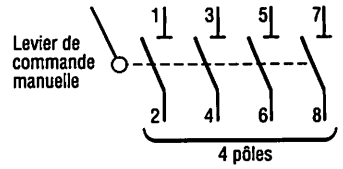


Fig. 4 : Sectionneur simple.

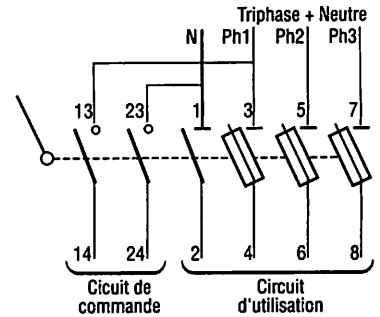


Fig. 5 : Sectionneur avec fusibles incorporés.

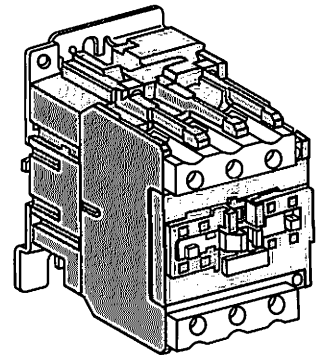


Fig. 6 : Contacteur tripolaire.

## 3 Contacteur

### 3.1. Fonctions (fig. 6 et 7)

C'est un appareil mécanique de connexion qui permet :

- de commander automatiquement l'ouverture ou la fermeture d'un circuit (2 fils ou 3 fils ou 4 fils) ;
- de séparer électriquement les circuits de commande et puissance ;
- d'assurer des verrouillages électriques, de détecter les coupures.

Associé à un relais thermique, il assure aussi la protection des moteurs, résistances... contre les surcharges.

### 3.2. Constitution (fig. 8)

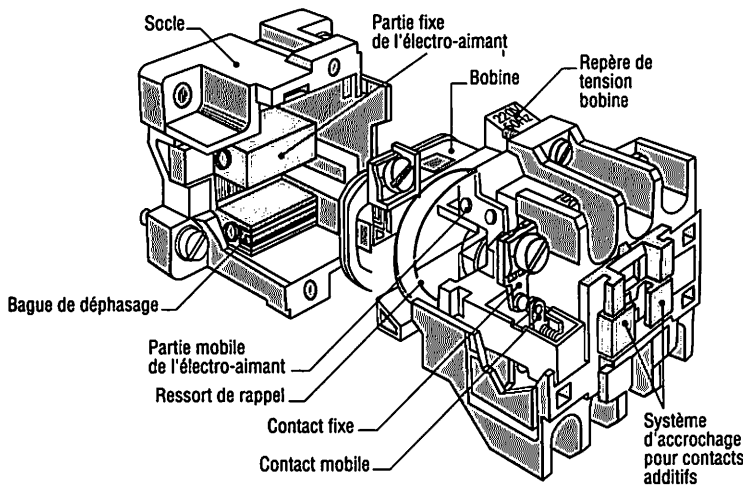


Fig. 8 : Vue éclatée d'un contacteur à translation.

Les blocs additifs sont essentiellement des contacts auxiliaires (fig. 9) à ouverture ou à fermeture, ou des contacts temporisés (fig. 10).

### 3.3. Caractéristiques

#### a) Circuit de puissance

- Le nombre de pôles : 2, 3 ou 4.
- Le courant d'emploi en général de 6 à 1 600 A.
- La tension assignée d'emploi de 500 à 1 000 V.
- Le pouvoir de coupure en général de 8 à 12 fois le courant d'emploi.

#### b) Circuit de commande

- Il est caractérisé par la tension d'alimentation de la bobine (de 12 à 660 V) et la consommation de la bobine (de 7 à 100 VA).

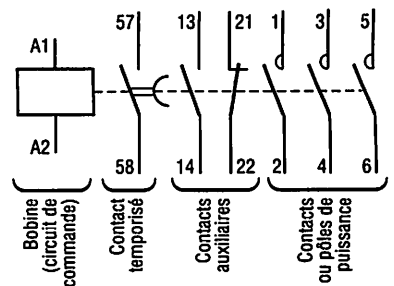


Fig. 7 : Symbole d'un contacteur.

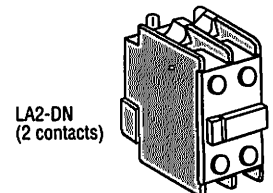


Fig. 9 : Contacts auxiliaires.

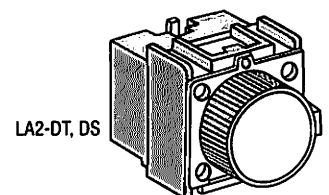


Fig. 10 : Contact temporisé.

**c) Caractéristiques autres**

- Tension d'isolement, conformité aux normes, degré de protection...
- Durée de vie : c'est le nombre de cycles de manœuvres en millions de cycles (de 1 à 10 millions de cycles).

**4 Relais thermique**

**4.1. Fonctions**

Ces relais de protection sont destinés à la protection des circuits et des moteurs à courant alternatif contre les surcharges, les coupures de phase, les démarrages trop longs et les calages prolongés du moteur.

**4.2. Constitution (fig. 11)**

Ils mettent en œuvre une bilame formée de deux lames minces de métaux ayant des coefficients de dilatation différents. Elle s'incurve lorsque la température augmente (fig. 12) et la déformation actionne un contact auxiliaire à ouverture qui coupe le circuit de la bobine du contacteur.

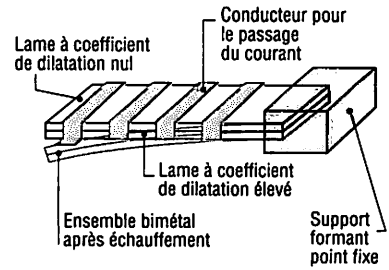


Fig. 12 : Élément bimétallique.

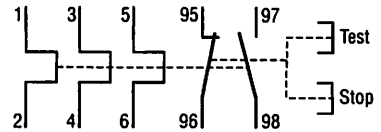


Fig. 13 : Symbole d'un relais thermique.

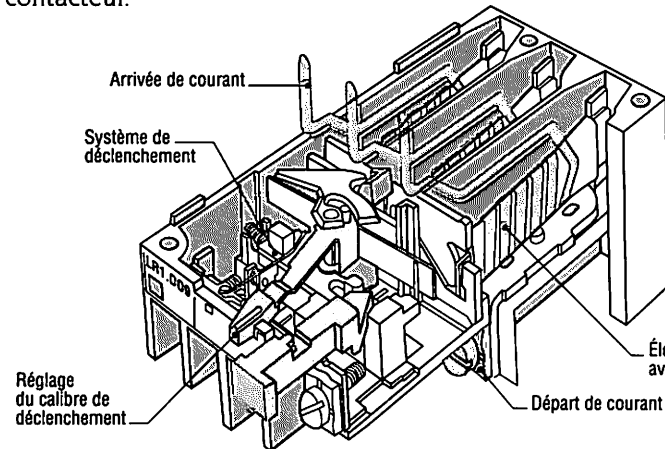


Fig. 11 : Vue éclatée d'un relais thermique (Télemécanique).

**4.3. Caractéristiques**

**a) Courbe de déclenchement**

C'est la courbe représentant le temps de déclenchement moyen en fonction des multiples de l'intensité de réglage (fig. 14 et 15).

On distingue 3 classes de courbes de déclenchement : normal (de 2 à 10 s), temporisé faible (de 6 à 20 s), temporisé fort (jusqu'à 30 s).

L'intensité minimale de déclenchement est égale en général à 1,15 fois l'intensité de réglage. Autrement dit, le relais thermique ne déclenche pas sous l'intensité de réglage, mais 1,15 fois  $I_{réglage}$ .

**b) Autres caractéristiques**

- Tension nominale d'isolement de 600 à 750 V.
- Tension nominale et courant des contacts auxiliaires.
- Compensation en température : en général de - 15 à + 45 °C.

Remarques :

Courbes de déclenchement : 3 courbes.

1. Fonctionnement équilibré, 3 phases à froid.
2. Fonctionnement sur 2 phases à froid.
3. Fonctionnement équilibré sur les 3 phases à chaud.

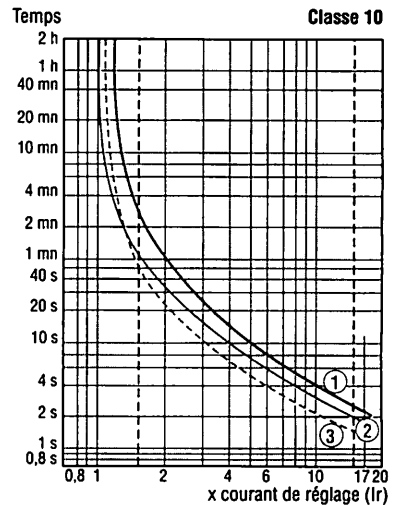


Fig. 14 : Courbes de déclenchement de relais thermique classe 10.

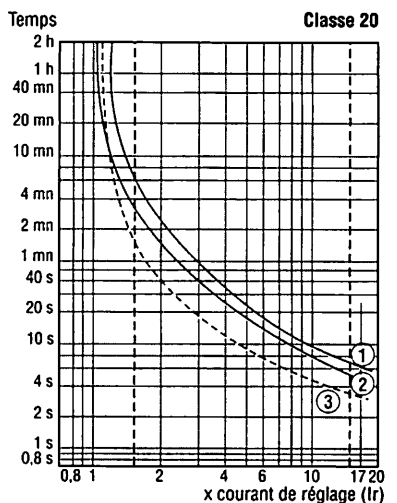


Fig. 15 : Courbes de déclenchement de relais thermique classe 20.

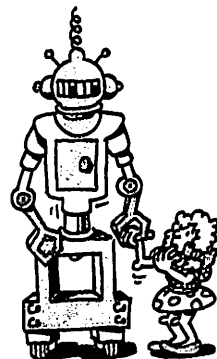
■ La partie « gérer l'énergie » dans l'analyse d'un système technique concerne souvent l'alimentation d'un moteur électrique triphasé. Elle comporte : un sectionneur, un contacteur, un relais thermique.

■ Le sectionneur permet d'isoler du secteur la partie de l'équipement en défaut. Il n'a pas de pouvoir de coupure. Il est situé en tête de l'équipement.

■ Le contacteur permet la commande à distance et reçoit ses ordres du traitement de l'information. Il possède deux circuits isolés l'un de l'autre : le circuit de commande et le circuit de puissance.

■ Le relais thermique permet d'assurer la protection des moteurs contre les surcharges, les coupures de phase, les démarrages trop longs et les calages prolongés du moteur.

■ Des fusibles incorporés au sectionneur permettent d'assurer la protection contre les courts-circuits.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies ou fausses.

1. Un sectionneur est destiné à ouvrir un circuit en cas de court-circuit.
2. Un sectionneur est destiné à assurer la sécurité des personnes.
3. Un sectionneur avec fusibles est destiné à couper le circuit en cas de court-circuit.
4. Les contacts auxiliaires permettent de couper le circuit de commande après l'ouverture par le sectionneur du circuit de puissance.
5. La caractéristique principale d'un sectionneur est le courant nominal thermique.
6. Le contacteur permet de commander automatiquement l'ouverture et la fermeture d'un circuit de puissance.
7. Les contacts auxiliaires d'un contacteur sont destinés à la protection contre les courts-circuits.
8. Le pouvoir de coupure d'un contacteur est en général de 100 fois le courant d'emploi.
9. Le circuit de commande est toujours alimenté avec la même tension que le circuit de puissance.
10. La durée de vie d'un contacteur s'exprime en années.
11. Un relais thermique est destiné à contrôler la température d'un contacteur.
12. La courbe de déclenchement d'un contacteur exprime le temps de fonctionnement du relais en fonction des multiples du courant de réglage.
13. Le courant de réglage est le courant pour lequel le relais thermique doit se déclencher.
14. L'intensité minimale de déclenchement est égale à 15 fois l'intensité absorbée par le moteur placé après le relais.
15. Une courbe de déclenchement de classe 30 correspond à un temps de déclenchement plus long que celle de classe 10.
16. Dans un schéma développé, les symboles d'un même appareil sont disposés de manière que chaque circuit puisse être facilement suivi.
17. Dans un schéma multifilaire on représente tous les fils par des traits indépendants.
18. Un contacteur ne peut être commandé par boutons-poussoir que d'un seul endroit.
19. Le repérage des bornes d'un appareil est réalisé selon la norme NF C 04-445.
20. Les trois phases d'un moteur sont repérées par les lettres U, V, W.

## RÉSOLUS

La plaque signalétique d'un moteur triphasé porte les indications suivantes : puissance 4 kW tension 380/400 V intensité nominale 8,5 A vitesse 1 450 tr/min.

1. Quelle référence de sectionneur peut convenir pour ce moteur ? Donnez les dimensions des fusibles.

**Solution :** D'après la fiche de documentation (p. 228) on utilise un sectionneur 25 A réf. LS 1 D 25 31 A 65. On l'équipe avec des cartouches fusibles de dimension  $10 \times 38 \text{ mm}$  (10 mm de diamètre, 38 mm de longueur).

2. Indiquez la référence du contacteur sachant que son circuit de commande est alimenté en 230 V.

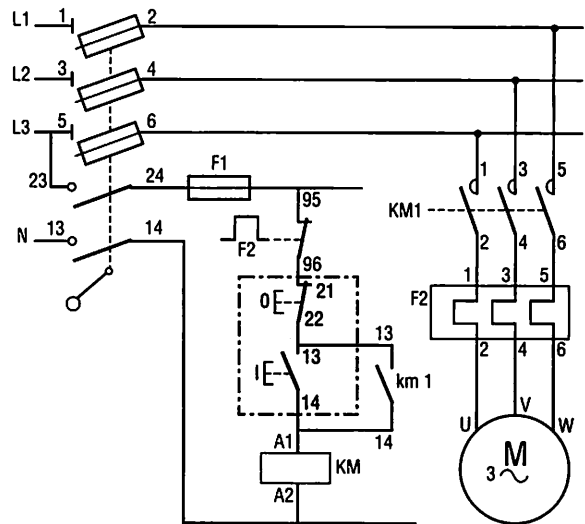
**Solution :** D'après la fiche de documentation (p. 229) on choisit un contacteur tripolaire réf. LP 1-DO9 10 MD. MD indique une bobine de commande en 230 V. Il comporte un contact à fermeture pour l'auto-alimentation.

3. Indiquez la référence du relais thermique de protection et le calibre des fusibles.

**Solution :** On choisit un relais thermique sur la fiche de documentation p. 230 dans la classe 10 (démarrage du moteur entre 2 et 10 s) : référence LR 2-D 1314 ; fusibles à associer : aM calibre 12 A.

4. Réalisez le schéma du circuit de commande (commande par bouton-poussoir marche et arrêt) et du circuit de puissance. Alimentation en triphasé 230/400 V.

**Solution :**



## À RÉSOUDRE

Le moteur de translation du système de traitement de surface porte sur sa plaque signalétique les indications suivantes : 7,5 kW - 1 450 tr/min - 230/400 V - 15,5 A.

1. Recherchez la référence du sectionneur qui convient pour alimenter le moteur précédent et indiquez les dimensions des cartouches fusibles.

2. Le moteur ci-dessus fonctionne dans deux sens de marche. Il est commandé par deux contacteurs montés en inverseur. Indiquez la référence des contacteurs qui conviennent.

3. Définissez le calibre des fusibles et du relais thermique qui protégeront le moteur ci-dessus.

4. Réalisez les schémas développés :

- du circuit de puissance ;
- du circuit de commande.

Dans les deux cas, utilisez le repérage dépendant.

5. Une cisaille électrique possédant un volant d'inertie met de 15 à 20 secondes pour démarrer. Sa puissance est de 25 kW, courant nominal 52 A en 380/400 V.

a) Définissez la référence du contacteur (calibre).

b) Donnez le calibre et les références des fusibles et du relais thermique.

6. Pour des raisons de surcharge, l'intensité absorbée par un moteur est 30 % plus élevée que la normale. Au bout de combien de temps le relais thermique déclenchera-t-il, en classe 10, en classe 20 ?

7. Sur un sectionneur on lit la référence GK1-EV. À l'aide de la fiche de documentation, précisez les caractéristiques de cet appareil.

8. Un relais thermique doit protéger un moteur triphasé de 5,5 kW 400 V. Ce moteur absorbe 16,5 A. Précisez la référence du relais thermique pour la classe 10, et pour la classe 20.

9. Un contacteur 32 A peut protéger un moteur triphasé alimenté sous 400 V. De quelle puissance ? Précisez sa référence, avec une bobine alimentée sous 48 V.

10. À quel courant de réglage correspond un relais thermique de référence LR2-D1521. Précisez le type de contacteur sur lequel il doit être monté, ainsi que le calibre du fusible aM d'accompagnement.

## Règles générales pour l'exécution des schémas

### 1. Définition d'un schéma

Un schéma électrique représente, à l'aide de symboles graphiques, les différentes parties d'un réseau, d'une installation, d'un équipement qui sont reliées et connectées fonctionnellement.

Un schéma de circuit doit :

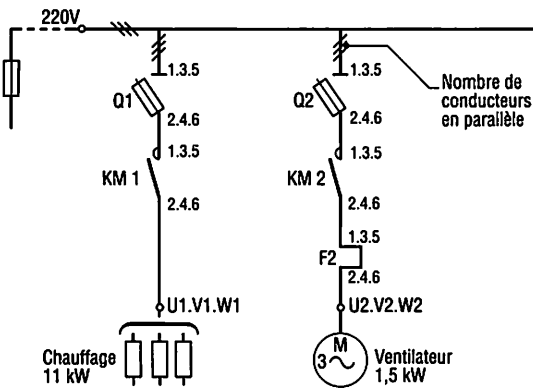
- expliquer le fonctionnement de l'équipement (il peut être accompagné de tableaux et de diagrammes) ;
- fournir les bases d'établissement des schémas de réalisation ;
- faciliter les essais et la maintenance.

### 2. Classification des schémas selon le mode de représentation

#### 2.1. Selon le nombre de conducteurs

##### a) Représentation unifilaire

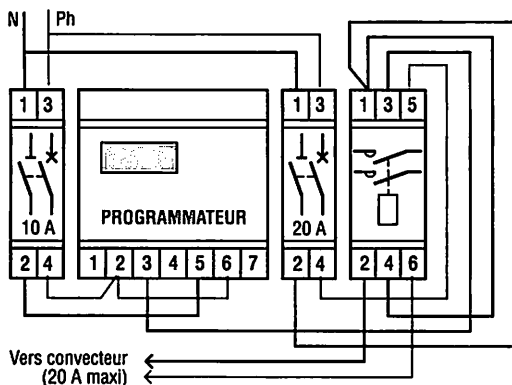
Deux ou plus de deux conducteurs sont représentés par un trait unique. Cette représentation est surtout utilisée en triphasé.



##### b) Représentation multifilaire

Chaque conducteur est représenté par un trait.

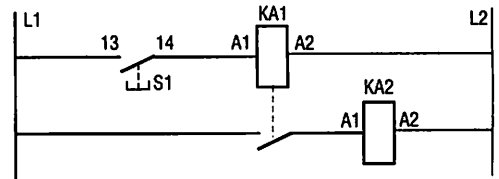
Exemple : contacteur inverseur triphasé, commandé par une boîte à bouton-poussoir.



#### 2.2. Selon l'emplacement des symboles

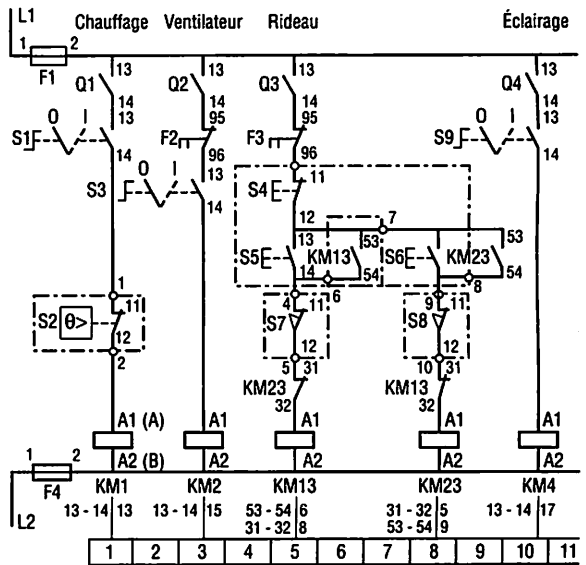
##### a) Représentation assemblée

Les symboles des différents éléments d'un même appareil, ou d'un même équipement, sont représentés juxtaposés sur le schéma.



##### b) Représentation développée

Les symboles des différents éléments d'un même appareil ou d'une même installation sont séparés et disposés de manière que le tracé de chaque circuit puisse être facilement suivi. C'est la tendance actuelle dans tous les schémas de circuit de commande.

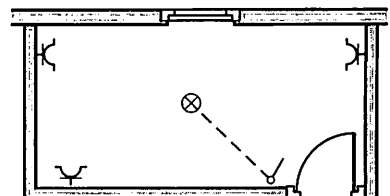


Remarque : l'alimentation faite par les lignes L1 et L2 peut être disposée indifféremment dans le sens vertical ou dans le sens horizontal.

#### 2.3. Représentation topographique

La représentation des symboles rappelle la disposition réelle des matériels dans l'espace.

Exemple : schémas ou plans architecturaux, schéma des réseaux.



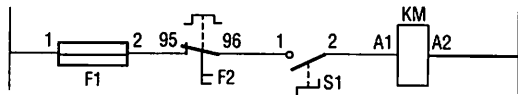
## Circuit de commande d'un contacteur

La commande d'un contacteur étant électrique, on distingue deux circuits :

- le circuit de commande de l'électro aimant ;
- le circuit de puissance, analogue au circuit commandé par un interrupteur.

### 1. Commande manuelle par interrupteur

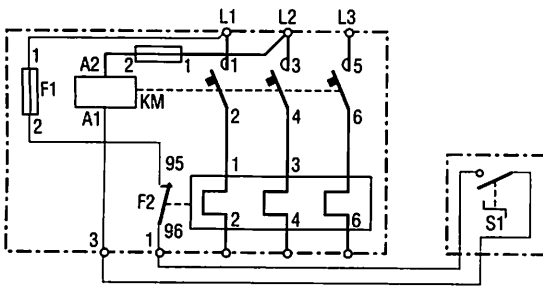
#### 1.1. Schéma du circuit de commande



#### 1.2. Fonctionnement

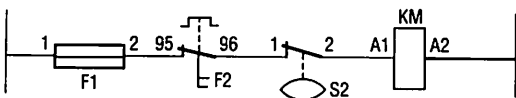
La fermeture du contacteur KM est obtenue quand on ferme l'interrupteur S1.

#### 1.3. Schéma multifilaire



### 2. Commande automatique par capteur

#### 2.1. Schéma du circuit de commande



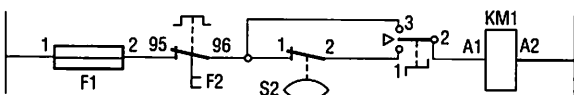
#### 2.2. Fonctionnement

Le capteur S2 est un détecteur de niveau. Lorsque le niveau monte dans un réservoir, on coupe le contacteur KM qui arrête la pompe. Lorsque le niveau redescend, la pompe est remise en marche.

#### 2.3. Marche manuelle ou automatique

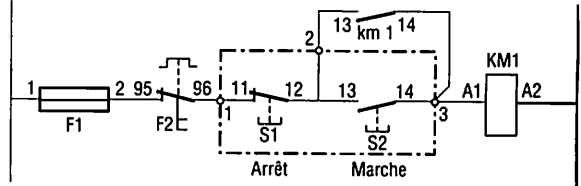
Le commutateur S1 permet de sélectionner :

- position 1 : marche automatique capteur S2 ;
- position intermédiaire : arrêt ;
- position 3 : marche manuelle, ou forcée.



### 3. Commande par boutons-poussoirs

#### 3.1. Schéma du circuit de commande

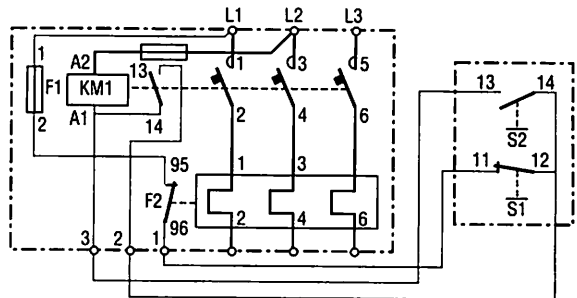


#### 3.2. Fonctionnement

L'appuie sur S2 alimente la bobine KM1 qui ferme le contact km1 d'auto-alimentation du contacteur ; le circuit est coupé en appuyant sur S2 qui ouvre le circuit d'auto-alimentation et le contacteur KM1 retombe. C'est la fonction mémoire.

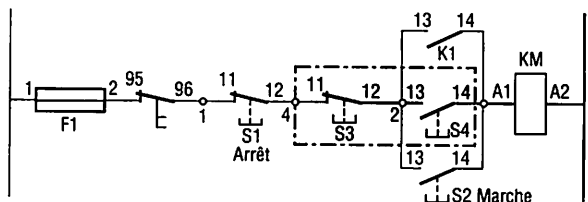
#### 3.3. Schéma multifilaire

On l'appelle aussi commande 3 fils. En cas de coupure de courant le contacteur se déclenche. Il faudra une nouvelle action sur le bouton marche pour enclencher le contacteur.



### 4. Commande de deux endroits différents

#### 4.1. Schéma du circuit de commande

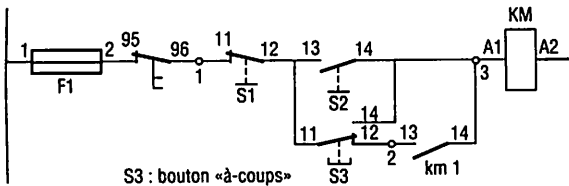


#### 4.2. Fonctionnement

Par rapport au montage précédent, les boutons arrêt sont montés en série : S1 - S3. Les boutons marche sont montés en parallèle S2 - S4.

## 5. Commande par « à-coups »

Pour éviter d'appuyer alternativement sur marche puis sur arrêt (par exemple pour une commande de grue), on souhaite que le moteur tourne quand on appuie sur un bouton et qu'il s'arrête quand on relâche ce même bouton.

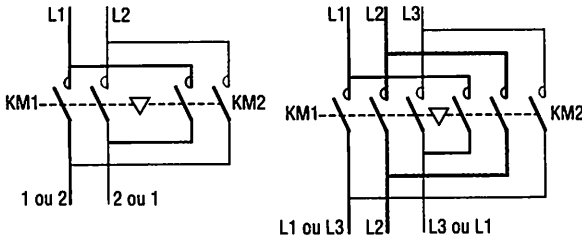


## 6. Discontacteur inverseur

Pour inverser le sens de rotation des moteurs, il faut inverser les polarités de l'alimentation.

Pour obtenir ce fonctionnement, on utilise deux contacteurs, l'un pour la marche avant, KM1, l'autre pour la marche arrière, KM2.

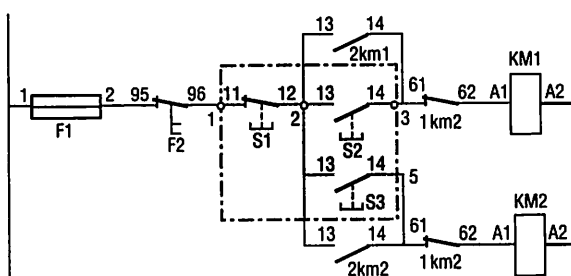
En triphasé, on inverse seulement deux phases.



On doit obligatoirement interdire la fermeture simultanée de K1 et K2, ce qui entraînerait un court-circuit. Pour éviter ce risque, on réalise un **verrouillage mécanique** entre les armatures mobiles des contacteurs, symbolisé par un triangle sur la liaison mécanique.

## 7. Inverseur commandé par boutons-poussoirs

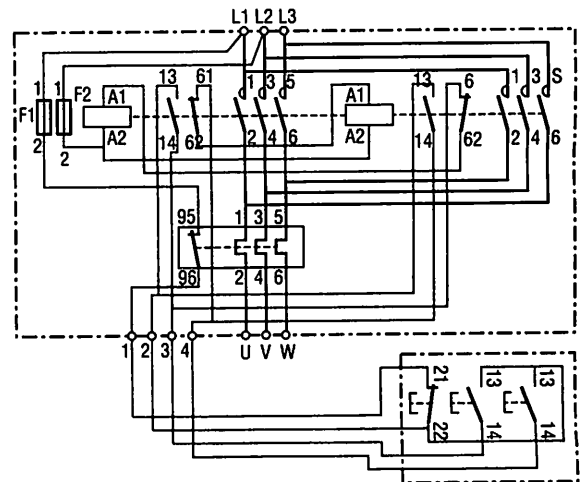
### a) Schéma du circuit de commande



## b) Fonctionnement

Le bouton arrêté S1 est commun. Le contact S2 commande la marche dans un sens, S3 la marche dans l'autre sens. De plus, on rencontre les contacts d'auto-alimentation 2 km1 et 2 km2 et les contacts de verrouillage électrique 1 km1 et 1 km2.

## c) Schéma multifilaire

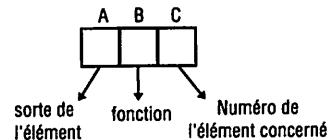


Nota : ce type de schéma devient rapidement illisible.

## 8. Identification des éléments

On désigne par élément un tout indissociable, par exemple un contacteur, un sectionneur ou un bouton-poussoir.

### a) Principe de l'identification



### b) Partie A

Les sortes d'éléments sont désignées par des lettres de l'alphabet de A à Z, selon le tableau :

A	Ensemble	M	Moteurs
C	Condensateur	Q	Appareils mécaniques de connexion
F	Dispositif de protection	R	Résistances
G	Générateurs	S	Contacts de circuits de commande
H	Dispositif signalisation	T	Transformateurs
K	Relais, contacteurs	X	Bornes, fiches, socles
L	Inductance		

### c) Partie fonction

La diversité des fonctions rend impossible la création d'un code complet. En général on utilise la première lettre de la fonction considérée.

Exemple : K pour relais  
A pour fonction auxiliaire.



### d) Partie C

Numéro de l'élément concerné de 1, 2, 3... n.

*Exemple* : KM2 = 2<sup>e</sup> contacteur de commande de moteur.

*Remarque* : Dans la norme, la fonction et le numéro de l'élément sont inversés, mais sur les schémas on rencontre plutôt la disposition :

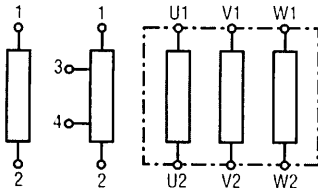
Sorte – Fonction – Numéro.

## 9. Marquage des bornes

Tous les appareils électriques doivent avoir des repères affectés à chacune des bornes (lettres et chiffres). Les règles de marquage sont données par la norme NF C 04-445.

### 9.1. Éléments simples

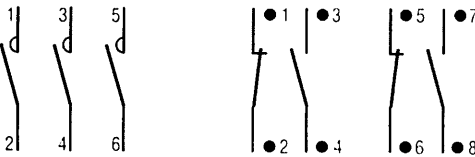
Les deux extrémités sont repérées par des chiffres successifs, les points intermédiaires étant numérotés à la suite.



### 9.2. Contacts

#### a) Contacts principaux

Les bornes sont repérées par un seul chiffre de 1 à 6 (tripolaire), de 1 à 8 (tétrapolaire).



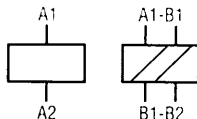
#### b) Contacts auxiliaires

Ils sont repérés par un nombre de deux chiffres. Le chiffre des unités indique la fonction du contact :

- 1-2, contact à ouverture ;
- 3-4, contact à fermeture ;
- 5-6, 7-8, contacts à fonctionnement spécial. Le chiffre des dizaines indique le numéro d'ordre de chaque contact auxiliaire de l'appareil.

#### c) Organes de commande

On utilise A1 et A2. Pour deux enroulements A1-A2 et B1-B2.



### 9.3. Marquages particuliers

Ils concernent les bornes raccordées à des conducteurs bien définis :

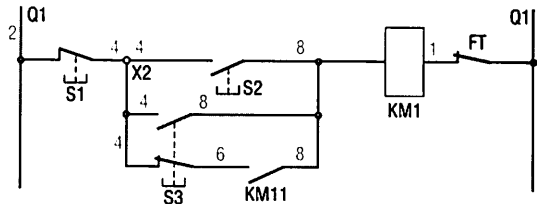
<b>Réseau alternatif</b>		
Phase 1	L1	Phase 2 V
Phase 2	L2	Phase 3 W
Phase 3	L3	Conducteur de protection PE
Neutre	N	Terre E
<b>Appareil alternatif</b>		
Phase 1	U	fil positif L +
		fil négatif L -

## 10. Repérage des conducteurs

La nécessité d'avoir à suivre les circuits pour les essais, la mise en service, la maintenance des installations et équipements oblige à repérer les conducteurs (NF C 04-200).

### 10.1. Repérage indépendant

Les conducteurs ont des repères indépendants des bornes qu'ils relient.

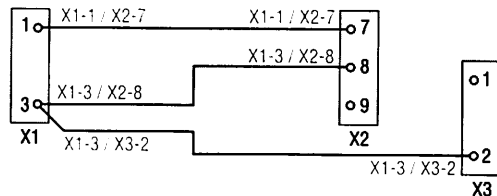


#### Inconvénients

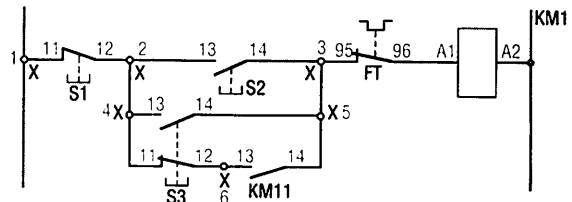
- Quand plusieurs fils arrivent à une borne, les repères sont tous identiques et il n'est pas possible de savoir d'où ils viennent.
- Plusieurs dispositions de câblages sont possibles à partir du schéma développé.

### 10.2. Repérage dépendant

C'est un procédé d'identification des conducteurs qui utilise les marques des bornes auxquelles ils sont raccordés. Le repérage des conducteurs est dépendant des bornes tenantes et aboutissantes.

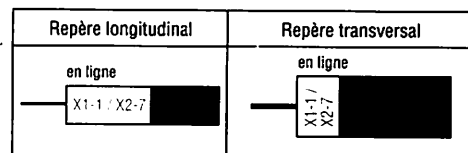


- Ce repérage permet l'identification des conducteurs lorsqu'ils ont été débranchés.
- Le câblage peut s'effectuer directement à partir du schéma développé : il suffit de reporter les repères de toutes les bornes des éléments.



### 10.3. Disposition du marquage

Les repères disposés longitudinalement ou transversalement sur les conducteurs indiquent le marquage des bornes tenantes et aboutissantes.



## Sectionneurs porte-fusibles

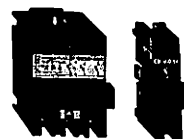
Blocs nus

+ Dispositifs de commande

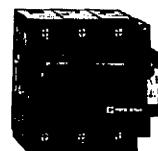
Tripolaires (avec 1 ou 2 contacts auxiliaires)



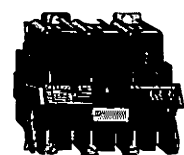
LS1-D2531A65



LS1-D2531A65 + LA8-D254



GK1-EK



DK1-FB23



DK1-FA001



DK1-GB23



DK1-FB005

Ith avec broches	1 contact de pré coupure				Poignée latérale	
	Dispositif contre la marche en monophasé					
	sans		avec (1)			
Référence	Masse kg	Référence	Masse kg	Référence	Masse kg	
25 A 10 x 38	LS1-D2531A65 (2)	0,240	-	-	-	-
50 A 14 x 51	GK1-EK (3)	0,430				
			GK1-EV (3)	0,470		
80 A 22 x 58	DK1-FB23	1,200	DK1-FB28	1,200	DK1-FA001	0,050
125 A 22 x 58	DK1-GB23	1,250	DK1-GB28	1,250	DK1-FA001	0,050
200 A Taille 0	DK1-HC23	3,300	DK1-HC28	3,300	DK1-HC001	0,850
315 A Taille 1	DK1-JC23	3,700	DK1-JC28	3,700	DK1-JC001	0,900
500 A Taille 2	DK1-KC23	4,200	DK1-KC28	4,200	DK1-JC001	0,900

Tétrapolaires (avec 1 ou 2 contacts auxiliaires de pré coupcontacteur)

25 A 10 x 38	LS1-D2531A65 (2)	0,240	-	-	-	-
	LA8-D254	0,065				
50 A 14 x 51	GK1-EM (4)	0,570				
			GK1-EY (4)	0,600		
80 A 22 x 58	DK1-FB24	1,650	DK1-FB29	1,650	DK1-FA001	0,040
125 A 22 x 58	DK1-GB24	1,700	DK1-GB29	1,700	DK1-FA001	0,040
200 A Taille 0	DK1-HC24	4,000	DK1-HC29	4,000	DK1-HC001	0,850
315 A Taille 1	DK1-JC24	4,600	DK1-JC29	4,600	DK1-JC001	0,900
500 A Taille 2	DK1-KC24	5,500	DK1-KC29	5,500	DK1-JC001	0,900

(1) Ces sectionneurs sont à équiper de cartouches fusibles à percuteur.

(2) Encliquetage direct sur un profilé largeur 35 mm. Fixation à entraxe de 110 mm avec platine DX1-AP26.

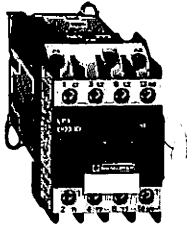
(3) Encliquetage direct sur un profilé largeur 35 mm.

(4) Tripolaire + Neutre et encliquetage direct sur un profilé largeur 35 mm ou platine Telequick®.

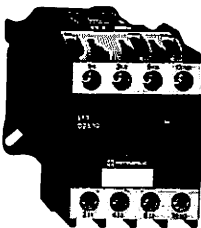
# Contacteurs tripolaires de 9 à 780 A

pour commande de moteurs (de 9 à 780 A en AC-3)

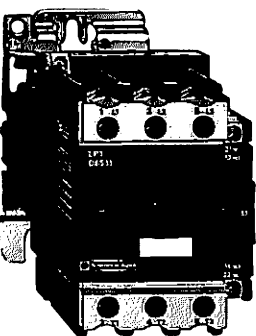
pour commande de circuits de distribution (de 25 à 1600 A en AC-1)



LP1-D0910..



LP1-D2510..



LP1-D6511..

Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3							Courant assigné d'emploi en		Contacts auxiliaires Instantanés		Référence de base à compléter par le repère de la tension <sup>(2)</sup>		Masse		
220V	380V	440V	415V	440V	500V	660V	AC-3	en AC-1	1	1	Fixation <sup>(1)</sup>		Tensions usuelles	kg	
230V	400V	415V	440V	500V	690V	440 V	θ < 40 °C	jusqu'à							
kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	A	A							
2,2	4	4	4	5,5	5,5	9	25	1	-			LP1-D0910..	BD ED FD	0,580	
									-	1		LP1-D0901..	BD ED FD	0,580	
3	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5	12	25	1	-			LP1-D1210..	BD ED FD	0,580	
									-	1		LP1-D1201..	BD ED FD	0,580	
4	7,5	9	9	10	10	18	32	1	-			LP1-D1810..	BD ED FD	0,600	
									-	1		LP1-D1801..	BD ED FD	0,600	
5,5	11	11	11	15	15	25	40	1	-			LP1-D2510..	BD ED FD	0,850	
									-	1		LP1-D2501..	BD ED FD	0,850	
7,5	15	15	15	18,5	18,5	32	50	1	-			LP1-D3210..	BD ED FD	0,880	
									-	1		LP1-D3201..	BD ED FD	0,880	
11	18,5	22	22	22	30	40	60	1	1			LP1-D4011..	BD ED FD	2,100	
15	22	25	30	30	33	50	80	1	1			LP1-D5011..	BD ED FD	2,120	
18,5	30	37	37	37	37	65	80	1	1			LP1-D6511..	BD ED FD	2,160	
22	37	45	45	55	45	80	125	1	1			LP1-D8011..	BD ED FD	2,220	
													Contacteurs livrés sans bobine <sup>(3)</sup>		
													Référence complète		
30	55	59	59	75	90	115	200	-	-			LC1-F115		3,000	
40	75	80	80	90	110	150	250	-	-			LC1-F150		3,000	
55	90	100	100	110	132	185	275	-	-			LC1-F185		4,100	
75	132	140	140	160	200	265	350 <sup>(4)</sup>	-	-			LC1-F265		6,700	

**Nota :**

(1) Pour LP1-D09 à D25 : par encliquetage sur profilé  $\Gamma$  de 35 mm AM1-DP. Pour LP1-D40 à D80 : par encliquetage sur profilé  $\Gamma$  de 75 mm AM1-DL. Pour LC1-F : par vis.

Bornes puissance : LP1-D09 à D80 protégées contre le toucher et vis maintenues desserrées. LC1-F115 à F630 : à protéger éventuellement par adjonction de capots, à commander séparément (voir page 2/138). LC1-F780, non protégées.

(2) Tensions du circuit de commande existantes (délai variable, consulter notre agence régionale).

Volts	12	24	36	48	60	72	110	125	220	250	440
U de 0,6 à 1,1 Uc	JD	BD	CD	ED	ND	SD	FD	GD	MD	UD	RD
U de 0,7 à 1,25 Uc <sup>5</sup>	JW	BW	CW	EW	-	SW	FW	-	MW	-	-

(5) Pour LP1D09 à D65 : de 0,75 à 1,2 Uc.

Autres tensions entre 12 et 440 V, consulter notre agence régionale.

(3) Commander la bobine séparément.

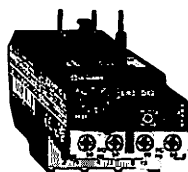
(4) I en AC-3 selon IEC 158-1.

## Relais tripolaires de protection thermique

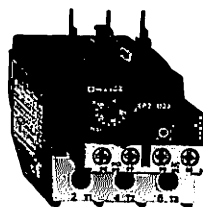
pour la protection des moteurs  
Compensés et différentiels, à réarmement manuel ou automatique

### Relais de protection thermique à associer à des fusibles

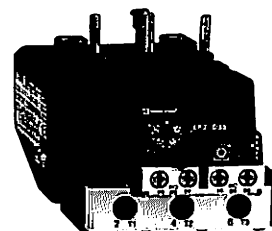
Zone de réglage du relais	Fusibles à associer au relais choisi			Pour montage sous contacteur LC1, LP1	Référence
	Type	aM	gG		
<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>		
<b>Classe 10<sup>1</sup></b>					
0,10 - 0,16	0,25	2	-	D09 - D32	LR2-D1301
0,16 - 0,25	0,5	2	-	D09 - D32	LR2-D1302
0,25 - 0,40	1	2	-	D09 - D32	LR2-D1303
0,40 - 0,63	1	2	-	D09 - D32	LR2-D1304
0,63 - 1	2	4	-	D09 - D32	LR2-D1305
1 - 1,6	2	4	6	D09 - D32	LR2-D1306
1,25 - 2	4	6	6	D09 - D32	LR2-D13X6
1,6 - 2,5	4	6	10	D09 - D32	LR2-D1307
2,5 - 4	6	10	16	D09 - D32	LR2-D1308
4 - 6	8	16	16	D09 - D32	LR2-D1310
5,5 - 8	12	20	20	D09 - D32	LR2-D1312
7 - 10	12	20	20	D09 - D32	LR2-D1314
9 - 13	16	25	25	D12 - D32	LR2-D1316
12 - 18	20	35	32	D18 - D32	LR2-D1321
17 - 25	25	50	50	D25 - D32	LR2-D1322
23 - 32	40	63	63	D25 - D32	LR2-D2353
28 - 36	40	80	80	D32	LR2-D2355
17 - 25	25	50	50	D40 - D95	LR2-D3322
23 - 32	40	63	63	D40 - D95	LR2-D3353
30 - 40	40	100	80	D40 - D95	LR2-D3355
37 - 50	63	100	100	D50 - D95	LR2-D3357
48 - 65	63	100	100	D50 - D95	LR2-D3359
55 - 70	80	125	125	D65 - D95	LR2-D3361
63 - 80	80	125	125	D80 - D95	LR2-D3363
80 - 93	100	160	160	D95	LR2-D3365
<b>Classe 20<sup>1</sup></b>					
2,5 - 4	6	10	16	D09 - D32	LR2-D1508
4 - 6	8	16	16	D09 - D32	LR2-D1510
5,5 - 8	12	20	20	D09 - D32	LR2-D1512
7 - 10	16	20	25	D09 - D32	LR2-D1514
9 - 13	16	25	25	D12 - D32	LR2-D1516
12 - 18	25	35	40	D18 - D32	LR2-D1521
17 - 25	32	50	50	D25 - D32	LR2-D1522
23 - 32	40	63	63	D25 - D32	LR2-D2553
17 - 25	32	50	50	D40 - D95	LR2-D3522
23 - 32	40	63	63	D40 - D95	LR2-D3553
30 - 40	50	100	80	D40 - D95	LR2-D3555
37 - 50	63	100	100	D50 - D95	LR2-D3557
48 - 65	80	125	100	D50 - D95	LR2-D3559
55 - 70	100	125	125	D65 - D95	LR2-D3561
63 - 80	100	160	125	D80 - D95	LR2-D3563



LR2-D13..



LR2-D23..



LR2-D33..

(1) La norme IEC 947-4 définit la durée du déclenchement à 7,2 fois le courant de réglage  $I_R$  :

Classe 10 : comprise entre 2 et 10 secondes.

Classe 20 : comprise entre 6 et 20 secondes.

# 24

## Équipements pneumatiques

### 1 Énergie pneumatique

L'énergie pneumatique utilise l'air comprimé comme fluide pour le transport de l'énergie, et sa transformation en énergie mécanique.

#### 1.1. Caractéristiques de l'air comprimé

L'air comprimé est obtenu par un compresseur d'air entraîné par un moteur électrique. L'air aspiré dans l'atmosphère est comprimé dans un réservoir sous pression d'où partent des canalisations.

La pression de l'air s'exprime en bar ; c'est la pression exercée par une force de 1 daN (décanewton) sur une surface de 1 cm<sup>2</sup>.

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ daN/cm}^2$$

Exemple :

- Pression de l'air dans un réseau : de 4 à 6 bars.
- Pression dans les pneumatiques d'automobile : 2 bars.

#### 1.2. Réseau de distribution d'air (fig. 1)

Il comporte à l'entrée un filtre et un groupe motocompresseur assurant la mise en pression. Le réservoir sert à accumuler l'air sous pression. Il est muni d'une soupape de sécurité, d'un manomètre et d'un pressostat ainsi que d'un robinet de purge. Les dérивations sur la conduite principale sont situées à la partie haute pour ne pas recevoir des impuretés et de l'eau.

#### 1.3. Conditionnement de l'air

Il faut, avant d'utiliser l'air, le filtrer, l'assécher, le graisser, et le réguler.

##### a) Filtre (fig. 2 et 3)

Il assure l'élimination de l'humidité et doit recueillir toutes les impuretés contenues dans l'air comprimé. L'air, sous l'effet centrifuge, projette les particules solides le long de la cuve ainsi que l'eau qu'il contient.

##### b) Graisseur d'air (fig. 4 et 5)

Il permet de pulvériser un brouillard d'huile qui est véhiculé par l'air comprimé afin de graisser les vérins et les distributeurs.

#### OBJECTIFS

Pour être capable d'installer un vérin pneumatique, de brancher un distributeur à commande électrique, il faut connaître la structure d'un système de distribution pneumatique et la mise en œuvre des vérins pneumatiques à commande pneumatique ou électrique.

#### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 2.7

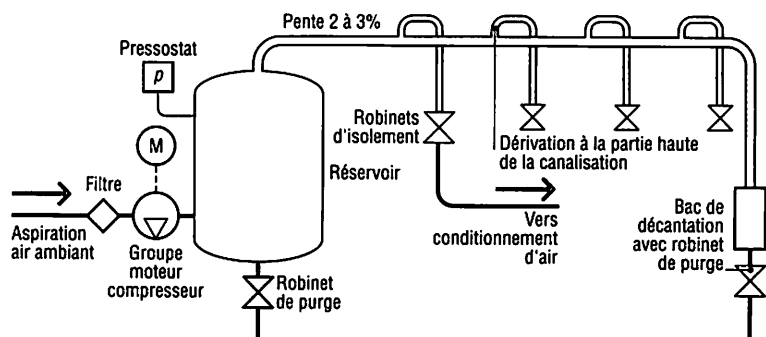


Fig. 1 : Réseau de distribution d'air comprimé.

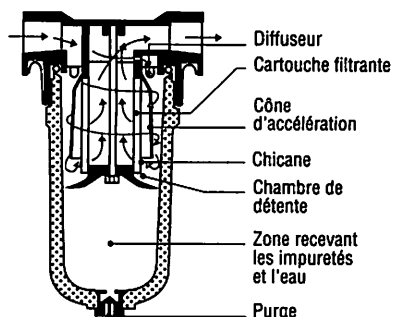


Fig. 2 : Filtre d'air.

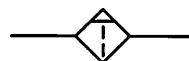


Fig. 3 : Symbole d'un filtre à air.

### c) Mano-détendeurs (fig. 6)

Ce sont des appareils qui permettent d'obtenir, à partir d'une pression d'entrée variable, une pression de sortie stable pour un débit déterminé. Ils sont munis d'un réglage de la pression, lue sur un manomètre.

Le plus souvent, ces trois appareils se présentent sous la forme d'un ensemble monobloc appelé ensemble de conditionnement d'air (fig. 7).



Fig. 5 : Symbole d'un graisseur d'air (norme CETOP).

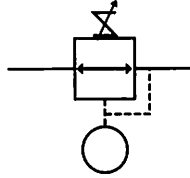


Fig. 6 : Symbole mano-détendeur.

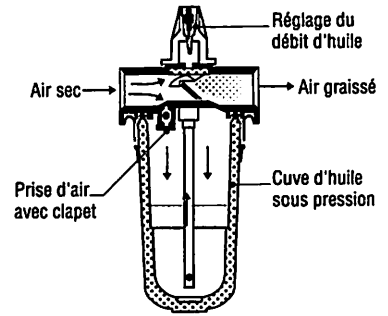


Fig. 4 : Graisseur d'air.

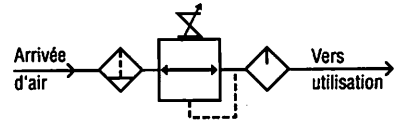


Fig. 7 : Bloc de conditionnement d'air.

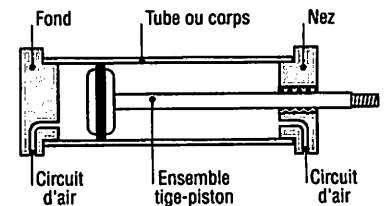


Fig. 8 : Vérin double effet (coupe).

## 2 Les vérins

### 2.1. Constitution

Les vérins transforment l'énergie pneumatique en énergie mécanique. Ils sont munis d'un piston avec une tige qui se déplacent librement à l'intérieur d'un tube. Un ou deux orifices permettent l'admission d'air ou son échappement (fig. 8).

### 2.2. Vérin simple effet (fig. 9)

Un seul orifice : le vérin simple effet ne reçoit de l'air que dans un sens. Le retour à la position d'origine s'effectue sous l'effet d'un ressort.

### 2.3. Vérin double effet (fig. 8)

Deux orifices : le vérin doit recevoir une pression alternativement sur une face, ou sur l'autre face, pour faire rentrer ou sortir la tige.

### 2.4. Caractéristiques d'un vérin

La longueur du mouvement à effectuer définit la *course* du vérin.

Le diamètre est lié à la force à exécuter au cours du mouvement. La poussée théorique d'un vérin dépend de la surface du piston  $S$  et de la pression de l'air  $P$ .

$$F = P \times S$$

$F$  : Force (daN)  
 $P$  : Pression (bars)  
 $S$  : Surface du piston (cm<sup>2</sup>)

Les longueurs des courses sont normalisées en mm  
 25-40-50-80-100-125-160-200-250-320

- à partir du diamètre 50 : 400 mm.
- à partir du diamètre 80 : 400 à 500 mm.

### 2.5. Amortissement

Pour éviter un choc en fin de course du piston contre le nez ou le fond, on réalise un amortissement en freinant l'air en fin de course.

### 2.6. Capteurs implantés sur les vérins

Disposés sur les vérins, les capteurs permettent de mieux contrôler les mouvements, ce sont des capteurs magnétiques de position, des capteurs de pression. Ils donnent des informations sur l'état du vérin.

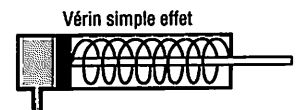


Fig. 9 : Vérin simple effet.

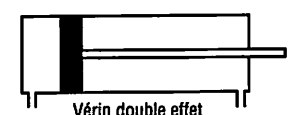
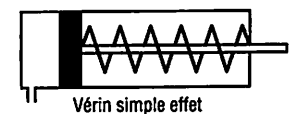


Fig. 10 : Symboles des vérins.

Tableau 1 : Vérins normalisés

Diamètre du piston	Diamètre de la tige	Orifice	Effort (daN) pression 5 bars	
			sortie	rentrée
32	12	1/8"	20	17
40	16	1/4"	32	25
50	20	1/4"	50	43
63	20	3/8"	78	68
80	25	3/8"	125	116
100	25	1/2"	196	180

## 3 Distributeurs

### 3.1. Fonction

Les distributeurs pneumatiques ont pour fonction de distribuer le fluide dans des canalisations qui aboutissent aux chambres des vérins. Ils jouent le même rôle que les contacteurs pour l'alimentation des moteurs.

### 3.2. Constitution (fig. 11)

Un coulisseau ou tiroir en se déplaçant dans le corps du distributeur permet de fermer ou d'ouvrir des orifices par où circule l'air.

### 3.3. Différents types de distributeurs

#### a) Distributeur 2 voies

Il permet d'alimenter une canalisation et d'en assurer la mise à l'échappement. Il est utilisé pour alimenter un vérin simple effet (fig. 11 et 12).

#### b) Distributeur 4 ou 5 voies

Ce distributeur permet d'alimenter deux canalisations et d'en assurer la mise à l'échappement. Il commande les vérins double effet. Il possède 2 positions mais peut avoir 4 orifices (fig. 15) ou 5 orifices (fig. 16). (2 sorties, 1 mise en pression et un ou 2 orifices d'échappement).

### 3.4. Représentation (fig. 13)

- La représentation s'effectue par des cases. Il y a autant de cases que de positions. À l'intérieur des cases on représente les voies de passage pour chacune des positions.
- Le raccordement des tuyauteries se représente sur la case symbolisant l'état de repos du distributeur. Pour expliquer le fonctionnement, ce sont les cases qui se déplacent devant les canalisations, et non l'inverse.

### 3.5. Mode de commande (fig. 14)

Le pilotage ou la commande d'un distributeur peut s'effectuer de différentes façons : manuelle, pneumatique, électrique, mécanique. Les symboles permettent de reconnaître les modes de commande.

### 3.6. Caractéristiques

- Nombre de voies : 2, 3, 4 ou plus.
- Nombre de positions : 2, 3 (3<sup>e</sup> position = arrêt central).
- Mode de commande (fig. 15 et 16).
- Diamètre de passage ou dimensions des orifices.

### 3.7. Mini-distributeurs et mini-vérins

Sur une machine automatisée, les sorties de l'équipement de commande sont souvent électriques ou électroniques. Pour commander des actionneurs pneumatiques, on fait correspondre des interfaces modulaires électropneumatiques qui peuvent même alimenter des microvérins.

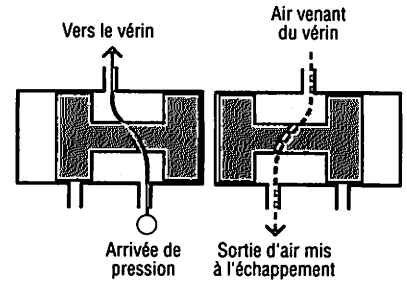


Fig. 11 : Principe de fonctionnement d'un distributeur avec deux voies.

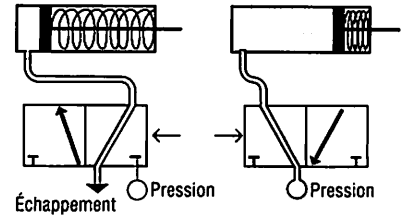


Fig. 12 : Commande d'un vérin simple effet par un distributeur 3/2.

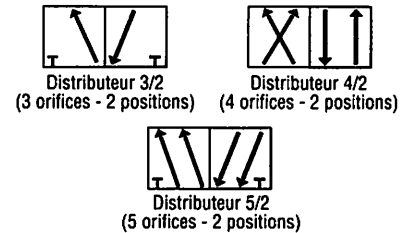


Fig. 13 : Symboles des distributeurs.

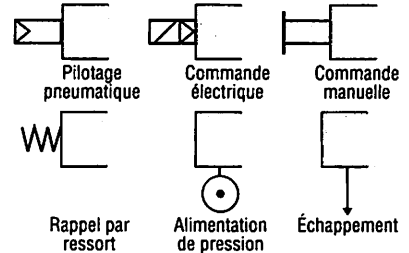


Fig. 14 : Symboles des modes de commande.

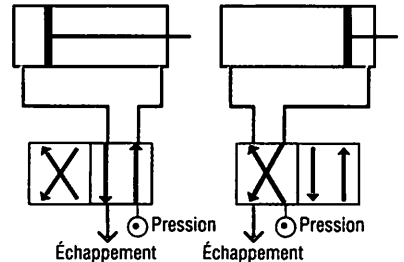


Fig. 15 : Vérin double effet commandé par un distributeur 4/2 (4 orifices-2 positions).

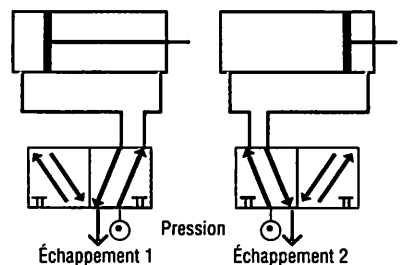


Fig. 16 : Vérin double effet commandé par un distributeur 5/2 (5 orifices-2 positions).

## 4 Contrôle de vérins

### 4.1. Régleurs de vitesse

Par le réglage du débit d'air d'échappement ce composant permet d'ajuster la vitesse du vérin à la valeur désirée (fig. 17).

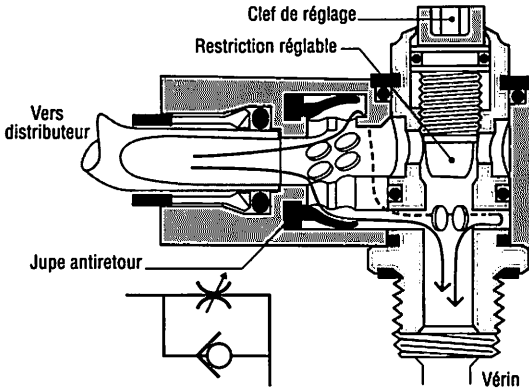


Fig. 17 : Régleur de vitesse avec son symbole.

Le régulateur de vitesse laisse passer l'air à plein débit dans le sens d'admission, le clapet d'antiretour est ouvert. Il régule le débit d'air dans le sens de l'échappement grâce à un orifice réglable, le clapet antiretour est alors fermé.

Afin que le vérin ne broute pas, et pour que la vitesse soit constante, le régulateur de vitesse est placé le plus près du vérin (fig. 18).

### 4.2. Bloqueurs

En interdisant le passage de l'air entre le distributeur et le vérin, ce constituant permet de bloquer les charges en mouvement, ce qui permet d'assurer une sécurité (fig. 19).

Deux bloqueurs (un sur chaque orifice) stoppent les débits d'air d'admission et d'échappement, ce qui a pour effet d'immobiliser la tige du vérin et sa charge (fig. 20).

### 4.3. Sectionneurs purgeurs

Le sectionneur général d'une installation pneumatique permet de couper l'arrivée de pression, et de mettre tous les distributeurs à la purge (fig. 21 et 22).

Pour les mouvements où la purge est ralentie par un régulateur, on place un sectionneur purgeur entre la sortie et le régulateur. Ce composant doit être commandé par le même signal que le sectionneur général.

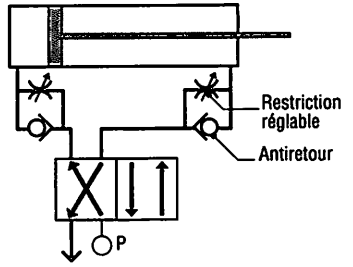


Fig. 18 : Régleurs de vitesse montés sur l'échappement d'air du vérin.

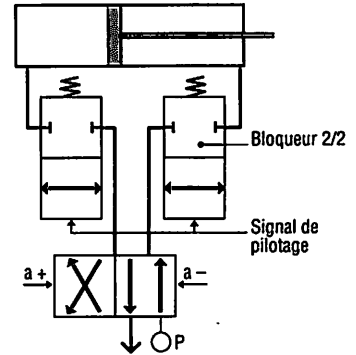


Fig. 20 : Les deux bloqueurs immobilisent la tige du vérin en position médiane.

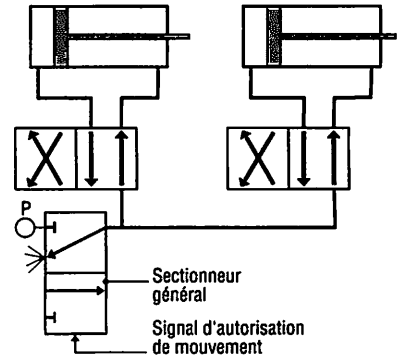


Fig. 22 : Exemple de montage d'un sectionneur purgeur.

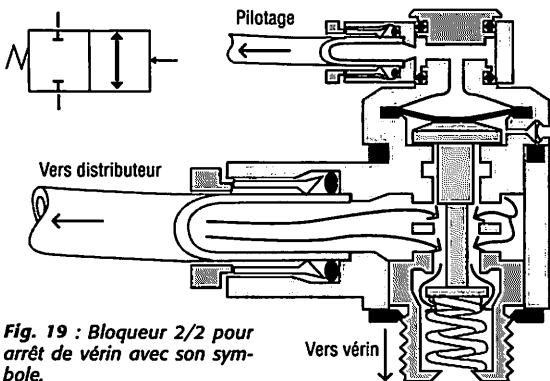


Fig. 19 : Bloqueur 2/2 pour arrêt de vérin avec son symbole.

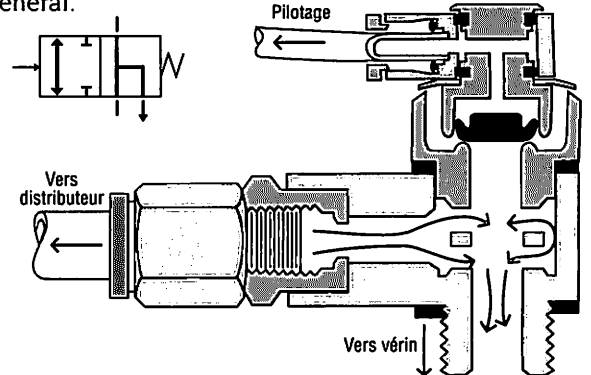


Fig. 21 : Sectionneur purgeur pour arrêt de sécurité avec son symbole.



## L'essentiel

■ L'énergie pneumatique produite par un groupe moteur-compresseur permet d'obtenir de l'air comprimé à la pression de 4 à 6 bars. Cet air doit être conditionné, c'est-à-dire filtré, graissé et régulé, pour cela on utilise des appareils monoblocs comportant un filtre, un graisseur d'air, un régulateur de pression et un manomètre.

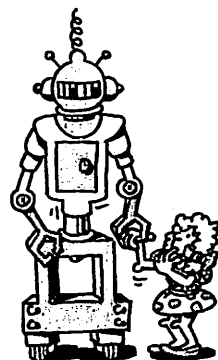
■ La transformation de l'énergie pneumatique en énergie mécanique s'effectue par des vérins. Les vérins peuvent être à simple effet ou à double effet. Leurs dimensions sont liées à l'utilisation, la course est liée à la longueur du déplacement, la force à la section du piston. Enfin, les vérins peuvent comporter des capteurs magnétiques ou à pression, des régulateurs de vitesse.

■ Le distributeur pneumatique permet de distribuer l'air comprimé aux vérins. Les distributeurs sont caractérisés par leur nombre de positions et le nombre d'orifices en liaison avec le nombre de voies.

– Distributeur 3/2 (3 orifices-2 voies) pour vérin simple effet.

– Distributeur 4/2 ou 5/2 pour vérin double effet.

■ Le contrôle des vérins en cours de fonctionnement est réalisé par des régulateurs de vitesse. La sécurité est obtenue par des bloqueurs ou des sectionneurs purgeurs.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. L'énergie utilisée dans les circuits pneumatiques est l'air comprimé.

2. La pression de l'air s'exprime en décanewton.

3. Un réseau de distribution d'air comprimé est alimenté par un réservoir d'air sous pression.

4. L'air sous pression est obtenu avec pressostat entraîné par un moteur électrique.

5. Pour filtrer l'air et le dépoussiérer, on emploie un filtre à membrane de caoutchouc.

6. Pour graisser l'air, il suffit de mettre quelques gouttes d'huile dans le réservoir d'air comprimé.

7. Le mano-détendeur permet d'obtenir une pression stable pour un débit déterminé.

8. Un vérin simple effet est comparable à une pompe à vélo, dans laquelle on envoie de l'air par la sortie, et qui serait munie d'un ressort entre le piston et le corps de la pompe.

9. Un vérin double effet possède deux ressorts.

10. Un vérin est caractérisé par sa course et la force qu'il peut appliquer.

11. La partie qui intervient en fin de course d'un vérin s'appelle l'amortisseur.

12. L'amortisseur a pour but de diminuer la vitesse d'un vérin en début de course.

13. Un vérin simple effet a un orifice, alors qu'un vérin double effet a deux orifices.

14. Pour contrôler les positions en fin de course d'un vérin, on fait deux petits trous à chaque extrémité de la tige du vérin.

15. Un distributeur à 2 voies commande un vérin à double effet.

16. Un distributeur à 2 voies possède 3 orifices et 2 positions.

17. Un distributeur à 4 ou 5 voies possède 5 orifices et 2 positions.

18. La commande d'un distributeur peut être pneumatique, électrique ou mécanique.

19. Un sectionneur pneumatique permet de sectionner le courant électrique.

20. Deux bloqueurs sur un vérin permettent d'immobiliser un vérin en court de déplacement.

## RÉSOLUS

1. La perceuse de la page 237 nécessite un vérin pour la descente de broche dont la course doit être de 150 mm et qui doit fournir un effort de 25 daN à la descente, et de 20 daN à la remontée. Quel vérin normalisé choisirez-vous ? Donnez ses caractéristiques.

**Solution :** D'après le tableau de la page 232, le vérin qui conviendra le mieux sera un vérin de :

diamètre du piston 40 mm,

tige diamètre 16 mm,

orifices 1/4", pression d'alimentation 5 bars,

longueur de course 160 mm.

Option : amortissement et 2 capteurs magnétiques.

2. Quel distributeur permettra d'alimenter un vérin double effet dont les orifices seront de 1/8" ? Donnez ses caractéristiques et sa référence.

**Solution :** On recherche dans la documentation page 239. Il faut un distributeur :

4 voies,

4 orifices à 2 positions avec des orifices de 1/8".

On le choisira à pilotage pneumatique. Référence T.E. PVD-B 142128.

3. Recherchez un mini-vérin qui permette de soulever une pièce de 500 g sur une hauteur de 8 cm, coefficient de sécurité de 2.

**Solution :** Il faut déterminer la section du piston. Pour cela on prend la pression de 5 bars et on applique la formule :

$$F = P \times S \quad \text{d'où} : S = \frac{F}{P}$$

Avec le coefficient de sécurité de 2 on a :

$$S = \frac{2F}{P} \quad a = \frac{2 \times 0,5}{5} = 0,2 \text{ cm}^2 \text{ soit } 20 \text{ mm}^2.$$

Calcul du diamètre :

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\text{d'où} : D^2 = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} \quad \text{et} \quad D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \frac{4 \times 20}{\pi} = \sqrt{25,4}$$

On prendra un vérin double effet Ø piston 10 mm, course 80 mm, réf. PAC-E121080 (p. 238).

## À RÉSOUDRE

1. La perceuse de la page 237 nécessite un vérin pour le serrage de l'étau, la course est de 20 mm et il doit fournir un effort de serrage de 40 daN, pression de l'air 5 bars. Précisez les caractéristiques du vérin à utiliser.

2. Donnez les caractéristiques et la référence du distributeur permettant d'alimenter un vérin double effet dont les orifices sont en 1/4" distributeur bistable ; donnez sa référence.

3. Recherchez la référence d'un mini-vérin permettant d'effectuer un effort de 5 daN avec une course de 50 mm.

4. Pour alimenter un mini-vérin simple effet à partir d'une commande électrique 48 V courant alternatif, on utilise un module interface ; donnez la référence.

5. Pour alimenter un mini-vérin double effet à partir d'une commande électrique, donnez les références selon que l'on est en 24 V continu ou en 220 V alternatif.

6. On relève sur un distributeur la référence PVD-B 141428. Retrouvez le type de distributeur et ses caractéristiques.

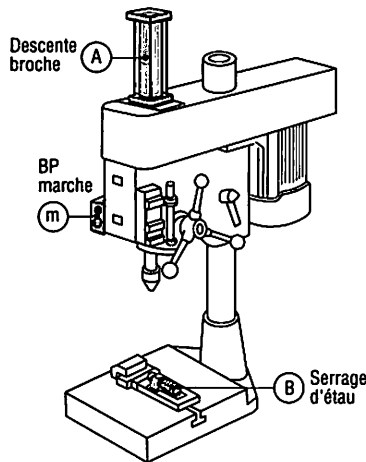
7. Sur un module d'interface on relève la référence PS 1-E 29101E. Sous quelle tension et quel courant cette interface doit-elle être alimentée ?

8. On veut commander un distributeur 4/2 par une commande électrique en 110 V-50 Hz. Donnez la référence de l'actionneur électrique à utiliser.

# Équipement pneumatique d'un poste de perçage

Une perceuse est automatisée à l'aide d'un vérin A pour la descente de la broche, et d'un étai à serrage pneumatique B. Un bouton-poussoir m permet de commander le départ du cycle.

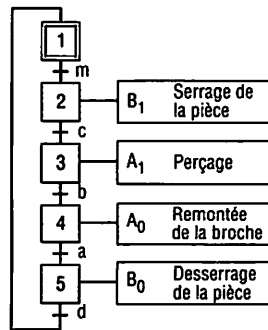
## 1. Disposition



## 2. Cycle réalisé

Lorsqu'on appuie sur le bouton poussoir m, l'étai se ferme. En fin de fermeture, on provoque la descente de la broche et le perçage. Le perçage terminé, on a la remontée de la broche puis le desserrage de l'étai.

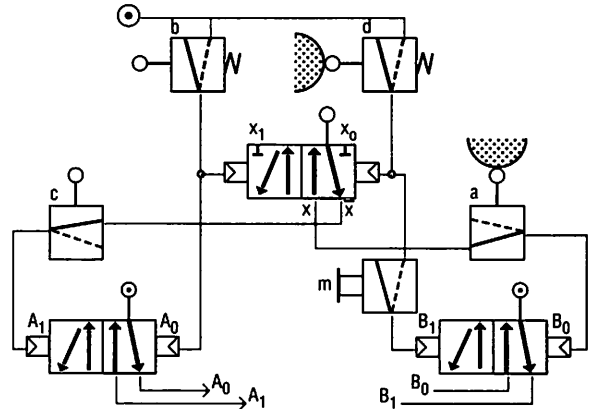
### GRAFSET



- a - capteur de position broche en haut ;
  - b - capteur de position fin de perçage ;
  - c - capteur de position, étai serré ;
  - d - capteur de position, étai ouvert ;
  - A<sub>0</sub>, A<sub>1</sub>, B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub> actions pneumatiques sur les distributeurs.
- On suppose que le moteur de broche tourne en permanence.

## 3. Circuit de commande

Les distributeurs étant à positions maintenues, on utilise une seule variable auxiliaire « x » pour mémoriser le desserrage de l'étai. La commande est entièrement pneumatique.

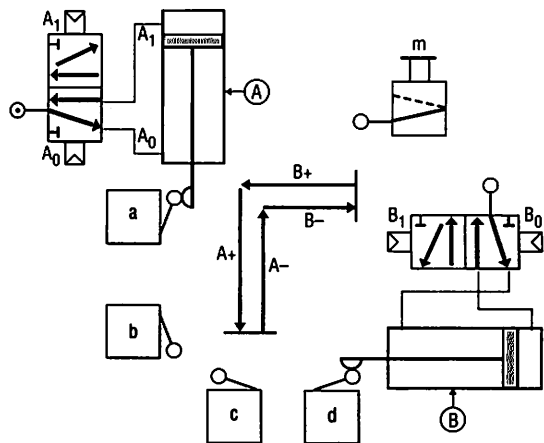


### Fonctionnement

Au départ le capteur « d » est actionné ; en appuyant sur « m ». Le distributeur B1 reçoit de la pression et provoque le serrage de l'étai. En fin de serrage « c » actionné alimenté par X, envoie la pression à A<sub>1</sub> qui provoque la descente de la broche (vérin A). En fin de descente « b » envoie la pression sur X<sub>1</sub> et A<sub>0</sub> qui provoque la remontée de la broche. En fin de remontée, le contact « a » alimenté par X fait basculer le distributeur B<sub>0</sub> et provoque le desserrage, l'action sur « d » prépare un nouveau démarrage par X<sub>0</sub>.

## 4. Circuit de puissance

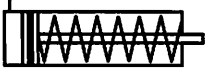
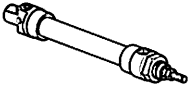
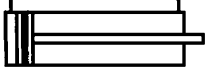
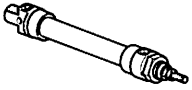
Il utilise des distributeurs à 4 voies, 5 orifices à pilotage pneumatique avec positions maintenues.



L'équipement est présenté au repos avec les capteurs pneumatiques correspondants actionnés.

## Mini-vérins (norme ISO 6432) - PAD

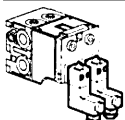

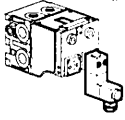
### Caractéristiques spécifiques pour vérins PAD

Symbole	Ø vérin mm	File. tige mm	Force de rappel		Orifice raccor.	Course mm	Masse kg	Référence	D
			maxi. N	mini. N					
<b>Simple effet</b>  	<b>10</b>	4/M4	14	7,0	M5	10	0,050	PAD-E1101010	A
			16	7,0		25	0,055	PAD-E1101025	A
			15	7,0		40	0,060	PAD-E1101040	A
			15	4,5		50	0,065	PAD-E1101050	A
	<b>12</b>	6/M6	13	8,0	M5	10	0,060	PAD-E1101210	A
			13	8,0		25	0,070	PAD-E1101225	A
			15	8,0		40	0,075	PAD-E1101240	A
			15	7,0		50	0,085	PAD-E1101250	A
	<b>16</b>	6/M6	13	9,0	M5	10	0,075	PAD-E1101610	A
			13	9,0		25	0,085	PAD-E1101625	A
			15	9,0		40	0,090	PAD-E1101640	A
			16	9,0		50	0,100	PAD-E1101650	A
	<b>20</b>	8/M8	27	22,0	G1/8	25	0,150	PAD-E1102025	A
			30	22,0		40	0,160	PAD-E1102040	A
			32	22,0		50	0,170	PAD-E1102050	A
	<b>25</b>	10/M10 × 1,25	29	24,0	G1/8	25	0,210	PAD-E1102525	A
31			24,0	40		0,230	PAD-E1102540	A	
33			24,0	50		0,245	PAD-E1102550	A	
<b>Double effet</b>  	<b>10</b>	4/M4			M5	10	0,050	PAD-E1201010	A
						25	0,055	PAD-E1201025	A
						40	0,060	PAD-E1201040	A
						50	0,065	PAD-E1201050	A
	<b>12</b>	6/M6			M5	10	0,060	PAD-E1201210	A
						25	0,070	PAD-E1201225	A
						40	0,075	PAD-E1201240	A
						50	0,085	PAD-E1201250	A
						80	0,100	PAD-E1201280	A
						100	0,110	PAD-E12012100	A
	<b>16</b>	6/M6			M5	10	0,075	PAD-E1201610	A
						25	0,085	PAD-E1201625	A
						40	0,095	PAD-E1201640	A
						50	0,100	PAD-E1201650	A
						80	0,120	PAD-E1201680	A
						100	0,135	PAD-E12016100	A
	<b>20</b>	8/M8			G1/8	25	0,150	PAD-E1202025	A
						40	0,160	PAD-E1202040	A
						50	0,170	PAD-E1202050	A
						80	0,200	PAD-E1202080	A
						100	0,210	PAD-E12020100	A
						125	0,240	PAD-E12020125	A
	<b>25</b>	10/M10 × 1,25			G1/8	25	0,210	PAD-E1202525	A
						40	0,230	PAD-E1202540	A
						50	0,245	PAD-E1202550	A
						80	0,280	PAD-E1202580	A
						100	0,305	PAD-E12025100	A
						125	0,340	PAD-E12025125	A
				160		0,380	PAD-E12025160	A	
				200		0,430	PAD-E12025200	A	

## Distributeurs multifonctions à tiroir céramique




### Taille 1/8"

À pilotage pneumatique ou électrique avec commandes manuelles auxiliaires \*

Symbole	Racc.	Commande	Rappel	Pression (bar) de signal mini. à 6 bar Cde/Rappel	Temps d'inversion, à 6 bar Cde/Rappel	Masse ms kg	Référence	D	
	1 P 3	G1/8	Air	Air	1,8/1,8	15/15	0,250	PVD-B142128	A
			Air	Ressort	4,2/1,2	20/25	0,245	PVD-B141128	A
	14 12	Instant. orient.	Électrique**	Électrique**	4,2/1,2	20/20	0,260	PVD-B142428	A
			Électrique**	Ressort	4,2/1,2	25/35	0,250	PVD-B141428	A
	px	Ø 4 mm M5	Électrique***	Ressort	4,2/1,2	20/30	0,260	PVD-B142628	A
			Électrique***	Électrique***	4,2/1,2	30/50	0,260	PVD-B141628	A

### Taille 1/4"

À pilotage pneumatique ou électrique avec commandes manuelles auxiliaires \*

Symbole	Racc.	Commande	Rappel	Pression (bar) de signal mini. à 6 bar Cde/Rappel	Temps d'inversion, à 6 bar Cde/Rappel	Masse ms kg	Référence	D	
	1 P 2 3	G1/4	Air/ Électrique**	Air Électrique**	1,6/1,6 1,6/1,6	15/15 24/24	0,725	PVD-C342229	A
			Air/ Électrique**	Ressort	4,3/1,5 4,3/1,5	30/50 40/50	0,710	PVD-C341229	A
	12 14	Instant. orient.	Électrique**						
			Électrique**	Ressort	4,3/1,5 4,3/1,5	30/50 40/50	0,710	PVD-C341229	A
	px	Ø 4 mm M5	Électrique**						
			Électrique**	Ressort	4,3/1,5 4,3/1,5	30/50 40/50	0,710	PVD-C341229	A

\* Les distributeurs bistables sont équipés de commandes manuelles auxiliaires à impulsion ; les monostables de commandes manuelles indexables.

\*\* Pilotage électrique par électrovannes série PVA-F10.

\*\*\* Pilotage électrique par mini-électrovannes.

### Électrovanne de pilotage 6 W/8,5 VA

Avec connecteur (22 x 30 mm) à câbler




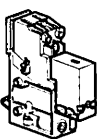
Tension	Référence	D
24 VCC	PVA-F102B	A
48 VCC	PVA-F102E	A
24 V 50/60 Hz	PVA-F101B	A
48 V 50/60 Hz	PVA-F101E	A
115 V 50 Hz, 120 V 60 Hz	PVA-F101F	A
230 V 50 Hz, 240 V 60 Hz	PVA-F101M	A
255 V 50 Hz	PVA-F101U	A



## Interface PS1


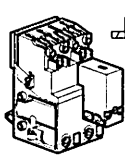

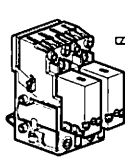
### Modules électropneumatiques 3/2

Avec électrovanne  
Sortie avec raccordement instantané Ø 4 mm  
Visualisation de la sortie pneumatique (NF) rouge  
Commande manuelle, rappel ressort  
Largeur d'un module 17,5 mm

Symbole	Commande	Rappel	Pression (bar) de signal mini, à 6 bar cde/rappel	Temps d'inversion, à 6 bar cde/rappel	Masse ms kg	Tension	Référence	D
 	Électrique	Ressort	4,2/1,8	10/15	0,095	24 VCC	PS1-E21102B	A
	Électrique	Ressort	4,2/1,8	10/15	0,095	48 VCC	PS1-E21102E	B
	Électrique	Ressort	4,2/1,8	10/15	0,095	24 V 50/60 Hz	PS1-E21101B	A
	Électrique	Ressort	4,2/1,8	10/15	0,095	48 V 50/60 Hz	PS1-E21101E	A
	Électrique	Ressort	4,2/1,8	10/15	0,095	115 V 50 Hz 120 V 60 Hz	PS1-E21101F	A
	Électrique	Ressort	4,2/1,8	10/15	0,095	230 V 50 Hz 240 V 60 Hz	PS1-E21101M	A

### Modules électropneumatiques 4/2

Avec électrovanne  
Deux sorties avec raccords instantanés Ø 4 mm  
Visualisation des sorties pneumatiques (NF) rouge et (NO) jaune  
Commande manuelle, rappel ressort  
Largeur d'un module 2 x 17,5 mm

Symbole	Commande	Rappel	Pression (bar) de signal mini, à 6 bar cde/rappel	Temps d'inversion, à 6 bar cde/rappel	Masse ms kg	Tension	Référence	D
 	Électrique	Ressort	4,5/1,7	15/20	0,165	24 VCC	PS1-E28102B	A
	Électrique	Ressort	4,5/1,7	15/20	0,165	48 VCC	PS1-E28102E	B
	Électrique	Ressort	4,5/1,7	15/20	0,165	24 V 50/60 Hz	PS1-E28101B	A
	Électrique	Ressort	4,5/1,7	15/20	0,165	48 V 50/60 Hz	PS1-E28101E	A
	Électrique	Ressort	4,5/1,7	15/20	0,165	115 V 50 Hz 120 V 60 Hz	PS1-E28101F	A
	Électrique	Ressort	4,5/1,7	15/20	0,165	230 V 50 Hz 240 V 60 Hz	PS1-E28101M	A
 	Électrique	Électrique	4,5/1,2	15/20	0,205	24 VCC	PS1-E29102B	A
	Électrique	Électrique	4,5/1,7	15/20	0,205	48 VCC	PS1-E29102E	B
	Électrique	Électrique	4,5/1,7	15/20	0,205	24 V 50/60 Hz	PS1-E29101B	A
	Électrique	Électrique	4,5/1,7	15/20	0,205	48 V 50/60 Hz	PS1-E29101E	B
	Électrique	Électrique	4,5/1,7	15/20	0,205	115 V 50 Hz 120 V 60 Hz	PS1-E29101F	B
	Électrique	Électrique	4,5/1,7	15/20	0,205	230 V 50 Hz 240 V 60 Hz	PS1-E29101M	B

# 25

## Alarme anti-intrusion

L'électricité s'est introduite dans les maisons ou les bâtiments pour l'éclairage, puis avec les appareils électroménagers, la radio, la télévision, le chauffage, le téléphone, le minitel... Ces appareils ont un dénominateur commun : leur alimentation sur le réseau électrique. Les faire communiquer entre eux et avec l'extérieur constitue le concept domotique.

### 1 Le concept de domotique

Le mot domotique est la contraction de deux mots :

- DOMO qui vient du latin *domus*, la maison, le domicile ;
- TIQUE qui évoque les technologies, automatique, électronique.

On rencontre aussi les expressions IMMOTIQUE pour désigner le contrôle des bâtiments (immeuble).

#### 1.1. Définition de la domotique

C'est un ensemble de services de l'habitat assurés par des systèmes réalisant plusieurs fonctions et pouvant être connectés entre eux ainsi qu'à des réseaux internes et externes de communication.

Fonctions principales :

- économie d'énergie et gestion technique ;
- information et communication ;
- maîtrise du confort ; sécurité et assistance.

La maison ou « machine à habiter » d'après Le Corbusier devient un « système à habiter » où les différents appareils ne sont plus simplement les uns à côté des autres, mais organisés pour communiquer entre eux et avec leur environnement.

#### 1.2. Les fonctions du bâtiment

Habiter une maison, ou bâtiment, c'est tout à la fois :

- **se protéger** : des variations climatiques : chaud – froid, des intrus : serrures, alarmes...
- **manger** : cuisiner les aliments, s'attabler : la cuisine ;
- **dormir** : calme – obscurité : la chambre ;
- **se laver** : nécessité d'avoir de l'eau : salle de bains ;
- **se distraire** : en famille avec des amis : salon...
- **s'informer** : radio – télévision – téléphone,
- **travailler** : bureaux, atelier, commerce...
- **communiquer** avec l'extérieur.

Différents appareils répondent à cette liste de besoins, en remplissant une ou plusieurs fonctions secondaires telles que, par exemple, cuisiner ou laver le linge.

Les habitants doivent conserver la maîtrise de l'installation en ayant la possibilité d'en reprendre le contrôle à tout moment.

#### OBJECTIFS

- S'informer sur les réseaux domotiques afin d'en reconnaître les différents constituants.
- Choisir, positionner et raccorder les différents constituants d'un système d'alarme pour le vol.
- Éventuellement valoriser la solution retenue.

SAVOIR TECHNOLOGIQUE  
S 8.1



## 2 Réseaux domotiques

Le schéma de principe d'un réseau domotique fait apparaître plusieurs familles d'informations à véhiculer (fig. 1) :

- a) l'énergie électrique (monophasé 230 V ou triphasé 230/400 V) ;
- b) la gestion des utilitaires (capteurs, alarmes) ;
- c) les circuits transportant le son (interphone, téléphone, Hi-Fi) ;
- d) les circuits transportant les images (TV) ;
- e) les circuits d'informatique.

On utilise différents supports :

- fils électriques → énergie électrique 230 V ou 400 V ;
- paires torsadées → utilitaires, téléphone, informatique (c'est le réseau domotique proprement dit) ;
- câble coaxial → transport d'images.

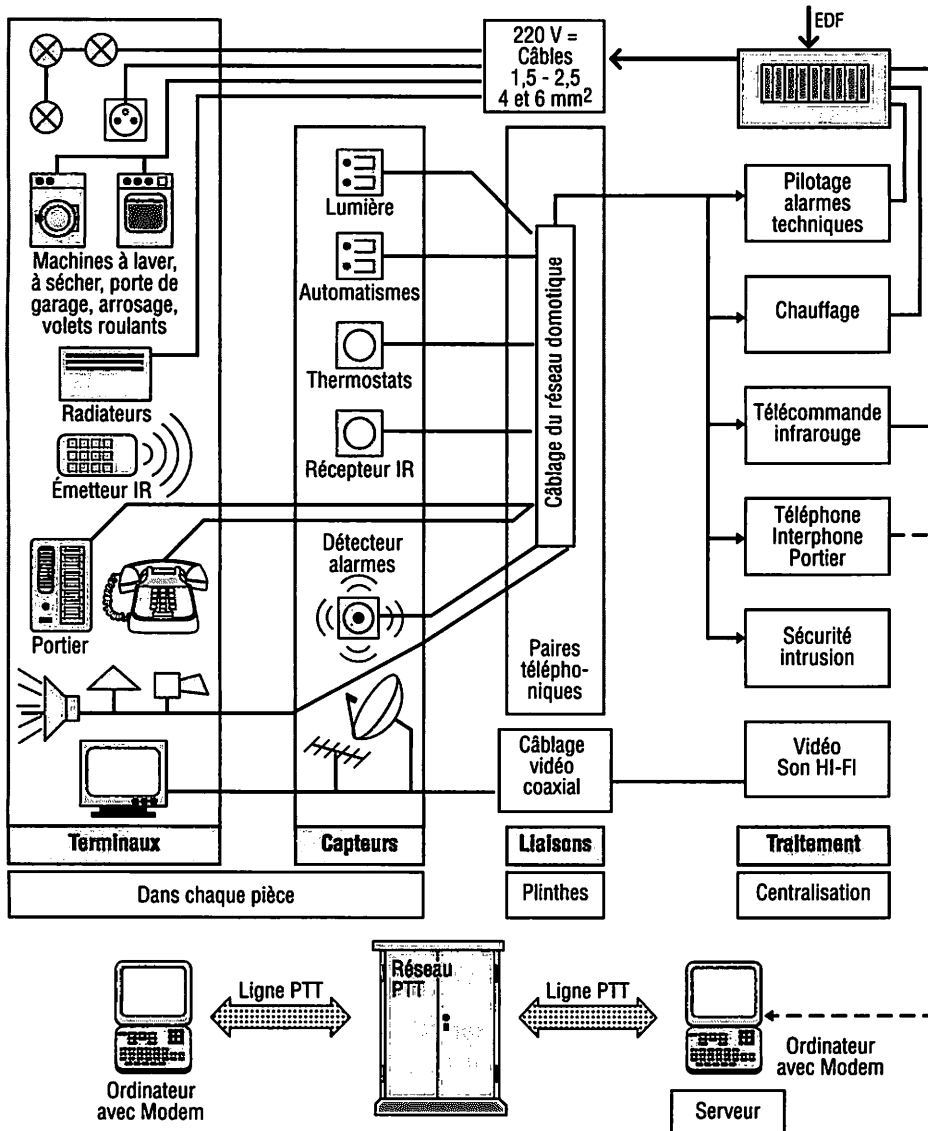
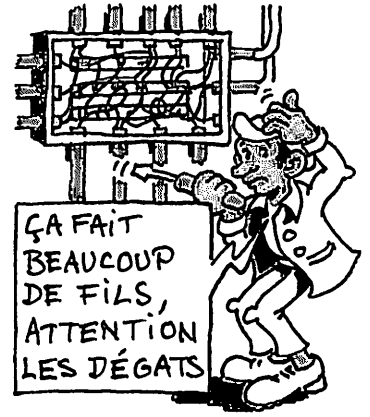


Fig. 1 : Schéma de principe d'un réseau domotique.



### 3 Alarmes anti-effraction

Dans ce chapitre nous étudions plus particulièrement la sécurité dans l'habitat avec les alarmes anti-intrusion.

Les particuliers, les magasins, recherchent des systèmes d'alarmes sûres pour protéger leurs biens (chaînes hi-fi, télévisions, ordinateurs, bijoux), ou leurs matériels et produits en stock.

#### 3.1. Constitution générale

Un système anti-intrusion se compose de trois parties (fig. 2) :

- des **détecteurs** qui permettent de déceler l'intrusion ;
- une **centrale** qui traite l'information, et déclenche les avertisseurs ;
- des **avertisseurs** qui assurent trois fonctions : dissuader l'intrus de poursuivre son action (en cas d'effraction), signaler le lieu menacé, transmettre l'alerte à distance (transmetteur téléphonique).

#### 3.2. Disposition des éléments

a) Implantation des éléments d'alarme anti-effraction (fig. 3, 4).

b) Disposition des éléments dans l'espace à protéger (fig. 5).

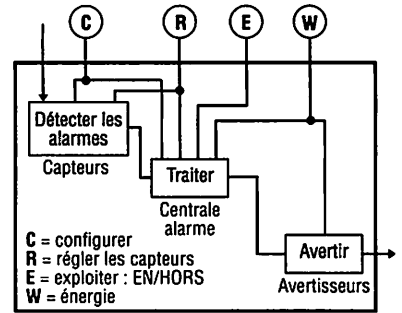


Fig. 2 : Principe d'un système d'alarme.

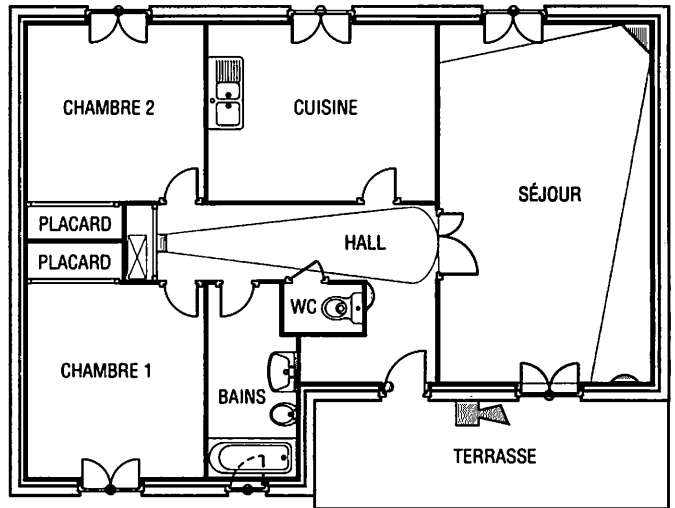


Fig. 3 : Implantations des éléments d'alarme.

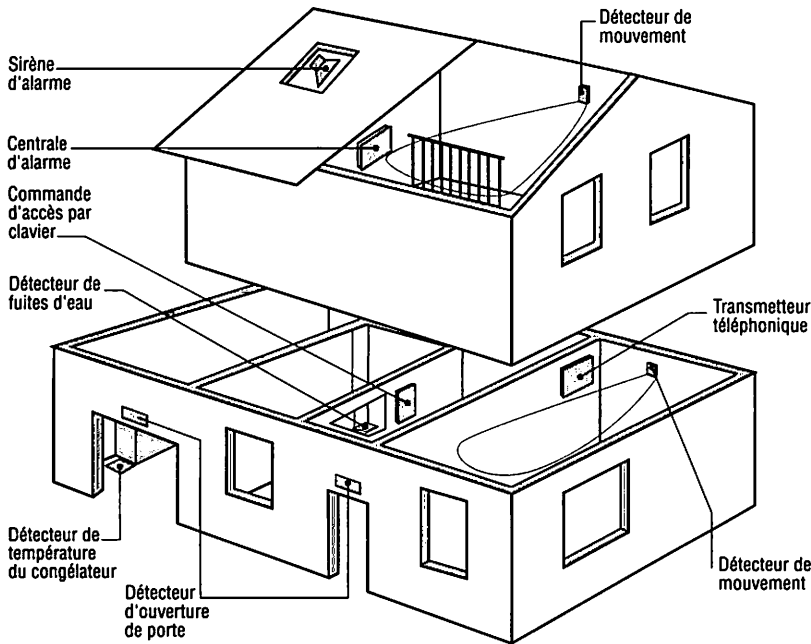


Fig. 5 : Implantation d'un système d'alarme anti-effraction, avec aussi des alarmes techniques.

- Contact magnétique d'ouverture
- Détecteur d'hyperfréquences
- ▲ Détecteur d'infrarouge
- ◐ Avertisseur intérieur
- ◑ Avertisseur extérieur
- ⊠ Centrale d'alarme

Fig. 4 : Légende des symboles d'alarme.

#### 3.3. Types de liaisons

La sûreté de fonctionnement d'un système anti-intrusion est directement liée à la qualité de la transmission des informations entre les détecteurs, la centrale, et les avertisseurs. On distingue deux modes de liaison.

■ **L'Apsaird**  
L'Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Incendie et Risques Divers est un organisme privé qui décline des agréments qui s'appliquent aussi bien à des matériels qu'à des installateurs, pour toutes les installations de sécurité vol ou incendie.

■ **Normes NF-A2P**  
Les Normes Françaises Assurance Protection Prévention sont un ensemble de normes définissant les exigences auxquelles doivent répondre les matériels de protection anti-vol.

**a) Les liaisons filaires (fig. 6)**

Les différents éléments de l'installation sont reliés par des câbles d'alarme comportant un écran, et 6 fils de 6/10 de couleur différentes, deux fils assurent la protection du câble, deux autres la transmission des informations, et deux pour l'alimentation des détecteurs.

Les liaisons filaires nécessitent une installation et un câblage rigoureux, les extensions et adjonctions parfois difficiles à réaliser.

**b) Les liaisons radio (fig. 7)**

Pour éviter les contraintes d'installation liées à l'esthétique ou à la rapidité de pose, l'alarme radio s'impose dans l'habitat. Dans ce cas chaque appareil (centrale, détecteur, avertisseur) est muni d'un émetteur et d'une alimentation (pile ou batterie). La transmission des informations s'effectue par fréquence radio (433,87 MHz).

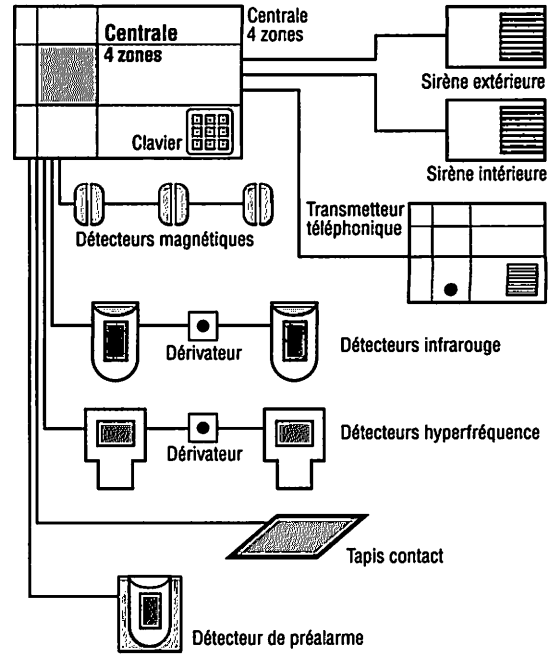


Fig. 6 : Exemple d'alarme filaire anti-intrusion (Legrand).

**4 Les détecteurs anti-effraction**

**4.1. Détection périmétrique**

Des contacts surveillent ponctuellement chaque issue. On utilise :

- des contacts magnétiques (fig. 8), placés dans les feuillures de porte, ils sont actionnés en présence d'un aimant placé dans la porte,
- des contacts à choc (fig. 9).

Le contact est collé sur la vitre à protéger. Lors d'un choc, l'inertie de la masse provoque une ouverture impulsionnelle du circuit. Le contact de capot ouvre le circuit en cas d'arrachement du capot.

**4.2. Détection volumétrique**

Les détecteurs volumétriques sont destinés à surveiller l'intérieur du volume à protéger. Deux techniques sont utilisées :

**a) Détecteurs d'infrarouges (fig. 10)**

Ils sont conçus pour détecter le rayonnement de la chaleur dégagé par l'intrus, ce détecteur est sûr et précis. Attention : ne pas placer de radiateurs dans le champ de protection.

**b) Détecteurs hyperfréquences (fig. 11)**

Fonctionnant sur le principe du radar à effet Doppler, ils sont sensibles aux mouvements qu'ils peuvent même détecter à travers une cloison, une porte ou une fenêtre.

Le détecteur émet des faisceaux d'ondes hyper-fréquences qui sont réfléchies par les obstacles qu'elles rencontrent (radar). La fréquence réfléchiée par un obstacle immobile est identique à la fréquence émise. Ce n'est plus le cas si l'obstacle est en mouvement (effet Doppler), ce qui déclenche l'alarme.

Détecteurs très sensibles aux vibrations, leur réglage est délicat.

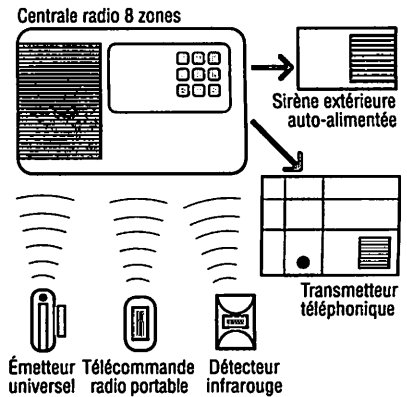


Fig. 7 : Exemple d'alarme radio anti-intrusion (Legrand).

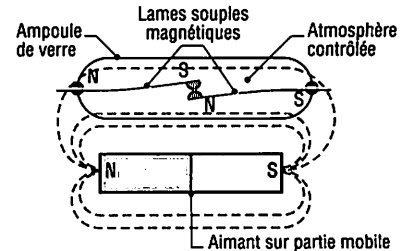


Fig. 8 : Contact magnétique.

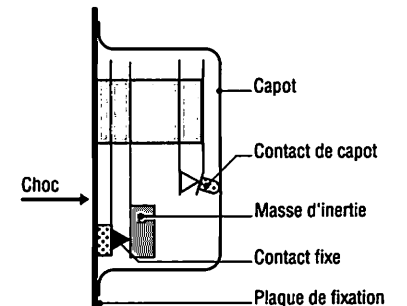


Fig. 9 : Contact à choc.

**5 Centrale d'alarme**

C'est le cœur de l'installation de sécurité. Elle est caractérisée par sa capacité de surveillance (nombre de zones de détection qu'elle peut contrôler) et le nombre d'avertisseurs qu'elle peut piloter.

### 5.1. Principe de fonctionnement (fig. 12)

Il est basé sur l'établissement d'une boucle de courant. On compare en permanence le courant dans la boucle de détection et le courant de réglage. Dès qu'un capteur est sollicité, la résistance de la boucle varie et le système prend en compte cette variation (voir p. 248 paragraphe 3).

### 5.2. Fonctions réalisées par la centrale d'alarme

#### a) Intrusion

Une tentative de vol ou de vandalisme, un bris de glace, déclenchent instantanément, ou à retardement, toute l'installation d'alarme. La surveillance peut s'effectuer sur plusieurs zones, ou boucles de défauts. Une zone est un espace géographique ayant le même état de surveillance.

#### b) Préalarme

Une approche, un choc, une ouverture de porte ou de fenêtre, engendrent une sonnerie, ou un éclairage temporisé.

#### c) Alimentation électrique, auto-protection

Une tentative de destruction d'un élément de l'installation déclenche immédiatement une alarme. Une coupure de courant du réseau est signalée et le fonctionnement de l'alarme est relayé par une source de secours (batterie).

#### d) Temporisation

La mise en service de l'alarme permet de quitter les lieux.

#### e) Différents modes de marche

- *arrêt* : les fonctions restent en veille, mais l'alarme est arrêtée ;
- *marche partielle* : certaines zones seulement sont sous alarme ;
- *marche totale* : toutes les fonctions sont activées.

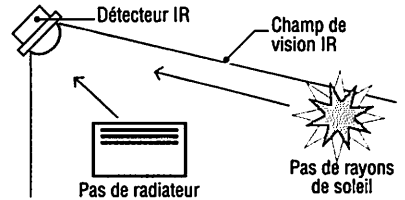


Fig. 10 : Détecteur IR.

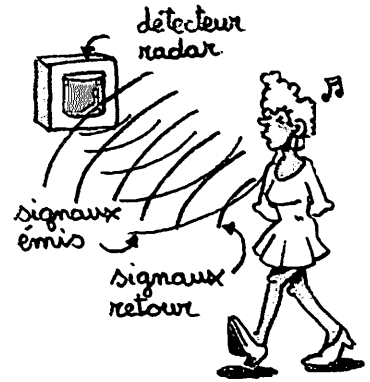


Fig. 11 : Détecteur à hyperfréquences.

## 6 Les avertisseurs

### 6.1. Avertisseurs sonores (fig. 13)

Ils sont destinés à effrayer l'intrus et à rendre impossible son maintien dans les lieux.

- *Les sirènes intérieures* doivent s'intégrer au décor, elles sont généralement alimentées par la batterie de la centrale.
- *Les sirènes extérieures* donnent l'alerte au voisinage. Elles doivent être autonomes, robustes et puissantes. Elles donnent lieu à une demande d'autorisation à la Préfecture.

### 6.2. Autres avertisseurs

L'avertisseur lumineux peut être un allumage brutal de l'éclairage intérieur ou extérieur, l'utilisation de gyrophares ou de flashes électroniques.

Le **transmetteur téléphonique** relié au réseau téléphonique compose automatiquement quatre numéros enregistrés à l'avance et délivre l'alarme à distance.

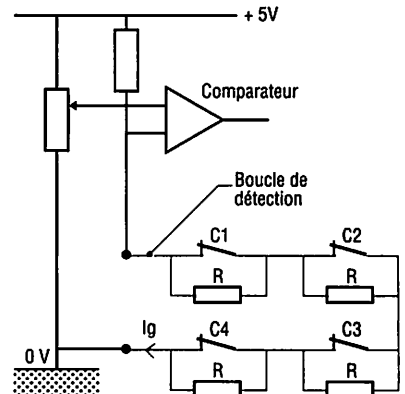


Fig. 12 : Schéma de principe d'une protection en boucle de courant.

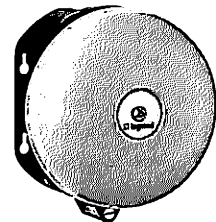


Fig. 13 : Sonnerie de forte puissance (Legrand).

## 7 Contrôle d'accès

Il remplace la serrure traditionnelle par un clavier numérique, avec une gâche électrique. Pour ouvrir une porte, il faut taper le numéro de code (4 chiffres), ce qui a pour effet d'alimenter la gâche électrique qui déverrouille la porte (fig. 14) (voir documentation p. 252).

Le clavier peut aussi être remplacé par un lecteur de carte magnétique.

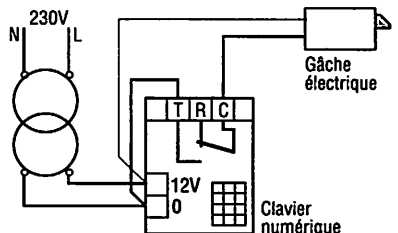


Fig. 14 : Schéma de branchement d'un clavier codé avec une gâche électrique.

■ La domotique est un ensemble de services de l'habitat assurés par des systèmes réalisant plusieurs fonctions et pouvant être connectés entre eux ainsi qu'à des réseaux internes et externes de communication.

■ Un réseau domotique doit véhiculer : l'énergie électrique, la gestion des utilitaires, les circuits images, son et informatique.

■ Un système d'alarme effraction fait appel à des détecteurs, une centrale d'alarme et des avertisseurs.

■ Les détecteurs peuvent être périmétriques (contacts électriques, à choc, ou magnétiques) ou volumétriques (infrarouge, radar). Les centrales fonctionnent sur le principe de la surveillance d'une boucle de défaut parcourue par un courant défini. Les avertisseurs peuvent être des sirènes (intérieure, extérieure), des éclairages, un transmetteur téléphonique.

■ Le contrôle d'accès est une serrure électronique, un clavier décimal est sensible à un numéro de code unique et déverrouille une gâche électrique.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. L'immotique permet de désigner tout ce qui concerne l'immobilité des installations électriques.
2. Au besoin de se protéger du froid, la solution domotique est le chauffage électrique régulé.
3. Au besoin de se protéger des intrusions, la réponse domotique est le château fortifié.
4. La norme NF A2P signifie Norme Française d'Analyse des Projets de Prospection.
5. Une centrale d'alarme filaire reçoit ses informations par des fils électriques.
6. Une centrale d'alarme radio envoie ses informations par des ondes radio.
7. La fréquence radio de fonctionnement des centrales d'alarme est entre 87,5 et 108 MHz.
8. Dans une alarme anti-effraction la coupure d'un câble doit provoquer l'alarme.
9. Pour contrôler l'ouverture d'une porte on utilise un détecteur de température.
10. L'emploi d'un contact de choc permet d'indiquer un bris de glace ou de vitre.

11. Un détecteur volumétrique est destiné à mesurer le volume d'une pièce.
12. Un détecteur infrarouge détecte le rayonnement de chaleur dégagé par une personne.
13. Un détecteur de type radar est basé sur l'effet Doppler.
14. Les détecteurs hyperfréquences ne peuvent pas détecter à travers une cloison ou une porte.
15. Une centrale d'alarme anti-intrusion est caractérisée par le nombre de zones qu'elle peut protéger.
16. L'auto-protection d'un appareil d'alarme est assurée par une enveloppe de protection d'indice IP.68.
17. La temporisation permet de prévenir l'intrus qu'il est surveillé par une alarme.
18. La protection partielle permet de ne protéger que certaines zones.
19. En coupant le fil d'un avertisseur, on arrête son fonctionnement.
20. Un contrôle d'accès par clavier codé permet d'ouvrir une porte, à condition de connaître le code.

## RÉSOLUS

1. Quelles différences faites-vous entre une alarme filaire et une alarme radio ?

**Solution :** Une alarme filaire nécessite un câblage qui est à prévoir de préférence avant la construction. Ce type d'installation est peu adapté aux extensions, par contre son fonctionnement est très fiable, il est utilisé dans les magasins et dans les banques.

Une alarme radio est très facile à installer dans des locaux existants, les capteurs sont toujours sous tension et délivrent leur signal. On doit éviter les risques de brouillage par les parasites industriels, enfin une distance de 80 m en champ libre et de 30 m en habitation est à respecter entre les capteurs et la centrale.

2. On vous demande de prévoir une protection filaire contre le vol de l'appartement type T2 (p. 30) situé au 5<sup>e</sup> étage (documentation page 248-249).

**Solution :**

- Protection par contact magnétique de toutes les ouvertures accessibles (porte entrée, porte loggia).
- Protection volumétrique du couloir d'entrée.

Matériel nécessaire

	réf.
1 centrale alarme 6 zones	432-05
2 contacts magnétiques	431-01
1 détecteur IR	431-18
1 sirène intérieure	432-51
Câble avec conducteur de protection	

Équipement complémentaire en option

Tapis de contact	431-12
Détecteur double technologie	431-42
Transmetteur téléphonique	432-72
Le schéma de raccordement de cet ensemble est donné page 248 au paragraphe 5 : « exemple d'une installation ».	

3. Dans une publicité pour des systèmes d'alarmes, vous lisez le sigle APSAIRD. Que signifient ces lettres ?

**Solution :**

L'APSAIRD est l'Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurance Incendie et Risques Divers.

## À RÉSOUDRE

1. Dans une installation d'alarme, peut-on relier des détecteurs radio à une centrale d'alarme filaire, pourquoi ?

2. Donnez un avantage et un inconvénient dans l'utilisation des capteurs radio plutôt que des capteurs filaires.

3. Un système d'alarme doit-il être relié au réseau téléphonique ? Pourquoi ?

4. Étant donné le plan de la villa (p. 23) prévoyez un système d'alarme filaire selon un cahier des charges suivant :

- a. protection périmétrique de toutes les ouvertures accessibles ;
- b. protection volumétrique dans l'entrée et la salle de séjour.

Établissez le schéma architectural et donnez la liste du matériel en vous aidant des fiches de documentation (p. 248-249). Prévoyez deux avertisseurs intérieurs.

5. Établissez le schéma de raccordement de la centrale d'alarme de la documentation avec, en zone 1 la protec-

tion périmétrique temporisée et en zone 2 la protection volumétrique instantanée. Une boucle d'autoprotection reliera les contacts des différents boîtiers et protégera le câble téléphonique.

6. Quel système d'alarme proposeriez-vous à Monsieur Durand pour protéger son magasin d'alimentation ?

7. Une bijouterie ayant eu de fréquents vols, quel système d'alarme proposeriez-vous ?

Vous préciserez les capteurs utilisés, ainsi que la centrale d'alarme et les avertisseurs.

8. Un bureau doit être protégé durant la nuit de toute intrusion, mais en permettant l'accès de la personne chargée du nettoyage. Que proposez-vous ?

9. Étant donné le plan de la villa (p. 23) prévoyez un système d'alarme radio comportant une protection sur la porte d'entrée et deux détecteurs volumétriques.

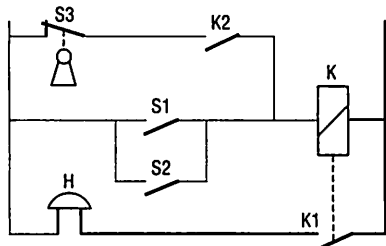
- a. Établissez un schéma de disposition des éléments.
- b. Donnez la liste et les références du matériel utilisé.

## Principe des alarmes filaires

Un système d'alarme anti-effraction est basé sur un circuit électrique ou boucle de défaut qui est réalisé selon 3 configurations possibles.

### 1. Contacts à fermeture

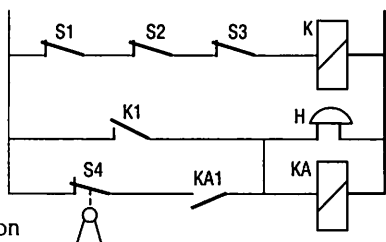
S1-S2 : Contacts de porte.  
S3 : Arrêt de l'alarme.  
K : Relais qui maintient l'alarme.  
K1-K2 : Contacts actionnés par K.  
H : Sonnerie



La fermeture de S1 ou de S2 déclenche le relais K. Le contact K1 alimente la sonnerie. Le contact K2 mémorise l'alarme. Le contact S3 à clef permet de couper l'alarme. Une coupure d'un fil rend l'alarme inefficace.

### 2. Contacts à ouverture

S1-S2-S3 : Contacts de porte.  
S3 : Arrêt alarme.  
H : Sommaire.  
K : Relais de défaut.  
KA : Mémorisation d'alarme.

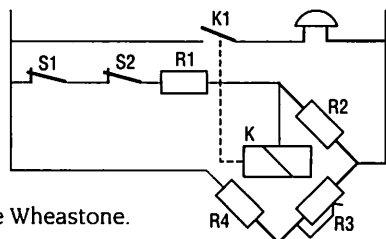


Au repos, un courant alimente le relais K, qui ouvre le contact K1. Dès qu'un contact S1 à S3 s'ouvre, K n'est plus alimenté. Le contact K1 alimente la sonnerie. Le relais KA mémorise l'alarme. L'ouverture du contact S4 à clef arrête l'alarme.

Le système ne fonctionne plus si on court-circuite les contacts de détection S1, S2, S3.

### 3. Circuit à courant de garde

H : Sonnerie.  
K : Relais avec contact K1.  
S1-S2 : Contacts de porte ou détecteurs.  
R1 à R4 : Résistance du pont de Wheastone.



Si une coupure, une variation de résistance, un court-circuit déséquilibre le pont, le relais K est excité et donne l'alarme.

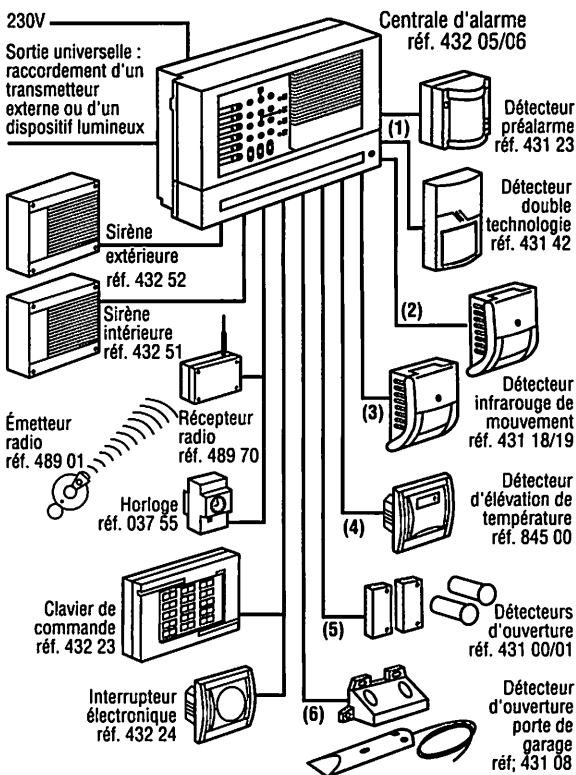
Le système est rendu plus sensible par l'emploi d'amplificateurs opérationnels.

### 4. Boucle d'autoprotection

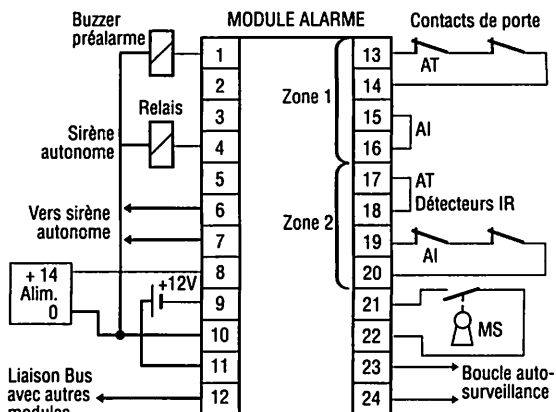
Une boucle d'auto-surveillance est réalisée avec un fil de protection dans chaque câble, si le câble est coupé l'alarme est déclenchée.

### 5. Exemple d'une installation

La centrale d'alarme comporte 6 boucles, chaque boucle repère (1) à (6) peut comporter un ou plusieurs détecteurs (d'après Legrand).

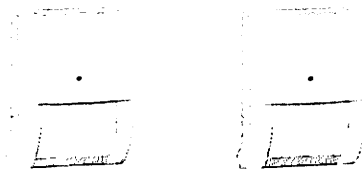


### 6. Schéma de branchement de la centrale



MS : Mise en service, AT : Alarme temporisée, AI : Alarme instantanée

## Alarme intrusion filaire



431 18

431 19



431 08

431 10

Réf. **Détection volumétrique intérieure**

Pour risques courants

La protection volumétrique protège un local ou une pièce par détection d'un mouvement se traduisant par :

- soit un dégagement de chaleur (détecteurs infrarouges)
- soit une modification des ondes électromagnétiques émises en permanence associées à un dégagement de chaleur par les détecteurs double technologie

Ils sont autoprotégés à l'ouverture

Raccordement sur bornes avec câble 6 fils réf. 433 95

Longueur maxi d'une boucle : 250 m

Détection à la verticale du détecteur pour toute la gamme des détecteurs

**Détecteurs infrarouges**

Conformes à la norme NF C 48-225 et au protocole d'essai UTE 186-3 type 2

Consommation en veille 12 mA

**431 18** Pour surveillance de pièces à risque (ex. : bureau)

Portée 13 m - Angle 90°

En cours d'homologation NF A2P

**431 19** Pour surveillance des lieux de passage obligé

(ex. : couloir)

Portée 23 m - Angle 7,5°

En cours d'homologation NF A2P

**Détecteur double technologie**

**431 42** Détection infrarouge + hyperfréquence, permet d'éliminer tout risque de fausse alarme spécialement dans les locaux délicats (ex. : halls d'accueil, vérandas)

Consommation : 35 mA en veille

Portée 11 m - Angle 90°

Fréquence d'émission 2,45 GHz

Agréé DGT 95 0217 PPLO

Notification d'admission NF A2P n° 208 208-01

**Détection périphérique extérieure**

Pour risques courants

Assure une détection préventive à l'extérieur du local protégé, sans déclencher les sirènes ni le transmetteur téléphonique (ex. : allumage, éclairage extérieur, mise en marche d'un carillon, d'un flash...)

Tout détecteur périphérique extérieur se monte obligatoirement avec un relais de préalarme

réf. 433.50

Raccordement sur bornier avec câble d'alarme 6 fils

réf. 433 95

Autoprotégé à l'ouverture

Longueur maxi de la boucle : 250 m

**Détecteur de préalarme infrarouge Plexo IP 43-5**

**431 23** Consommation 10 mA

Portée 10 m - Angle 110°

**Relais préalarme Plexo IP 43-5**

**433 50** 230 V - 100 W maxi associé au détecteur

réf. 431 23

Assure un éclairage pendant 30 s à chaque détection.

Réf. **Détection périmétrique intérieure**

Pour risques courants

La détection périmétrique surveille les accès d'un local :

- soit par des détecteurs magnétiques d'ouverture,
- soit par des détecteurs bris de glace,
- soit par des tapis contact (centrale 4 zones).

Raccordement sur bornier au fil à fil avec câble alarme 6 fils 6/10, réf. 433 95

Distance maxi d'une boucle périmétrique : 1 000 m

**Détecteurs magnétiques d'ouverture IP 51-1**

Composition :

1 interrupteur lame souple fixe à fixer sur le dormant + 1 aimant mobile à fixer sur le battant

**431 00** Détecteur magnétique saillie

Autoprotégé à l'ouverture, conforme aux normes NF C 48-227 et NF C 48-225 type 2

Pour surveillance des portes, fenêtres, trappes...

Notification d'admission NF A2P n° 920 420-01

**431 01** Détecteur magnétique encastré

Pour surveillance des portes non magnétiques, fenêtres coulissantes...

Dim. : Ø 7 - long. : 30 mm

**431 08** Détecteur magnétique pour porte de garage

Composition : 1 sabot à fixer sur le sol et 1 aimant à fixer sur la porte

Sabot : 180 × 45 × 14 mm

Aimant : 140 × 46 × 30 mm

Autoprotégé à la coupure des fils

Livré avec 1 câble de branchement de conducteurs avec gaine acier

**Détecteur bris de glace IP 51**

**431 10** Pour surveillance des vitres fixes

(vitrines, vérandas...)

Détecteur se fixant sur la vitre par collage

Livré avec adhésif

Détection assurée sur un rayon de 3 m

Détection ultrasonique créée par la coupure du verre

Dim. : 30 × 30 × 10 mm

**Tapis contact IP 51**

**431 12** Pour surveillance des accès dans une pièce à risques

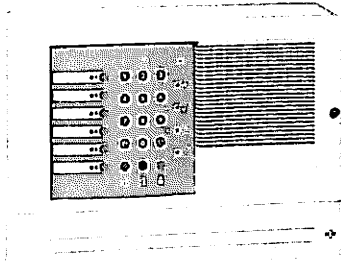
Se place sous moquette ou tapis sur le passage d'accès

Dim. : 700 × 400 × 4 mm

**Accessoire**

**300 08** Moulures 20 × 12,5 adaptées aux dimensions des détecteurs magnétiques réf. 431 00

## Alarme intrusion filaire (suite)



432 05

## Réf. Centrales

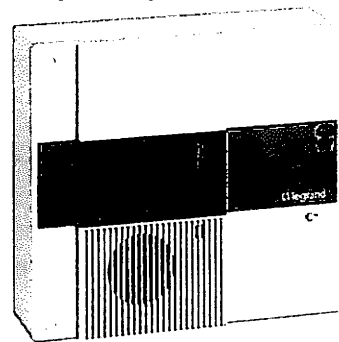
Analysent les messages d'alarme émis par les différents détecteurs intrusion ou techniques et donnent l'ordre aux avertisseurs (sirènes et/ou transmetteurs) de signaler l'intrusion ou le défaut technique  
 Autoprotégées à l'ouverture et à l'arrachement  
 Raccordement de l'ensemble des périphériques sur borniers dédiés à chaque fonction  
 Détection intrusion, technique, par alarme, commande avertisseurs  
 Identification des bornes une à une

Équipées :

d'un clavier en face avant permettant la mise en/hors service totale ou partielle d'un voyant par boucle de détection ainsi que d'un voyant d'alarme  
 d'un voyant d'autoprotection par boucle de détection  
 6 boucles de détection d'alarme (intrusion ou technique) programmable (intrusion immédiate ou retardée, préalarme, technique 24 h/24 h)  
 6 boucles d'autosurveillance  
 Identification d'une alarme intrusion, technique ou auto-surveillance par boucle de détection par voyant sur la face de la centrale  
 1 boucle d'autosurveillance supplémentaire pour les autres périphériques (avertisseurs, centrale, télécommandes)  
 Livrées sans batterie (voir ci-dessous)

**Centrale multi-détection**

435 02 En cours d'homologation NF A2P

**Centrale transmetteuse multi-détection**432 06 Centrale multi-détection avec transmetteur intégré programmable par le clavier de la centrale  
 En cours d'homologation NF A2P**Batterie**433 41 Assure à la centrale une autonomie de fonctionnement de 36 h  
 Pour centrale 432 05 et centrale transmetteuse 432 06

432 73

## Réf. Avertisseurs

Pour risques courants  
 Pour mettre un intrus en fuite et signaler l'effraction  
 Autoprotégés à l'ouverture et à l'arrachement  
 Raccordement sur borniers avec câble d'alarme 6 fils réf. 433 95  
 Conforme à la norme NF C 48-265

Auto  
extinguible  
960 °C**Sirènes intérieures**

432 51 Sirène principale auto-alimentée

Livrée sans batterie,  
105 dBA à 1 m

Notification d'admission NF A2P n° 000 250-01

432 50 Sirène supplémentaire non auto-alimentée,  
95 dBA à 1 m

Notification d'admission NF A2P n° 000 251-01

**Sirène extérieure**

432 52 Sirène auto-alimentée

Livrée sans batterie,  
115 dBA à 1 m

Notification d'admission NF A2P n° 000 252-01

**Batterie**

433 40 Pour sirènes réf. 432 51/52 - 12 V - 1,2 Ah

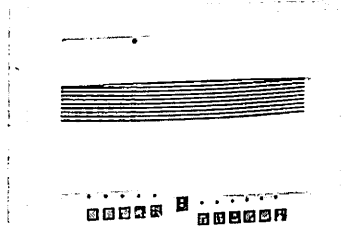
Au plomb étanche sans entretien  
Une batterie par sirène**Transmetteurs téléphoniques**

Donne l'alerte par téléphone en composant 1 ou plusieurs numéros de téléphone programmés par l'installateur ou l'utilisateur et reprogrammables à volonté  
 Transmet 1 ou plusieurs messages vocaux personnalisés enregistrés par l'installateur ou l'utilisateur et reprogrammables à volonté  
 Aide vocale à la programmation  
 Autoprotégé à l'ouverture et à l'arrachement  
 Raccordement prioritaire sur l'arrivée téléphonique  
 Alimentation 12 V filtrée et stabilisée non incorporée

432 73 4 entrées, 4 messages, 4 numéros de téléphone  
 Permet le raccordement d'une alarme anti-intrusion filaire, d'une alarme technique associée (ou non) à des détecteurs techniques et d'une alarme incendie  
 Notification d'admission NF A2P n° 240 240-01432 72 1 entrée, 1 message, 4 numéros de téléphone  
 Permet le raccordement d'une alarme intrusion filaire  
 Notification d'admission NF A2P n° 239 239-01**Transmetteur spécial télésurveillance**432 75 Transmetteur à message codé pour correspondance avec un PC de télésurveillance  
 Programmation spécifique et schéma de câblage spécifique réalisée par notre service SAV en lien avec le PC de télésurveillance sélectionné



## Alarme intrusion radio



432 11

## Réf. Centrale radio 4 zones

- 432 11 Alimentation : par 4 piles alcalines 1,5 V, type LR20 fournies  
Autonomie : 2 ans (suivant usage)  
IP 31-5  
Agrée DGPT 95 0283 PPLO  
Gestion : la centrale reçoit et analyse les informations transmises par les détecteurs et déclenche les différents avertisseurs par émission radio  
Supervision : la centrale contrôle en permanence la liaison radio ainsi que l'état des piles des différents détecteurs ainsi que des différents avertisseurs (sirène et transmetteur)  
Détection : la centrale possède 4 zones de détection dont une zone temporisable (entrée 15 s ; sortie 30 s)  
Possibilité de mise en service totale ou partielle (2 zones en partielle), par télécommande et/ou clavier déporté  
Autoprotection : à l'ouverture et à l'arrachement  
Sirène incorporée à la centrale : 98 dB à 1 m  
Installation : 12 détecteurs, 2 sirènes, 1 transmetteur, 6 organes de commande (télécommandes et/ou claviers déportés)  
Personnalisation de l'installation : identification des périphériques par la centrale, par lecteur optique intégré à la centrale (16 millions de combinaisons)  
Signalisation visuelle et sonore par zone des informations :
- alarme intrusion
  - alarme autoprotection
  - défaut liaison radio
  - piles basses
- Système anti-brouillage et antenne inviolable intégrée

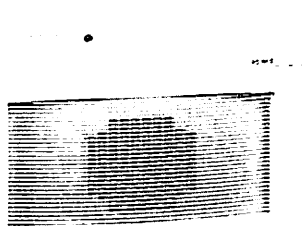
**Commandes à distance radio**

Assurent la mise en et hors service du système d'alarme par liaison radio

**Clavier codé**

Compatible avec centrale réf. 432 11 uniquement

- 432 32 Alimentation par 2 piles alcalines 1,5 V, type LR03, fournies  
Autonomie : 2 ans (suivant usage)  
Anti-agression : avec une double touche pour éviter tout déclenchement intempestif  
Possibilité de déclencher un signal sonore (avertisseur) et le signal du transmetteur téléphonique ou uniquement le signal du transmetteur téléphonique  
Installation en intérieur  
Autoprotection : autoprotégé à l'ouverture et à l'arrachement  
Agrée DGPT 95 0283 PPLO  
**Télécommande portable**  
Compatible avec centrale réf. 432 11 uniquement
- 432 31 Alimentation par pile lithium 3 V, type CR1/3N, fournies  
Autonomie : 5 ans (suivant usage)  
Anti-agression : avec une double touche pour éviter tout déclenchement intempestif  
Agrée DGPT 95 0283 PPLO

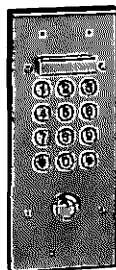


432 55

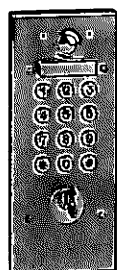
## Réf. Détecteurs radio

- Détecteur de mouvement à infrarouge**  
Compatible avec centrale réf. 432 11 uniquement  
Protège le volume d'un local ou d'une pièce par détection d'un mouvement de chaleur  
Alimentation : 2 piles alcalines 1,5 V, type LR06, fournies  
Autonomie : 2 ans (suivant usage)  
Portée : 10 m ; angle 90°  
Autoprotection : autoprotégé à l'ouverture du capot  
Agrée DGPT
- 431 32 **Détecteur d'ouverture à contact magnétique**  
Compatible avec centrale réf. 432 11 uniquement  
Permet de surveiller les ouvertures ou les fermetures de portes, fenêtres, trappes  
Alimentation par 2 piles alcalines 1,5 V, type LR03, fournies  
Autonomie : 2 ans (suivant usage)  
Autoprotégé à l'ouverture et à l'arrachement  
Permet également de raccorder les détecteurs pour porte de garage réf. 431 08 ou bris de glace réf. 431 10 (2 maxi) ou d'ouverture magnétique réf. 431 00/01 (p. 460)  
Agrée DGPT 95 0283 PPLO
- 431 13 **Avertisseurs radio**  
Permettent de signaler une tentative d'effraction, de mettre un intrus en fuite, localement à l'aide d'une sirène ou à distance par transmetteur téléphonique
- Sirène intérieure/extérieure**  
Compatible avec centrale réf. 432 11 uniquement  
Elle vient compléter la sirène intégrée à la centrale  
Alimentation par 4 piles alcalines 1,5 V, type LR20, fournies  
Autonomie : 2 ans (suivant usage)  
Autoprotégée à l'ouverture et à l'arrachement  
Signal sonore : 110 dB à 1 m  
Cycle d'alarme : intérieure 12 mn, extérieure 90 s  
Autotest permanent du bon fonctionnement de la sirène (en simulation pour éviter la gêne sonore)  
Agrée DGPT 95 0283 PPLO  
Certifiée NF A2P  
N° d'admission :
- Sirène intérieure : N° 197 197 01
  - Sirène extérieure : N° 198 198 01
- Transmetteur téléphonique**  
Compatible avec centrale réf. 432 11 uniquement  
Donne l'alerte à distance en composant  
1 ou 2 numéros de téléphone programmés par l'installateur ou l'utilisateur  
2 messages différents peuvent être programmés, l'un pour l'intrusion, l'autre pour l'agression  
Transmet des messages vocaux personnalisés, enregistrés par l'installateur lui-même et reprogrammables à volonté  
Alimentation par 4 piles alcalines, type LR20, fournies  
Autonomie : 2 ans (suivant usage)  
Autoprotégé à l'ouverture et à l'arrachement  
Programmation simplifiée, en utilisant le combiné téléphonique de l'abonné  
Raccordement prioritaire sur l'arrivée téléphonique, le transmetteur est équipé d'une prise gigogne  
Agrée DGPT 95 0283 PPLO  
Agrée réseau France Télécom N° 95 693 A  
Non compatible avec système de télésurveillance
- 432 55
- 432 71

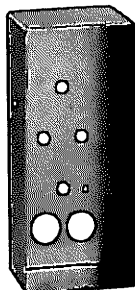
## Contrôle d'accès



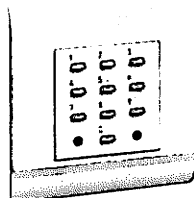
408 81



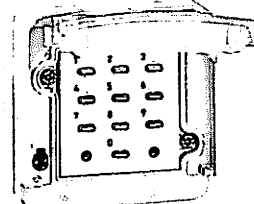
408 82



408 77



74430 + plaque Mosaic



917 91 + 917 90 + 744 30

### Réf. Commandes digitales de gâche

Permet l'ouverture d'une porte, portail... et l'accès aux personnes possédant le code d'accès  
 Commande digitale de gâche encastrée  
 Livrée avec boîte d'encastrement Superbox 3 postes  
 Fermeture de la face avant par vis antivandales  
 Façade tout inox. Peut s'associer au portier Beverly

#### Fonctionnement

- Un voyant rouge de programmation
- Un voyant vert de code accepté
- Un clavier numérique permettant 160 000 combinaisons et 50 codes d'ouverture différents (ex. : 1 code personnel différent pour chaque appartement)
- Éclairage du clavier lors de l'appui sur une touche quelconque
- Programmation et changement de code par le clavier à l'aide d'un code maître
- Un bouton-poussoir permettant de commander l'ouverture sans composer le code si la gâche est reliée à une horloge
- Temporisation de gâche réglable de 1 à 99 s + bistable
- Plaque inox avec touches inox gravées
- Un contact NO/NF
- Alimentation 12 V~ ou ... TBTS

- 408 81 Sans canon mixte EDF/PTT  
 408 82 Avec canon mixte EDF/PTT et clés  
 408 77 Cadre visière inox pour pose saillie

### Commandes à clavier codé

#### Mosaic 45


Alimentation 230 V~ - contact 6 A - 250 V~


- 744 30  Interrupteur à clavier codé pour commande  
Clavier 10 touches

- 744 31  Poussoir à clavier codé pour ouverture de porte  
Clavier 10 touches

### Plexo 55 s composables IP 55-5


Reçoivent les mécanismes Mosaic 45 - 2 modules (ci-dessus)


- 917 30  Adaptateur à volet fumé  
Se monte sur boîtier 917 90

- 917 90  Adaptateur blanc à volet transparent  
Se monte sur boîtier 917 91


### Interrupteurs à clé


#### Mosaic 45

- 740 61  3 positions : 2 F + 1 O - 6 A  
250 V~ - clé RONIS n° 601  
Extraction de la clé dans les 3 positions


- 740 62  2 positions : 2 F - 6 A - 250 V~  
Clé RONIS n° 601  
Extraction de la clé dans les 3 positions

#### Plexo

- 916 21  10 A - 250 V  
2 positions - 2 contacts F  
Marquage « O-I »  
Livré avec étiquette blanche et clé RONIS n° 455  
Extraction dans toutes les positions

- 916 22  10 A - 250 V  
3 positions - 2 contacts F  
Marquage « I-O-II »  
Livré avec étiquette blanche et clé RONIS n° 455  
Extraction dans toutes les positions

#### Beverly

- 408 98  Gâche électrique à maintien  
Pour ouverture à droite ou à gauche  
12 V~ ou ... - 0,5 A - 6 W - 158 x 26 x 32 mm

# 26

## Alarmes incendie et techniques

### 1 Système d'alarme incendie

Un incendie est d'autant plus facile à combattre qu'il est pris à son début.

La signalisation doit permettre de :

- détecter un tout début d'incendie ;
- localiser l'endroit où le sinistre s'est déclaré ;
- fonctionner même en l'absence de courant.

Une réglementation précise les systèmes d'alarme à mettre en œuvre en fonction des différents locaux afin de donner les ordres d'évacuation du personnel ou du public.

#### 1.1. Classement des établissements

Selon le type d'établissement la réglementation a défini le type de centrale d'alarme à adopter (tableau ci-dessous).

#### 1.2. Catégorie d'un établissement

Les établissements, quel que soit leur type, sont classés d'après l'effectif du public et du personnel.

Cinq **catégories** ont été définies selon l'article R 123-19 du code de la construction et de l'habitation (tableau 1).

Des règles précises permettent de déterminer les catégories d'établissements en fonction des effectifs (voir tableau 1).

Tableau 2 : Choix d'un type d'alarme incendie (1, 2, 3 ou 4) selon l'établissement.

Type d'établissement	Code	Catégories*					Asservissement	Désenfumage
		1 <sup>re</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>		
Établissement recevant du public	L <sup>(1)</sup>	1						
Salle d'auditions, conférences, réunions, spectacles, usages multiples	L	4	4	4	4	4	R	R
Magasins, centres commerciaux	M	2	2	3	4	4	O	R
Restaurants, bars, cafés	N	4	4	4	4	4	R	R
Hôtels, pension de famille	O	1	1	1	1	3	O	O
Salles de danse, de jeux tous niveaux	P	1	2	2	3	4	O	O
Salles de danse en sous-sol	P	1	2	2	2	4	O	O
Salles de jeux en sous-sol	P	1	2	2	4	4	O	O
Établissement d'enseignement, colonies de vacances	R <sup>(2)</sup>	1	1	1	1	1	O	O
Bibliothèques, centre de documentation	R <sup>(3)</sup>	2	2	2	4	4	O	O
Salles d'expositions (cas général)	S	-	-	-	-	-	O	O
Salles d'expositions (locaux dangereux)	T	2	2	2	4	4	R	O
Établissements sanitaires	U	1	1	1	1	1	O	O
Établissements de culte	V	4	4	4	4	4	R	R
Administration, banques, bureaux	W	3	3	4	4	4	O	O
Locaux sportifs couverts (gymnases...)	X	4	4	4	4	4	-	-
Logements foyers		2	2	2	2	2	O	R

\* Catégorie en fonction de l'effectif : -, selon commission de sécurité ; +, selon activité ; R, recommandé ; O, obligatoire.

(1) Pour plus de 3 000 personnes, (2) risque, zone sommeil, (3) sans risque.

#### OBJECTIFS

Acquérir les connaissances relatives aux équipements d'alarme incendie et de suivi de parcours, ou de processus industriel afin d'être capable de reconnaître les différents constituants, de les choisir, de les positionner et les raccorder, d'effectuer la mise en œuvre de ces types d'équipements et de leur suivi d'exploitation.

#### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 8.1

Tableau 1 : Classement par catégorie.

1<sup>re</sup> catégorie → effectif > 1 500  
 2<sup>e</sup> catégorie → 701 < effectif < 1 500  
 3<sup>e</sup> catégorie → 301 < effectif < 700  
 4<sup>e</sup> catégorie → effectif ≤ 300  
 5<sup>e</sup> catégorie → selon type établissement

L'ASSERVISSEMENT est un matériel dont la fonction est d'assurer l'évacuation du public et de déclencher automatiquement l'alarme incendie.

LE DÉSENFUMAGE est un compartimentage du bâtiment avec des portes coupe-feu qui se ferment automatiquement et des trappes de désenfumage qui s'ouvrent, pour éviter la propagation du feu.

### 1.3. Différents types d'alarmes incendie

La réglementation a défini quatre type d'alarmes (1, 2, 3, 4) qui sont déterminés selon le local d'après le tableau 2 de la page précédente. Les fonctions assurées par chaque type sont définies dans le tableau ci-dessous.

Fonctions assurées	Types d'alarmes			
	1	2	3	4
Dispositif à commande automatique, détecteur d'incendie	☒			
Dispositif à commande manuelle, bris de glace ou membrane	☒	☒	☒	☒
Tableau de signalisation avec alimentation autonome	☒	☒		
Tableau de signalisation sans source autonome			☒	☒
Diffuseurs d'alarme générale	☒	☒	☒	
Autre type de diffusion sonore				☒

En plus des quatre types d'alarmes normalisées, il existe des DAD (Détecteur Autonome Déclencheur). Ces appareils sont utilisés localement pour l'ouverture de désenfumage et la fermeture de portes coupe-feu.

## 2 Appareillage alarme incendie

### 2.1. Architecture d'un système de sécurité incendie (fig. 1)

On distingue trois parties essentielles : l'acquisition des informations, leur traitement, et les organes de signalisation et de combat de l'incendie.

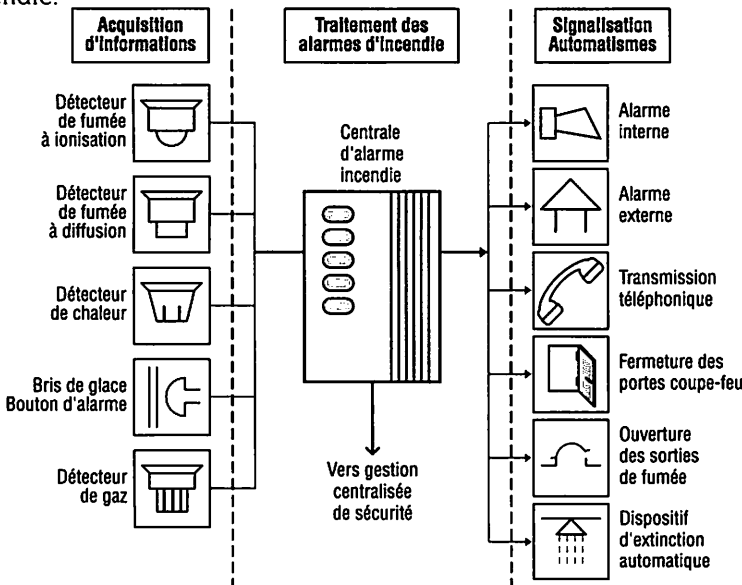


Fig. 1 : Structure générale d'un système d'alarme incendie.

### 2.2. Acquisition des informations

La présence d'une flamme, de fumée, ou une élévation anormale de la température sont détectées par des capteurs.

#### a) Détecteur thermique (fig. 2)

Il comporte une thermistance (fort coefficient de température) qui provoque l'alarme dès que la température atteint de 57 à 65 °C.

#### b) Capteur thermovélocimétrique (fig. 3)

Il détecte la vitesse d'élévation de la température. Une élévation de température de 7 °C par minute provoque l'émission d'un signal de vitesse d'élévation de température.

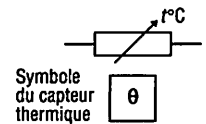


Fig. 2 : Symbole d'une thermistance.

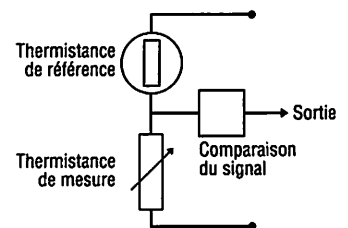


Fig. 3 : Détecteur thermovélocimétrique.

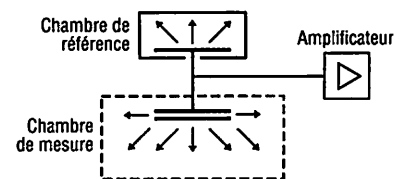


Fig. 4 : Détecteur à ionisation.

**c) Capteur de détection de fumée (fig. 4)**

Son fonctionnement est basé sur une chambre d'analyse à ionisation, ouverte à l'air ambiant, et activé par un radio-élément (élément faiblement radioactif). La détection est faite avant l'apparition des flammes.

**d) Détecteur à diffusion de lumière (fig. 5)**

Il utilise l'effet d'un rayon lumineux dans une salle obscure, où l'on voit toutes les particules de poussière en suspension dans l'air.

**e) Capteur à rayonnement infrarouge (fig. 6)**

Le rayonnement infrarouge émis par un foyer d'incendie est détecté par des cellules photo-électriques sensibles à ce rayonnement.

**f) Détecteur de gaz toxique (fig. 7)**

Lorsqu'il y a dégagement de certains gaz toxiques (oxyde de carbone) la résistance d'une perle de céramique semi-conductrice décroît.

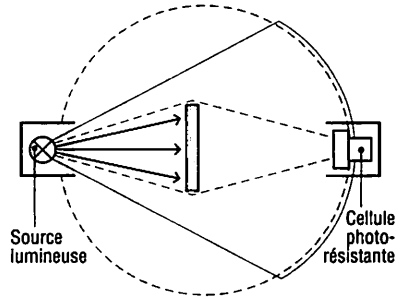


Fig. 5 : Détecteur à diffusion de lumière.

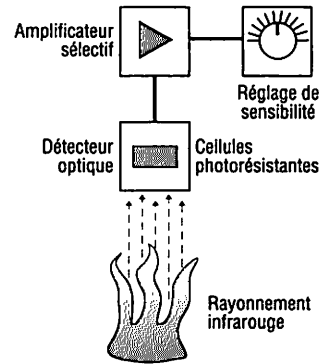


Fig. 6 : Détecteur infrarouge.

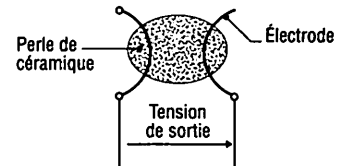


Fig. 7 : Détection de gaz toxiques.

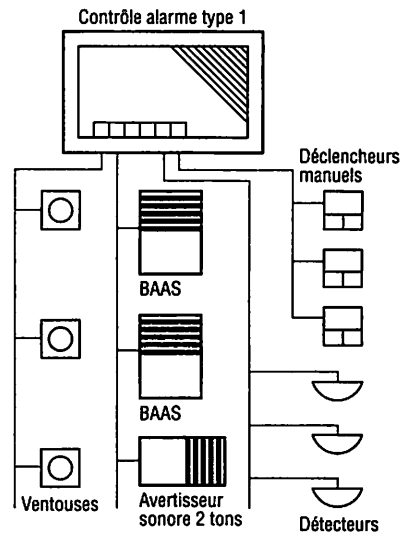
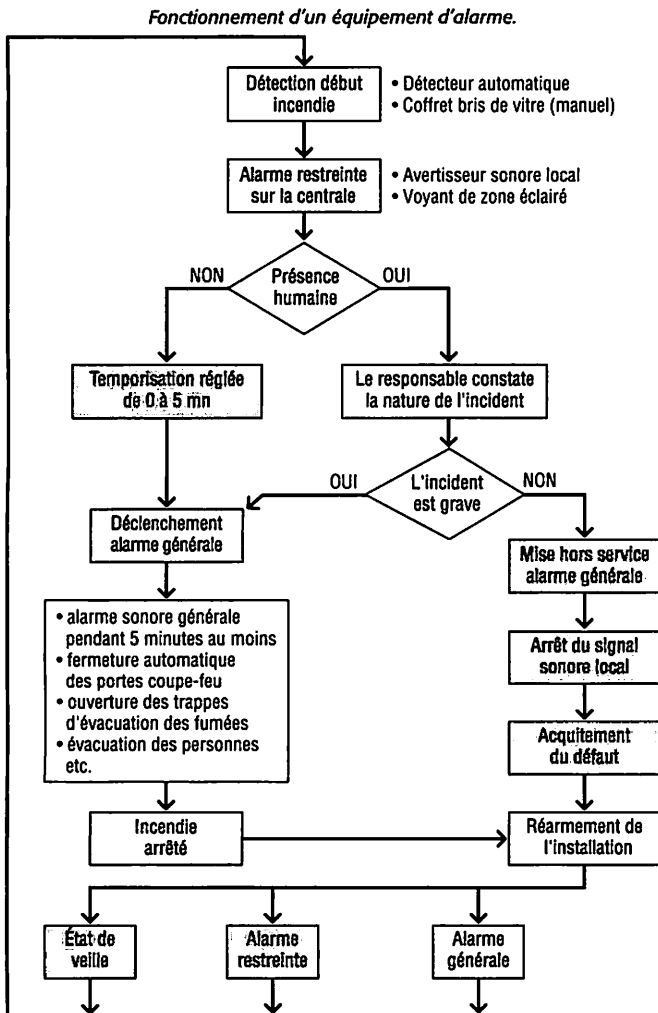
**2.3. Centrale d'alarme**

C'est le véritable cerveau du système de protection. C'est l'interface obligatoire entre l'homme et le système de protection contre l'incendie.

**a) Fonctions à remplir**

- Avertir du début d'un sinistre le personnel et les secours extérieurs.
- Situer le lieu du sinistre (voyants par zone).
- Assurer la commande de certains automatismes, coupe-feu.

**b) Organigramme de fonctionnement**



BAAS : bloc alarme autonome sonore

Fig. 8 : Exemple de raccordement d'une alarme incendie type 1.

### c) Modes de surveillance

- Alarme restreinte : l'alarme est donnée immédiatement à la centrale qui déclenche un signal uniquement au niveau du tableau.
- Alarme générale : en plus de l'alarme restreinte, il y a déclenchement de l'alarme générale avec une temporisation réglable de 0 à 5 min.
- État de veille : pendant la présence du public, l'équipement d'alarme doit être en état de veille générale.

## 2.4. Donner d'alarme

La centrale incendie assure elle-même les commandes :

- alarme sonore locale ;
- puis alarme sonore générale après une temporisation.

La centrale d'alarme (fig. 9) peut aussi commander automatiquement :

- la fermeture des portes ou des clapets sur les transports de fluides ;
- l'arrêt des systèmes de ventilation ;
- la commande des installations de désenfumage ;
- le basilage lumineux des voies d'évacuation ;
- la commande de système d'extinction automatique d'incendie.

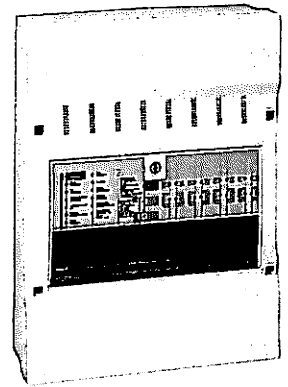


Fig. 9 : Centrale signalisation incendie (Legrand).

## 3 Alarmes techniques

Dans les immeubles, les usines ou les bâtiments de commerces ou de bureaux, toutes les anomalies des matériels ou des installations doivent être signalées (organigramme fig. 10).

On doit surveiller le fonctionnement normal :

- des ascenseurs, monte-charge ;
- des chaufferies, groupes surpresseurs, groupes électrogènes ;
- des systèmes de ventilation, climatisation, extraction d'air ;
- des postes de transformation, éclairage de secours...

### 3.1. Principe de fonctionnement

Chaque défaut ou anomalie de marche doit agir sur un contact électrique. Le défaut peut être du type permanent ou fugitif.

Tout défaut fugitif ou permanent doit être signalé sur le tableau par une alarme sonore et un voyant avec maintien de l'indication visuelle tant que le défaut persiste.

Le tableau d'alarme technique est placé à la vue du personnel de surveillance (concierge, gardien, service d'entretien).

### 3.2. Constitution

La centrale d'alarme technique comporte un tableau avec :

- un voyant par alarme technique, et un ronfleur pour l'alarme sonore ;
- des boutons-poussoirs tests d'alarmes ; tests des lampes ;
- une alimentation électrique autonome.

### 3.3. Signalisation des défauts

Les défauts sont signalés :

- soit par fermeture de ligne, encore appelée émission de tension (ET) ;
- soit par ouverture de ligne, ou ouverture d'un contact manque de tension (MT). Cette méthode est appelée à sécurité positive, l'alarme est déclenchée même en cas de coupure du câble.

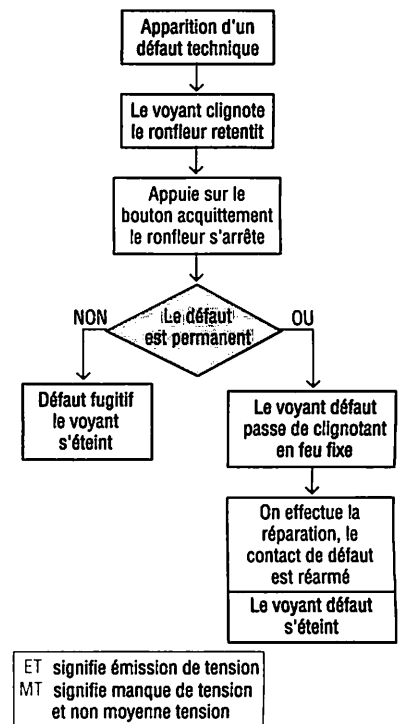


Fig. 10 : Organigramme de fonctionnement d'une alarme technique.

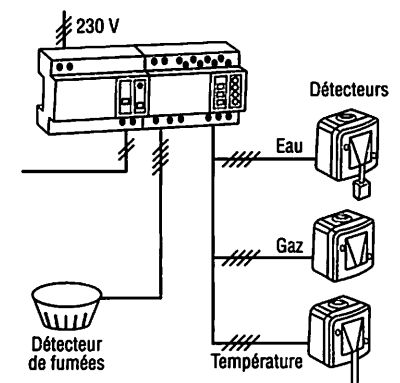


Fig. 11 : Schéma de principe d'installation d'alarmes techniques.

## L'essentiel

- Le système d'alarme incendie a pour but de détecter l'incendie, dès son début, de localiser l'endroit où le sinistre s'est déclaré. Il doit fonctionner même en l'absence de courant.
- Les établissements relevant de la réglementation sont classés en cinq catégories, en fonction du nombre de personnes qu'ils accueillent. Il existe quatre types d'alarmes. Celle de type 1 comporte des détecteurs automatiques et manuels. Les autres types ne comportent que des détecteurs manuels. Un tableau de signalisation avec source d'alimentation autonome est obligatoire pour les types 1 et 2.
- Un système d'alarme incendie, ou de défaut technique, comporte toujours : l'acquisition des informations, le traitement des alarmes, les dispositifs de signalisation et de commande automatique.
- L'alarme restreinte est limitée à une signalisation sonore et visuelle au tableau. L'alarme générale est donnée à tous les bâtiments (sirènes). L'état de veille générale est obligatoire pendant la présence du public.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Les établissements recevant du public sont appelés ERP.
2. Le choix d'une centrale d'alarme dépend du type d'établissement.
3. Le choix d'une centrale d'alarme dépend du nombre de personnes qui sont dans un établissement.
4. Il existe sept catégories d'établissements classées en fonction de l'effectif.
5. Le type d'alarme 1 se différencie du type 2 par la présence de détecteurs automatiques.
6. Dans tous les systèmes d'alarme, l'alimentation doit être autonome.
7. Tous les systèmes d'alarme doivent posséder une commande manuelle ou bris de glace.
8. Le risque d'incendie est le plus important quand on est en alarme de type 4.
9. La surveillance des locaux est faite par les détecteurs et par coffrets bris de glace.
10. Un capteur thermovélocimétrique mesure la température en fonction de la longueur du local.
11. La centrale d'alarme permet de déclencher l'alarme sonore.
12. La centrale d'alarme signale la zone où est situé un début d'incendie.
13. Une centrale d'alarme ne permet pas d'assurer la commande de coupe-feu.
14. Un système de désenfumage permet d'actionner des ventilateurs dans la zone signalée.
15. Un DAD est un Détecteur Automatique de Défaillance.
16. Un BAAS et un Bloc Autonome d'Alarme Sonore.
17. Un système d'alarme incendie en alarme restreinte déclenche immédiatement l'alarme sonore générale.
18. Une alarme en état de veille est obligatoire durant la présence du public.
19. Une alarme technique prend en mémoire et signale tout défaut détecté.
20. En lisant une documentation, on apprend qu'une alarme technique fonctionne par ouverture de ligne (MT), c'est-à-dire qu'elle fonctionne en Moyenne Tension.

## RÉSOLUS

1. On vous demande d'installer une alarme incendie dans une discothèque située en sous-sol. Quel type d'alarme allez-vous installer ? Précisez les détecteurs et les organes de signalisation à employer. Le local peut contenir 350 personnes.

**Solution :** On recherche dans le tableau de la page 253. La discothèque est associée à une salle de danse pour 350 personnes : on est en 3<sup>e</sup> catégorie. Salle de danse en sous-sol, 3<sup>e</sup> catégorie donne une alarme de type 2, avec asservissement et désenfumage obligatoires. On utilisera des détecteurs à bris de verre et un tableau de signalisation à source autonome. Le système d'alarme général sera sonore.

2. On souhaite installer une alarme dans un établissement scolaire comportant un internat. Précisez le type d'alarme et donnez les références des détecteurs à utiliser (voir feuilles de documentation).

**Solution :** Un internat comporte une zone de sommeil, donc une alarme de type 1.

a) Il faut des détecteurs automatiques. On peut utiliser :  
– un détecteur thermique : réf. 406-12 ;  
– un détecteur de fumée optique : réf. 406-11.

b) Pour les détecteurs manuels, on peut utiliser :  
– un coffret à membrane déformable en saillie : réf. 380-18.

## À RÉSOUDRE

1. Vous devez effectuer l'installation électrique d'un restaurant classé en 5<sup>e</sup> catégorie. Quel type d'alarme allez-vous installer ?

2. Dans le restaurant ci-dessus, quels sont les dispositifs complémentaires à installer en plus de la centrale d'alarme ?

3. Une pension de famille est classée en 4<sup>e</sup> catégorie.

- Quel type d'alarme allez-vous utiliser ?
- Précisez les capteurs à mettre en œuvre et donnez leurs références.
- Indiquez s'il y a lieu de prévoir :  
– un dispositif de désenfumage ;  
– des portes coupe-feu asservies.
- Donnez la référence du tableau d'alarme.

4. Un foyer est classé en 3<sup>e</sup> catégorie. Il est installé sur deux niveaux.

- Quel type d'alarme utiliser ? Donnez sa référence.
- Précisez les capteurs à mettre en œuvre. Indiquez leur référence.
- Faut-il prévoir des portes coupe-feu ?
- Doit-on mettre une alarme générale ?

5. Le signal sonore du tableau de signalisation incendie retentit, et un voyant de zone clignote. Que faut-il faire ?

6. On vous demande d'installer un tableau d'alarme technique dans un bâtiment d'habitation comportant 3 ascenseurs, 1 chaufferie, 2 groupes de ventilation, 1 poste de transformation.

- Précisez la référence de la centrale utilisée.
- Ce tableau est installé dans la loge du gardien. Combien doit-il comporter de lignes de détection ?

7. Qu'est-ce qu'un DAD ? À quoi sert-il ? Quand l'installe-t-on ?

8. Sur la documentation d'un constructeur d'alarme de défaut technique, on rencontre les abréviations : ET ou MT pour désigner des circuits de détection de défaut. Que représentent ces abréviations ?

9. À partir du plan architectural d'un hôtel (page 259) établissez les lignes de détection.

- Avec déclencheur automatique (2 lignes).
- Avec déclencheur manuel (2 lignes).

10. Donnez la nomenclature du matériel nécessaire pour cette installation et portez les repères (chiffres) sur le plan architectural (p. 259).

11. À partir des résultats des exercices 9 et 10, en utilisant la documentation (p. 261 à 264) donnez les références de chaque appareil.

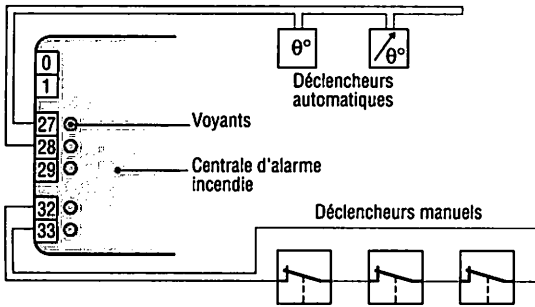


### 1. Schémas d'installation alarme incendie

#### 1.1. Règles générales

- Les tableaux de signalisation d'alarme sont alimentés en 230 V alternatif et possèdent une source d'énergie autonome, ou à proximité immédiate.
- Les détecteurs automatiques d'une même zone sont câblés en série. On ne dépasse pas 20 détecteurs par boucle. De même pour les déclencheurs manuels.
- Les câbles utilisés sont non-propagateurs de la flamme (catégorie C 2).
- Les avertisseurs d'alarme peuvent être alimentés par un même câble qui doit être bouclé.

#### 1.2. Exemple de raccordement



#### 1.3. Schéma architectural

Ce schéma indique la position des différents appareils du système d'alarme incendie d'un hôtel. Les **indicateurs d'action** sont des voyants qui indiquent les détecteurs ayant fonctionnés.

- Centrale d'alarme incendie
- Indicateur d'action
- Ventouse électromagnétique
- Avertisseur
- Déclencheur manuel
- Déclencheur automatique

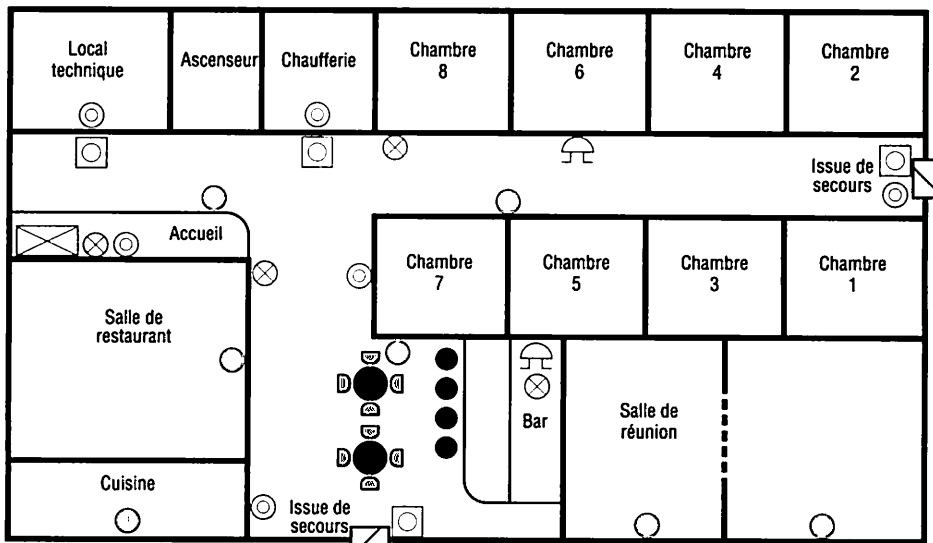


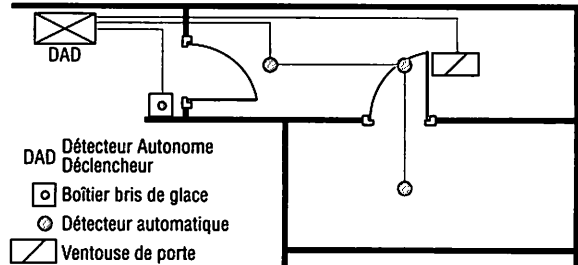
Schéma architectural pour un système d'alarme incendie d'un hôtel.

### 2. Détecteur autonome déclencheur (DAD)

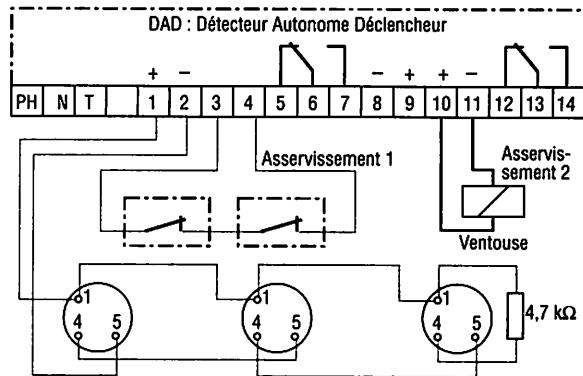
C'est une mini-centrale d'alarme autonome qui permet une détection partielle, automatique d'incendie et l'alimentation de ventouses électromagnétiques. Il assure les commandes suivantes :

- fermeture de porte coupe-feu ;
- déclenchement d'un organe de désenfumage ;
- déverrouillage de porte pour issue de secours ;
- fermeture de clapet coupe-feu.

#### 2.1. Plan architectural



#### 2.2. Schéma de raccordement



## 3. Alarme défauts techniques

Son rôle essentiel est d'alimenter, de surveiller, de localiser les différents défauts techniques qui peuvent être dus à un arrêt anormal d'ascenseurs, de chaufferie, de ventilation, de pompes, etc.

### 3.1. Principe de détection

Comme dans les circuits d'alarme du chapitre précédent, on utilise des boucles de détection (voir p. 248) :

- à ouverture de circuit ou manque de tension (MT) ;
- à fermeture de circuit ou émission de tension (ET).

### 3.2. Circuit à résistance de boucle variable

Pour connaître le détecteur qui a fonctionné, on place des résistances de valeurs connues aux bornes de chaque détecteur. À chaque détecteur qui s'ouvre correspond une résistance de la boucle donc un courant qui indique le capteur concerné.

Exemple :

$$D1, D2, D3 \text{ fermé} = \frac{24}{8} = 3 \text{ A}$$

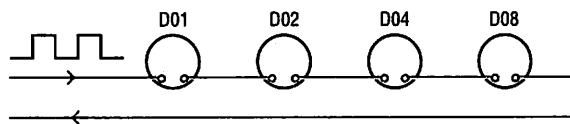
$$D1 \text{ ouvert} \quad R = 16 + 8 = 24 \quad I = 24/24 = 1 \text{ A}$$

$$D2 \text{ ouvert} \quad R = 32 + 8 = 40 \quad I = 24/40 = 0,6 \text{ A}$$

$$D3 \text{ ouvert} \quad R = 60 + 8 = 68 \quad I = 24/68 = 0,35 \text{ A}$$

Ce principe est utilisé pour vérifier la présence des câbles sur les poulies de chaque pylône d'un télési.

### 3.3. Circuit à adressage de détecteur



Chaque détecteur est codé à une adresse, et les informations circulent par séries d'impulsions codées. L'unité centrale interroge périodiquement tous les capteurs pour connaître leur état 0 ou 1.

## 4. Centrale alarme défauts techniques

### 4.1. Principe de fonctionnement

La centrale regroupe pour chaque détection :

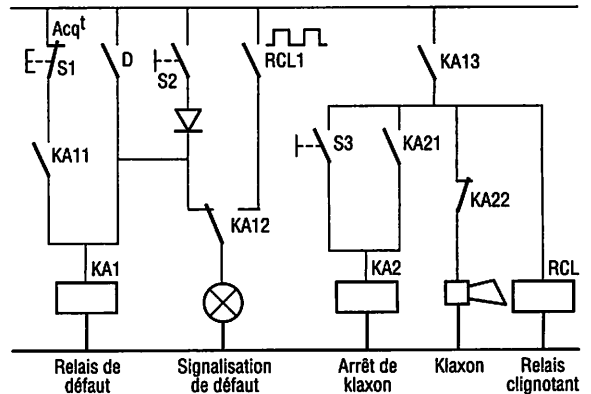
- l'affichage lumineux de l'alarme ;
- le fonctionnement continu du klaxon.

Elle comporte 3 commandes :

- S1 : acquittement du défaut ;
- S2 : contrôle de l'état de la lampe ;
- S3 : commande d'arrêt du klaxon.

Le défaut est matérialisé par la fermeture du contact D.

### 4.2. Schéma à relais



### 4.3. Analyse du fonctionnement

#### a) À l'apparition d'un défaut

Fermeture du contact D de défaut et

- le relais KA1 s'enclenche et s'auto-alimente par KA11,
- le contact KA12 alimente la lampe de signalisation qui clignote par le contact du relais RCL (alimenté par KA13).

#### b) Arrêt du klaxon

L'action sur le bouton S3 enclenche le relais KA2 qui s'auto-alimente par KA21 et le contact KA22 coupe le klaxon, mais la lampe continue à clignoter.

#### c) Prise en compte du défaut

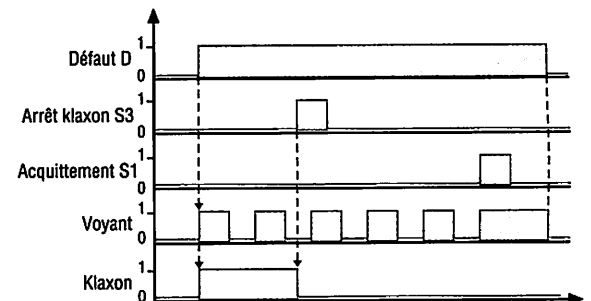
On appuie sur le bouton S1 d'acquiescement, le relais KA1 déclenche :

- KA11 s'ouvre, plus d'auto-alimentation ;
- KA12 s'inverse, la lampe s'éclaire en feu fixe ;
- le contact de KA13 s'ouvre et coupe le circuit du klaxon et du relais clignotant.

#### d) Disparition du défaut

Le contact D s'ouvre. Le circuit de signalisation est coupé. La lampe s'éteint. Le cycle est terminé.

### Chronogramme

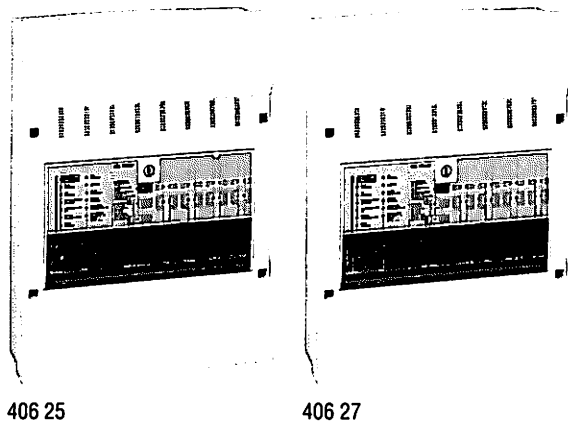


### Conclusion

- À l'apparition du défaut : klaxon et lampe clignotante.
- Prise en compte du défaut et arrêt du klaxon.
- Acquittement du défaut, la lampe passe en feu fixe.
- Disparition du défaut, la lampe s'éteint.

## Équipement d'alarme incendie - type 1

### S.S.I. de catégorie A



406 25

406 27

Réf. Conforme à la norme NF S 61-936, NF S 61-935, NF S 61-934 (certifié NF MIC et NF CMSI)  
 Conforme à la norme EN 54-2 et EN 54-4  
 Évolutif de 2 à 24 boucles de détection (détecteurs automatiques ou déclencheurs manuels)  
 Il se compose d'un tableau réf. 406 25 intégrant un C.M.S.I. (Centralisateur de Mise en Sécurité Incendie) pouvant piloter :

- 1 zone d'évacuation
- 1 zone de mise en sécurité (2 lignes)

Le tableau réf. 406 25 est évolutif, de 2 à 8 boucles de détection

- livré équipé d'un module réf. 406 89 comprenant 2 boucles
- Peut recevoir 3 modules supplémentaires réf. 406 89, 2 boucles par module

Le tableau réf. 406 25 peut être associé à un tableau extension réf. 406 27 évolutif de 10 à 24 boucles  
 Le tableau réf. 406 27 peut recevoir 8 modules réf. 406 89

Classe II □ - IP 30 - IK 07  
 Alimentation 230 V~ - 50 Hz

#### Tableau de détection et de mise en sécurité (évolutif de 2 à 8 boucles) avec C.M.S.I. intégré

406 25 Le tableau est livré équipé d'un module réf. 406 89 (2 boucles). Maximum par boucle : 25 détecteurs automatiques 406 11/12, 25 déclencheurs manuels  
 Le tableau peut recevoir 3 modules réf. 406 89 supplémentaires  
 Le C.M.S.I. comprend :

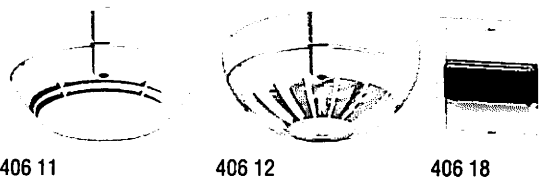
- 1 unité de gestion d'alarme UGA pouvant piloter des diffuseurs sonores :
- 40 réf. 415 10 ou 40 réf. 415 06 ou 10 réf. 415 14
- ou des B.A.A.S. : 30 réf. 406 38 ou 30 réf. 406 42
- 2 lignes de mise en sécurité fonctionnant en manque de tension permettant de piloter une mise en sécurité sur une zone globale

Livré sans batterie

406 27 **Tableau extension évolutif de 10 à 24 boucles**  
 S'associe au tableau réf. 406 25  
 Livré non équipé  
 Peut recevoir 8 modules 2 boucles réf. 406 89

406 89 **Module boucles de détection**  
 Équipé de 2 boucles de détection  
 Chaque boucle peut recevoir 25 déclencheurs ou 25 détecteurs

407 48 **Batteries 3 Ah**  
 Équipé d'un contact O/F par boucle 48 V - 0,5 A - 25 VA  
 Si utilisation réf. 406 25 seul, utiliser 2 batteries réf. 407 48



406 11

406 12

406 18

#### Réf. Détecteurs

Certifié NF MIC

406 11 **Détecteur de fumée à principe optique**  
 Permet la détection rapide d'un début d'incendie avant l'apparition des flammes  
 Surface moyenne de la détection : 60 m<sup>2</sup>  
 Livré avec socle pour entrée de câble par l'arrière

406 12 **Détecteur thermique**  
 Détecte une élévation de température avec un seuil de + 60 °C  
 Surface moyenne de la détection : 30 m<sup>2</sup>  
 Livré avec socle pour l'entrée de câble par l'arrière

406 14 **Réhausse pour détecteurs automatiques**  
 Permet une arrivée des câbles latérale (moulure DLP par exemple)

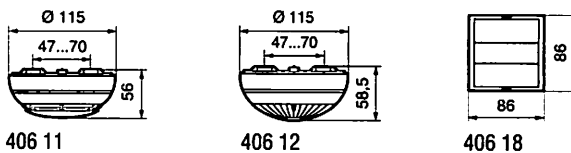
406 18 **Indicateur d'action**  
 Permet le report de l'indication d'alarme à l'extérieur du local à partir d'un détecteur  
 Fixation encastrée (ou saillie avec boîte réf. 380 44)

407 95 **Vérificateur de fonctionnement des détecteurs**  
 Pour réf. 406 11  
 Livré avec perche télescopique de 2,5 m et cartouche de gaz

407 96 Pour réf. 406 12  
 Livré avec perche télescopique de 2,5 m

407 99 Cartouche de recharge pour réf. 407 95 (à utiliser impérativement avec la perche)

#### Cotes

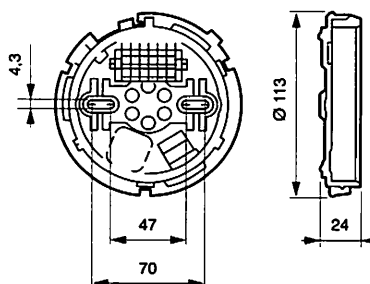


406 11

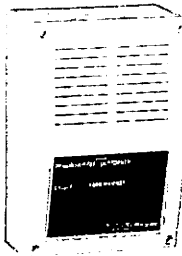
406 12

406 18

Vue de dessus du socle réf. 406 11 et réf. 406 12



## Détecteur autonome déclencheur (D.A.D.)



406 01

Réf. **D.A.D.**  
Permet une détection partielle automatique d'incendie et l'alimentation de ventouses électromagnétiques  
Permet de répondre aux impositions particulières du règlement de sécurité dans les établissements de type M, P, S...  
Assure la commande de :

- fermeture de porte coupe-feu
- déclenchement d'un organe de désenfumage
- fermeture d'un clapet coupe-feu

Conforme aux prescriptions de l'arrêté du 31/01/86 sur la protection des bâtiments d'habitation contre l'incendie

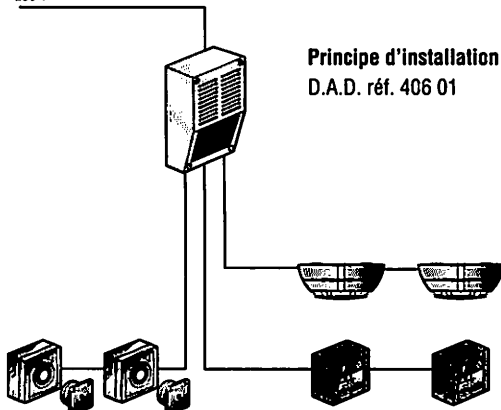
Le D.A.D. ne doit en aucun cas être utilisé pour assurer la commande de dispositifs d'extinction incendie (ex. : sprinkler) et d'alarme évacuation

406 01 **Détecteur autonome déclencheur (D.A.D.)**  
Conforme à la NF S 61-961  
Certifié NF MIC  
Certificat DAD 007/A1  
IP 55 - Classe II  
Alimentation 230 V~ - 50-60 Hz  
Équipé de :

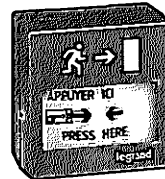
- 1 jeu de batteries 1,2 Ah nickel-cadmium
- 2 contacts d'asservissement O/F, 48 V~ - 5 A - 250 VA
- borniers débrochables pour le câblage

Équipé d'une boucle automatique recevant au maximum 2 détecteurs de même nature (thermiques ou optiques) et d'une boucle pour 2 déclencheurs manuels maximum  
Possibilité d'asservissement : 3 dispositifs maximum, d'une puissance totale de 6 W maximum  
Autonomie : 4 h  
Livré avec résistance de 3,3 kΩ

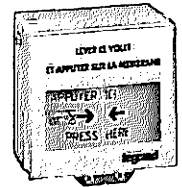
230 V



## Déclencheurs manuels pour coupure d'urgence ou arrêt d'urgence



380 15



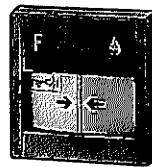
380 16

Réf. **Coffrets à membrane déformable**  
Pression pour déformer la membrane : 2,5 kg  
Plastique - Réarmement avec outil spécial livré avec le coffret  
1 contact O/F 5 A - 230 V~  
IP 40  
Pour commande d'issue de secours  
A utiliser que sous TBTS

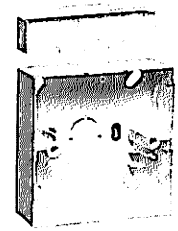
Coloris vert  
380 15

Coloris jaune  
380 15

**Pour commande de système d'extinction**  
Livré avec volet de protection  
1 contact O/F 5 A - 250 V~



380 18



380 44

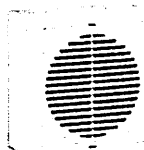
Réf. **Coffrets à membrane déformable**  
Pour équipement d'alarme incendie  
Pression pour déformer la membrane : 2,5 kg  
Avec contact à ouverture et à fermeture de ligne  
Plastique  
Réarmement avec outil spécial fourni avec l'appareil  
1 contact O/F : 0,1 A - 48 V ~

380 18 Saillie IP 40  
380 19 Encastré IP 40  
380 30 Saillie IP 44

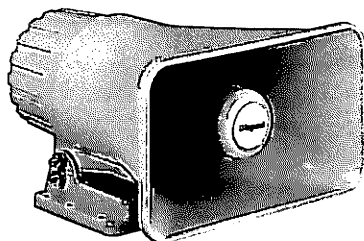
Position des contacts réf. 380 18/19



## Diffuseurs sonores 2 tons pour évacuation d'urgence



415 06 sur cadre réf. 380 44



415 14

Réf.

Son émis conforme à la norme AFNOR NF S 32-001  
Possibilité d'alimentation par coffret d'énergie ou par  
alimentation continue redressée filtrée  
Fonctionnement continu 200 h

### Classe A - IP 30

Puissance acoustique à 2 m : 70 dB

Livrés avec griffes

Fixation à vis dans boîte réf. 891 24/25/26

ou sur cadre réf. 380 44

Dim. : 86 × 86 × 15 mm

Coloris blanc	Tension	Puissance en W	Consommation moyenne en mA	Tension mini (V)
415 05	12 V	0,2	20	10
415 06	24 V	0,4	20	20
415 07	48 V	1	20	40

### Classe B - IP 21

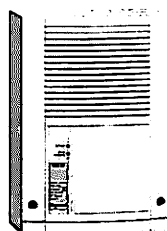
Coloris blanc	Puissance acoustique à 2 m : 90 dB	Fixation saillie. Dim. : 190 × 165 × 90 mm		
415 09	12 V	0,4	35	10
415 10	24 V	0,6	25	20
415 11	48 V	1,6	35	40

### Classe C - IP 44

Coloris blanc	Puissance acoustique à 2 m : 105 dB	Fixation saillie		
415 14	24 V	4,2	175	20

## Réf. Bloc autonome d'alarme sonore (BAAS) satellite type Sa

- 406 38 Conforme à la norme NF C 48-150 (certifié NF AEAS)  
Classe II ☐  
Coloris blanc  
S'associe aux blocs Pr réf. 406 43/44/46  
Émet le son AFNOR NF S 32-001 « alarme générale » (90 dB à 2 m)  
Autonomie sur batterie : 72 h de veille + 5 mn d'alarme générale  
Livré avec batterie

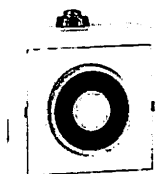


406 38

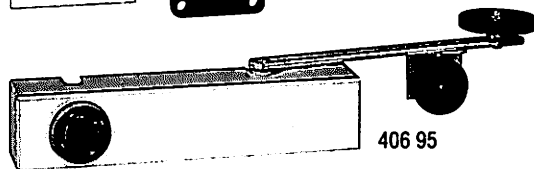
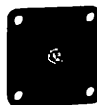
## Réf. Bloc autonome d'alarme sonore (BAAS) à message préenregistré type Same

- 406 42 Conforme à la NF C 48-150 (certifié NF AEAS)  
Classe II ☐  
Coloris blanc  
S'associe aux blocs Pr réf. 406 43/44/46  
Permet la diffusion d'un message parlé (préenregistré en usine) pendant 20 s, suivi du son AFNOR NF S 32-001 (90 dB à 2 m), ou la diffusion permanente de ce message  
Ce bloc d'alarme s'installe principalement dans les établissements de type M, L, P...  
Autonomie sur batterie : 72 h de veille + 5 mn d'alarme générale  
Livré avec batterie

## Ventouses électromagnétiques et asservissements



406 86



406 95

## Réf. Ventouses électromagnétiques pour porte coupe-feu

Assurent la fermeture automatique des portes coupe-feu

Composition :

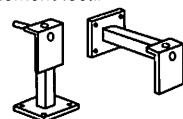
- Boîtier de raccordement coloris blanc RAL 9010 avec élément électromagnétique, fixation murale en saillie
  - Rondelle métallique articulée pour fixation sur porte
- Alimentation 24 V ...  
Consommation 25 mA  
Puissance 0,6 W

### Boîtier polycarbonate

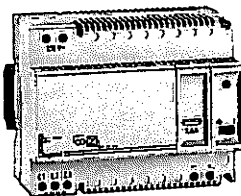
- 406 85 Sans bouton-poussoir de déclenchement local  
406 86 Avec bouton-poussoir de déclenchement local  
**Antivandale boîtier métallique**  
406 83 Sans bouton-poussoir de déclenchement local  
406 84 Avec bouton-poussoir de déclenchement local

### Support métallique

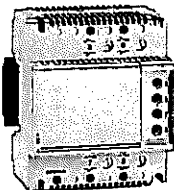
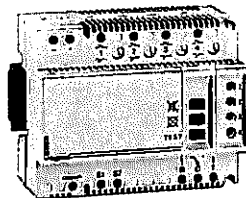
- 406 99 Pour fixation au sol ou murale  
S'utilise avec les ventouses réf. 406 83/84/85/86



## Alarmes techniques modulaires 4 à 8 directions



042 14 Coffret alimentation + coffret 4 directions



042 15

### Réf. Alarmes techniques 4 à 8 directions

Permettent la détection et la signalisation des anomalies ou défaillances techniques des installations  
 Fonctionnement sur défaut fugitif (ex. : bouton-poussoir) ou défaut permanent (ouverture ou fermeture maintenue sur un contact)  
 Mémorisation du 1<sup>er</sup> défaut  
 Isolation électrique renforcée entre l'alarme et les appareils de types ascenseurs, aérothermes, photocopieurs, congélateurs...  
 Autonomie sur batterie : voir tableau

#### Centrale 4 directions

(ancienne référence 065 14)

#### 042 14 Coffret alimentation + coffret 4 directions

- Informe l'utilisateur par un signal sonore et visuel
  - Renvoie l'information d'alarme par contact O/F sur tableau de synthèse ou transmetteur téléphonique
  - Permet l'acquiescement sonore de toute l'installation et l'acquiescement visuel après réparation des défauts
- Composition :

- Coffret d'alimentation 12 V ~ - 0,5 A
- Accumulateurs étanches au cadmium nickel 0,25 Ah
- Équipé d'un fusible 0,8 A
- 1 voyant de fonctionnement
- Entrée 230 V ~ - sortie 12 ~
- Coffret 4 directions protégées équipé de :

- 1 voyant rouge par direction
- 1 poussoir test lampe et ronfleur
- 1 poussoir acquiescement sonore
- 1 poussoir acquiescement lumineux
- 1 contact O/F 48 V ~ - 1 A - 60 VA pour renvoi d'information d'alarme

#### Coffret complémentaire 4 directions (ancienne référence 065 15)

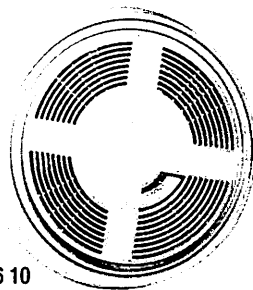
042 15 S'associe à la centrale 4 directions réf. 042 14 pour constituer une centrale 8 directions

Nombre de modules de 17,5 mm

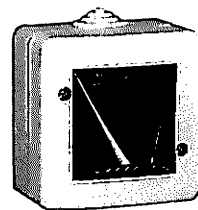
12

4

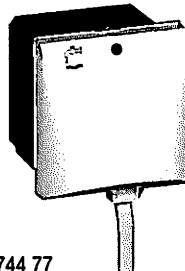
## Détecteurs techniques pour alarmes techniques



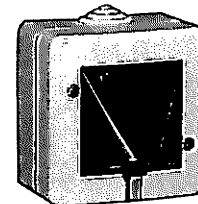
406 10



916 81



744 77



916 83

### Détecteurs

Permettent de renvoyer une information d'alarme sous forme de contact sec NF 48 V ~ - 1 A - 60 VA sur l'alarme technique réf. 042 14

#### Détecteur de fumée à usage domestique

Détecte les fumées blanches (chaufferie, combustion d'un câble, de bois, papier, chiffon...)

Consommation :

- en veille 10 mA
- en alarme 100 mA

#### Détecteur de gaz

Détecte la présence de gaz tels que butane, propane, gaz de ville

Consommation :

- en veille 170 mA
- en alarme 190 mA

#### Détecteur d'inondation

Détecte la présence de liquide conducteur pour une hauteur donnée (hauteur d'installation)

Consommation :

- en veille 0,1 mA
- en alarme 20 mA

Livré avec sonde de niveau d'eau et cordon longueur 2 m

#### Détecteur d'élévation de température

Signale une élévation de température de congélateur à partir de - 150 °C

Consommation :

- en veille 0,1 mA
- en alarme 20 mA

Livré avec sonde et cordon longueur 2 m.

Les détecteurs s'associent à la centrale réf. 042 14

406 10

Mosaic 45 Plexo 55 s  
744 76 916 81

744 77 916 82

744 73 916 83

Anciennes références Plexo 55

918 81

918 82

918 83

# 27

## Communication

Le besoin de communiquer entre deux personnes rapprochées s'effectue naturellement par la parole, le regard, les gestes ; dès que ces personnes sont éloignées, ou séparées par des obstacles, on fait appel à des systèmes électriques qui permettent la transmission de signaux sonores, ou visuels, de la parole, de l'image.

### 1 Téléaffichage

Un système de téléaffichage permet d'inscrire des informations sur un ou plusieurs panneaux qui sont visibles du public concerné.

#### 1.1. Exemples de téléaffichage

- informations sur l'autoroute (fig. 1) ;
- tableau des scores sur un stade ;
- arrivée, ou départ des trains ou des avions (fig. 2).

#### 1.2. Constitution du système de téléaffichage

Le système de téléaffichage comporte le tableau et son pupitre de commande (fig. 3).

##### a) Le panneau d'affichage

Il peut être réalisé par un procédé électromécanique (volets indexables).

Par un procédé électrique, avec des lampes.

Par un affichage sur écran d'ordinateur.

##### b) Le pupitre de commande

Il doit assurer les fonctions suivantes :

- écriture et modification des informations
- effacement des indications affichées.

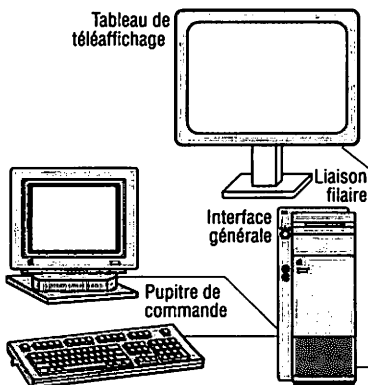


Fig. 3 : Constitution générale d'un téléaffichage.

#### OBJECTIFS

Acquérir les connaissances relatives aux équipements concernant les communications internes pour les locaux publics ou privés afin d'être capable :

- de reconnaître les différents constituants, de les choisir ;
- d'effectuer la mise en œuvre et le suivi d'exploitation.

Applications retenues :

- téléaffichage-téleguidage ;
- interphonie ;
- distribution d'heure.

#### SAVOIR TECHNOLOGIQUE

S 8.2

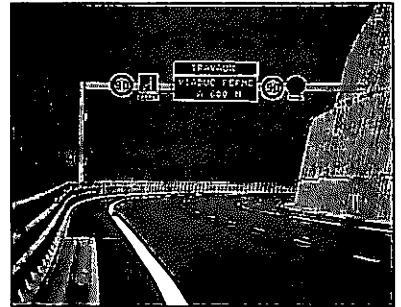


Fig. 1 : Panneau de téléaffichage sur autoroute.

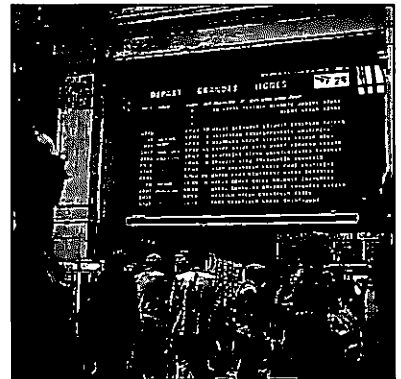


Fig. 2 : Écran d'affichage des horaires d'arrivée des trains.

## 2 Téléguidage

Le téléguidage a pour but d'indiquer un itinéraire à suivre, en signalant sur place les endroits où se rendre. La signalisation hospitalière en est un exemple.

### 2.1. Fonctions à réaliser

#### a) Appel de malade (fig. 4)

Il s'effectue par un bouton-poussoir, placé dans une poire branchée à un bloc d'éclairage situé à la tête du lit. L'appel doit être transmis simultanément à tous les endroits où peut se trouver l'infirmière.

#### b) Retour d'appel (fig. 5)

Il indique au malade que son appel a bien été enregistré. Un voyant s'éclaire en clignotant dans la chambre.

#### c) Renvoi d'appel (fig. 6)

Il permet de tranquilliser le malade. L'infirmière appuie sur un bouton qui permet de faire passer le voyant de clignotant lent à un feu fixe.

#### d) Réponse infirmière (fig. 7)

Lorsque l'infirmière est dans une chambre quelconque et qu'elle perçoit un appel sonore, elle peut à l'aide d'un bouton du bloc de porte signaler au malade qu'elle a reçu son appel (appel entendu).

#### e) Présence infirmière (fig. 8)

En entrant dans la chambre et en appuyant sur un bouton du bloc de porte, elle commande un voyant du hublot extérieur qui permet de la localiser.

#### f) Appel d'urgence (fig. 9)

Il est fait par l'infirmière, en présence d'un malade dans une chambre, ou par un malade dans les locaux sanitaires.

#### g) Effacement d'appel (fig. 10)

Ils sont effectués par l'infirmière quand elle quitte la chambre qu'il s'agisse d'un appel normal ou d'un appel d'urgence.

#### h) Liaison phonique

Lorsque les chambres sont munies d'un haut-parleur, l'infirmière peut parler au malade depuis le pupitre de contrôle. On peut aussi transmettre un programme radiophonique.

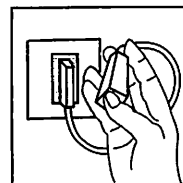


Fig. 4 : Appel du malade.

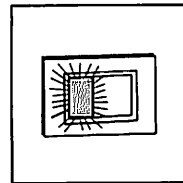


Fig. 5 : Retour d'appel.

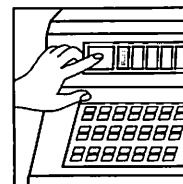


Fig. 6 : Renvoi d'appel.

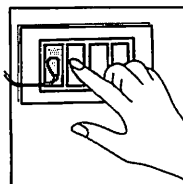


Fig. 7 : Réponse d'infirmière.

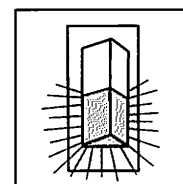


Fig. 8 : Présence infirmière.

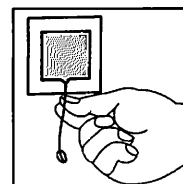


Fig. 9 : Appel d'urgence.

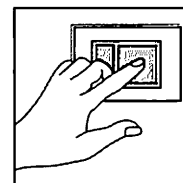


Fig. 10 : Effacement d'appel.

### 2.2. Implantation d'une installation

Le système comporte (fig. 11) :

- dans chaque chambre, un bouton-poussoir d'appel, et un bloc de porte, à l'usage de l'infirmière ;
- dans le couloir, un hublot par chambre, et un pupitre dans la salle de garde.

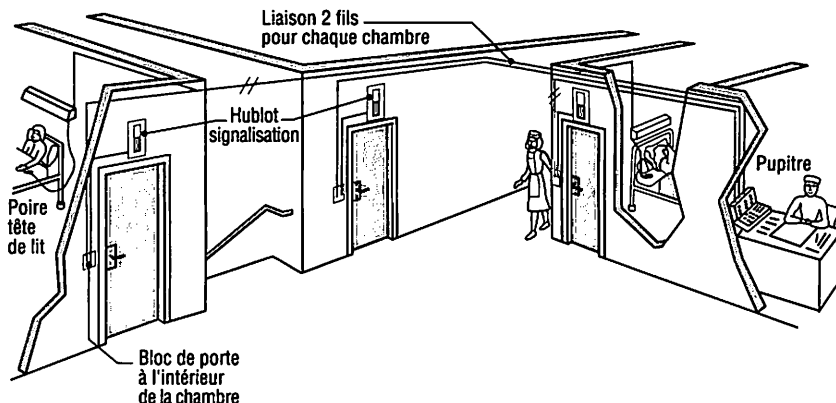


Fig. 11 : Exemple d'implantation d'une installation.



### 3 Relations phoniques (interphone)

Il s'agit de faire communiquer à distance deux personnes en utilisant la transmission électrique des sons.

#### 3.1. Principe (fig. 12)

On parle devant un microphone qui transforme les vibrations sonores (1) en un courant électrique modulé (2). Ce courant modulé est transmis par une ligne électrique jusqu'à un écouteur qui transforme le courant modulé en vibrations sonores (3).



Fig. 12 : Transmission téléphonique.

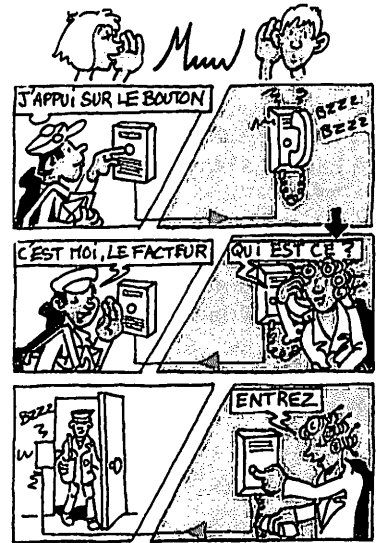


Fig. 13 : Fonctions d'une installation.

#### 3.2. Fonctions d'une installation

L'installation d'interphonie doit remplir les fonctions suivantes (fig. 13) :

- appel du poste extérieur par action sur un bouton-poussoir ;
- réception de l'appel sur un combiné à l'intérieur ;
- établissement de la liaison phonique entre les deux correspondants qui peuvent alors se parler ;
- commande d'une gâche électrique pour l'ouverture de porte.

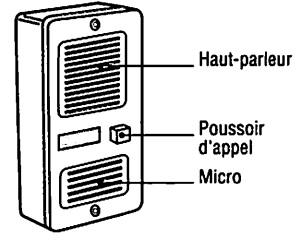


Fig. 14 : Poste extérieur à encastrer.

#### 3.3. Disposition du matériel

Une installation d'interphonie comporte essentiellement :

- un boîtier extérieur avec porte-étiquette, bouton-poussoir, microphone et haut-parleur (fig. 14) ;
- un boîtier intérieur (fig. 15) possédant : un combiné téléphonique, une sonnerie, un bouton-poussoir d'ouverture de porte ;
- une gâche électrique, et une alimentation électrique en 12 ou 24 V.

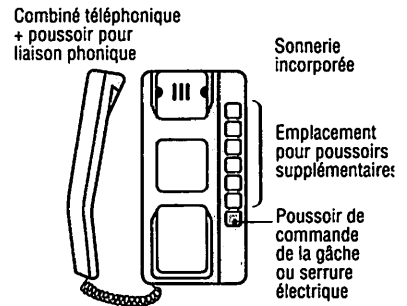


Fig. 15 : Poste intérieur.

#### 3.4. Exemple d'installation

L'installation est destinée à un immeuble et comporte en plus une centrale et un boîtier aiguilleur pour communiquer jusqu'à 63 appartements (fig. 16). Un clavier codé permet d'accéder à chaque appartement.

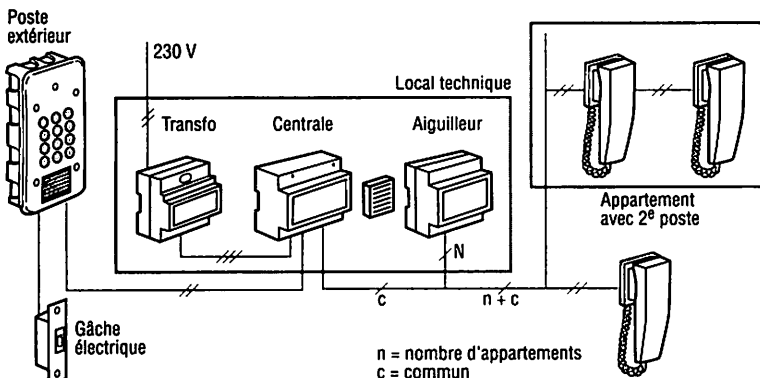


Fig. 16 : Portier d'immeuble avec clavier codé avec gâche électrique.

#### CLASSIFICATION DES INSTALLATIONS D'INTERPHONIE :

- Portier de villa
- Portier d'immeuble
- Portier vidéo
- Interphone de bureau

## 4 Distribution de l'heure

La distribution de l'heure répond au besoin de synchroniser les activités d'un ensemble de personnes : dans les écoles, les administrations, les entreprises.

### 4.1. Principe général

La distribution électrique de l'heure est faite à partir d'une base de temps matérialisée par une horloge directrice appelée *horloge mère*. Cette horloge commande, par des impulsions électriques, des horloges réceptrices (fig. 17) montées en série ou en parallèle sur une ligne de distribution.

### 4.2. Horloge mère

Elle est encore appelée pilote émetteur d'impulsions. Son rôle est de générer des impulsions électriques à une fréquence fixe 24 heures sur 24 et 365 jours par an. Ces impulsions de pilotage permettent le pilotage et la synchronisation des horloges réceptrices.

Exemple d'organigramme d'une horloge mère (fig. 18).

### 4.3. Horloges réceptrices

Elles reçoivent des impulsions toutes les 30 secondes (fig. 19) et affichent l'heure, soit sur un cadran (horloge à aiguille), soit sous forme numérique (horloges à volets tournants) (fig. 20).

### 4.4. Distribution 2 ou 3 fils

#### a) Distribution 2 fils

C'est le système le plus courant. Il met en œuvre des impulsions de polarités inversées toutes les 30 secondes.

#### b) Distribution 3 fils

Ce système est analogue au système de distribution 2 fils, mais le troisième fil permet à la fin de chaque heure une remise à l'heure systématique de toutes les pendules réceptrices.

### 4.5. Avantages de la distribution de l'heure

- Fonctionnement en parfait synchronisme de toutes les horloges secondaires, avec la précision de l'horloge mère. Silence de fonctionnement.
- Marche assurée, même en cas de coupure de courant secteur.
- Remise à l'heure simultanée (changement de l'heure été-hiver).

## 5 Commande par téléphone

On peut communiquer par téléphone avec une installation électrique dans les deux sens :

- **transmetteur téléphonique** (voir documentation p. 250), il appelle 2, ou 4 numéros, et signale par message vocal les anomalies ou défauts de l'installation ;
- **commande téléphonique**, qui permet d'ouvrir ou de fermer des circuits à partir de n'importe quel poste téléphonique (voir documentation p. 274).

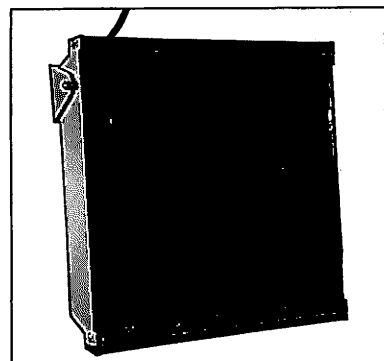


Fig. 17 : Horloge électronique à diodes (Agetem®, marque de Charvet Industrie).

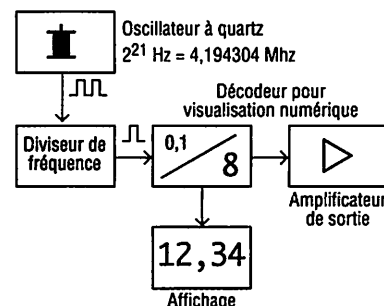


Fig. 18 : Organigramme d'une horloge mère.

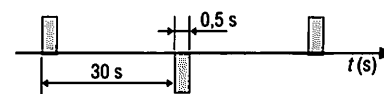


Fig. 19 : Impulsions générées par l'horloge mère.

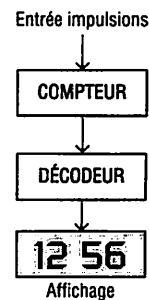


Fig. 20 : Organigramme horloge réceptrice numérique.

## L'essentiel

- Le besoin de communiquer instantanément entre deux personnes éloignées est réalisé par les liaisons phoniques et visuelles. Le transport de la voix s'effectue avec un courant électrique modulé.
- La signalisation en milieu hospitalier, réalise plusieurs fonctions. Appel du malade, retour d'appel, renvoi d'appel, réponse infirmière, présence infirmière, appel d'urgence, effacement d'appel, liaison phonique. Selon les cas, une ou plusieurs parties de ces fonctions sont remplies par l'installation.
- La transmission téléphonique à courte distance est réalisée par les installations d'interphones, souvent installées entre une entrée et une maison ou un appartement.
- La distribution de l'heure permet d'avoir la même heure dans toute une entreprise, un collège, un lycée, etc. Cela permet de synchroniser toutes les activités.
- Les boîtiers de commande téléphonique permettent d'ouvrir, ou de fermer un contact électrique à distance en utilisant un poste téléphonique quelconque.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Un téléaffichage permet d'informer un public concerné.
2. Un panneau indicateur manuel de score sur un stade constitue un téléaffichage.
3. Le téléguidage consiste à indiquer un itinéraire à suivre avec une signalisation électrique.
4. Le retour d'appel est le fait qu'un voyant indique que l'infirmière a reçu son appel.
5. L'appel d'urgence est fait par un malade qui souffre très fort.
6. La présence infirmière dans une chambre est signalée par un hublot extérieur.
7. En parlant devant un micro, on module un courant (variation de ce courant).
8. Un écouteur permet de transformer le courant modulé en sons audibles par une personne.
9. L'interphonie consiste à parler à plusieurs simultanément sur une ligne téléphonique.
10. Une installation d'interphone permet de communiquer entre un visiteur et une personne dans un appartement.
11. Pour appeler un appartement précis, il faut connaître le code de cet appartement.
12. Une personne qui reçoit un appel doit d'abord appuyer sur la commande d'ouverture avant de parler.
13. Dans une installation de distribution de l'heure, c'est l'horloge réceptrice qui commande toutes les autres.
14. Pour effectuer une remise à l'heure centralisée, on utilise une distribution trois fils.
15. Une horloge mère est appelée aussi pilote émetteur d'impulsions.
16. Le courant dans un circuit d'interphonie ou de conversation est du courant alternatif 230 V.
17. Un circuit de distribution de l'heure peut commander un programmeur de sonneries.
18. Un transmetteur téléphonique permet de commander une installation électrique de n'importe quel téléphone.
19. Les défauts d'une installation où les effractions sont signalés par un bloc de commande téléphonique.
20. Dans un circuit téléphonique primaire, le micro et l'écouteur sont montés en série.

# RÉSOLUS

1. Étant donné un immeuble comportant 3 niveaux avec 4 appartements par niveau, on vous demande :

- De réaliser le schéma de principe de l'installation avec un portier d'immeuble interphone.
- D'établir la liste du matériel à l'aide de la documentation (p. 273).

**Solution :**

a. Schéma de principe de l'installation du portier d'immeuble (fig. 21).

b. Nomenclature du matériel :

- |                                   |               |
|-----------------------------------|---------------|
| 1 transformateur d'alimentation   | réf. 042 37 ; |
| 1 centrale audio                  | réf. 041 50 ; |
| 1 aiguilleur pour 16 appartements | réf. 041 66 ; |
| 12 postes intérieurs en saillie   | réf. 408 56 ; |
| 1 clavier codé                    | réf. 410 55 ; |
| 1 platine porte-noms              | réf. 410 99 ; |
| 1 gâche électrique                | réf. 408 98.  |

2. Donnez la référence d'une commande par téléphone permettant de commander par une ligne téléphonique la mise en route d'une chaudière à fuel et un allumage extérieur.

**Solution :** Une commande par téléphone 4 canaux de type axiophone convient, sa référence : 036 20.

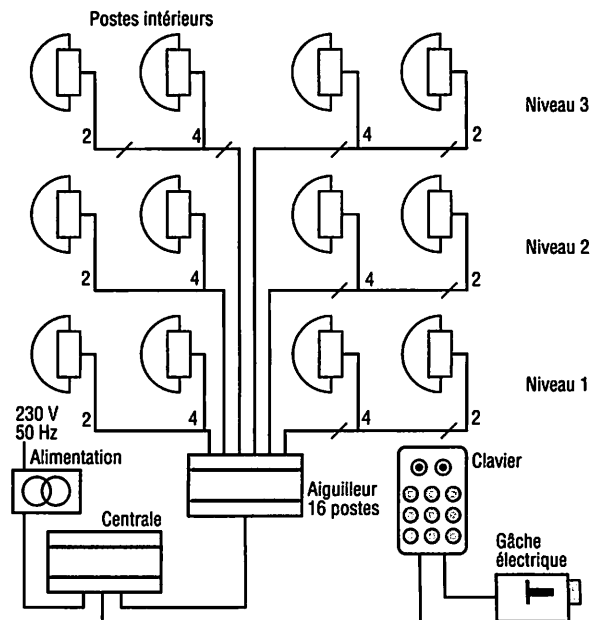


Fig. 21 : Schéma de principe du portier d'immeuble.

# À RÉSOUDRE

1. On souhaite installer dans une maison de retraite un système de téléguidage réalisant les fonctions suivantes : appel de la personne, retour d'appel, effacement d'appel. La maison de retraite ci-dessus comporte 48 chambres. Précisez la liste du matériel nécessaire pour l'ensemble des chambres sans indiquer les références.

2. Vous devez installer un portier de villa qui fonctionne en interphonie, avec une commande de l'ouverture automatique de porte depuis la villa.

- Établissez un schéma unifilaire de l'installation.
- Établissez la liste du matériel nécessaire.

3. Les copropriétaires d'un immeuble comportant 8 appartements décident d'équiper leur porte d'entrée avec un clavier codé et un interphone.

- Établissez un schéma unifilaire de l'installation.
- Établissez la liste du matériel à mettre en œuvre avec les références.

4. Étant donné le schéma du contrôle d'accès de bureau et en suivant la disposition donnée page 271 :

a) Sur le schéma de principe, indiquez où se situent les boutons-poussoirs, voyants, relais.

b) Établissez le schéma interne : du bloc porte, du bloc bureau et du bloc relais.

c) Repérez les bornes et effectuez le schéma multifilaire de l'installation.

5. Donnez la référence d'une commande par téléphone permettant de commander par une ligne téléphonique la mise en route ou l'arrêt de 6 départs du tableau de distribution terminale.

6. Exécutez le schéma de principe d'un départ contrôlé par un boîtier de commande téléphonique.

7. Pourquoi dans une installation de distribution de l'heure chaque pendule réceptrice est alimentée par un shunt ?

8. En étudiant le schéma de la commande des sonneries (page 272), on constate que le disque de la semaine est en série avec 2 disques journaliers, pourquoi ?

### 1. Circuit téléphonique : interphonie

Dans toute l'installation téléphonique, deux fils et uniquement deux permettent de signaler un appel, de parler, d'écouter.



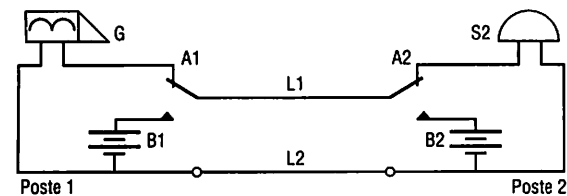
#### a) Circuit de conversation

Le microphone, l'écouteur et la source sont montés en série. C'est le circuit de base de la téléphonie (fig. 12).

#### b) Circuit d'appel

Pour prévenir la personne demandée, on établit un circuit d'appel.

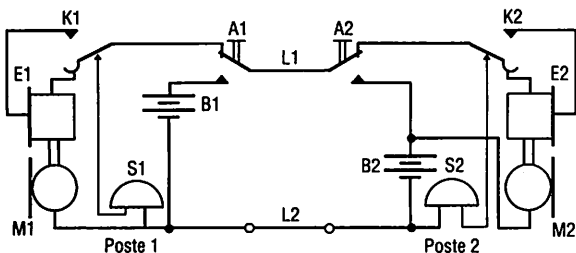
En actionnant l'inverseur A1, la batterie B1 alimente la sonnerie S2. En manœuvrant l'inverseur A2, on alimente la gâche électrique par B2.



#### c) Circuit d'appel et de conversation

En utilisant deux fils de ligne et des inverseurs on réalise une installation simple d'interphonie.

- A1 bouton d'appel ;
- A2 bouton de commande de gâche ;
- K1, K2 contacts inverseurs actionnés lorsqu'on décroche les combinés.



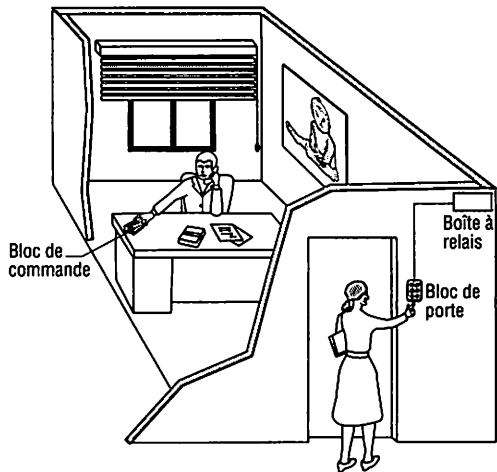
L'appui sur le bouton d'appel provoque la sonnerie du poste demandé. En décrochant les combinés le circuit de conversation est établi. Ce montage de base ne permet pas de dépasser quelques centaines de mètres. Il est employé en interphonie avec des amplificateurs à transistors.

### 2. Accès de bureau

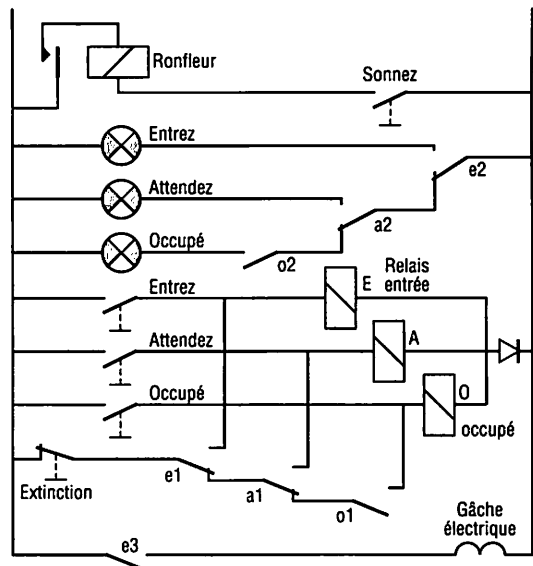
#### a) Fonctions à réaliser

- Le visiteur signale sa présence.
- L'occupant du bureau peut signaler par des indications au visiteur : « entrez », « occupé », « attendez ».

#### b) Disposition de l'installation



#### c) Schéma de principe



- L'appui sur le bouton « sonnez » provoque le fonctionnement du rouffleur.
- L'appui sur le bouton-poussoir « entrez » provoque l'excitation du relais E, lequel s'auto-alimente par e<sub>1</sub> et allume le voyant « entrez » par le contact e<sub>2</sub> et le contact e<sub>3</sub>, provoque l'ouverture de la porte en alimentant la gâche électrique.
- La fermeture du bouton « attendez » ou « occupé » provoque un fonctionnement analogue au bouton « entrez » à l'exception de la gâche.

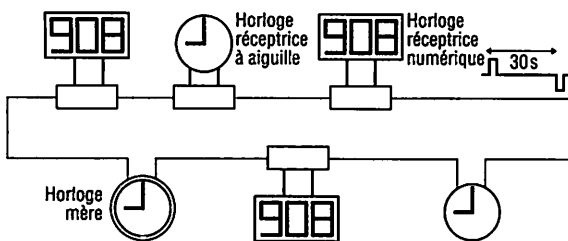
## 3. Distribution de l'heure

### a) Symboles utilisés

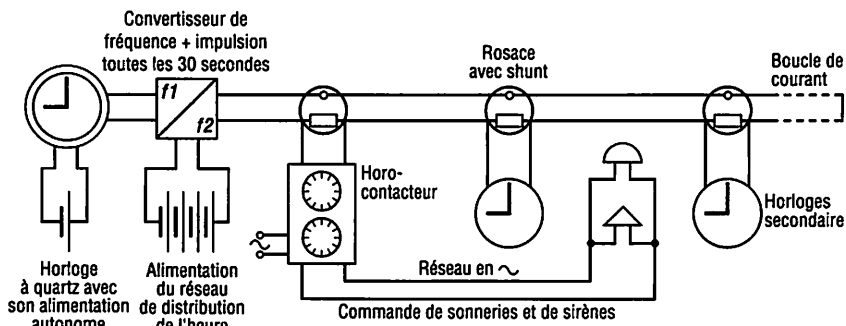
	Horloge, symbole général ou horloge secondaire
	Horloge mère
	Horloge à contacts
	Convertisseur d'impulsions de la fréquence $f_1$ (horloge mère) à la fréquence $f_2$ (horloges secondaires)
	Horloge synchrone pour 50 Hz
	Horloge à dispositif de remontage par moteur électrique
	Interrupteur fermé de 18 heures à 23 heures avec horloge à dispositif de remontage par moteur électrique

### b) Schéma de principe

Les horloges réceptrices sont montées en série. Le branchement de chacune d'elles étant assuré par un shunt qui assure la continuité du circuit.



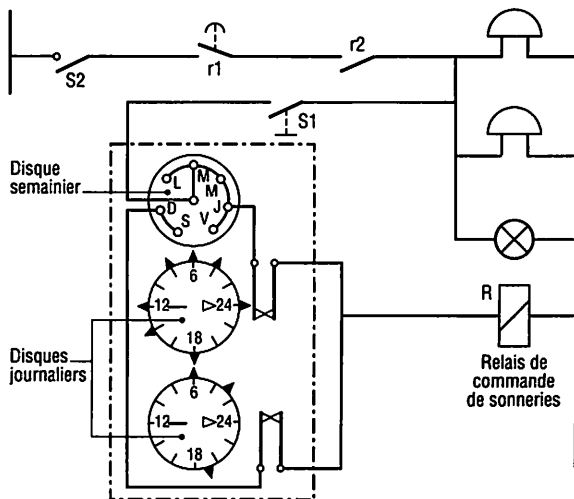
L'horloge mère assure l'émission des impulsions à partir d'une source (batterie) indépendante de son fonctionnement.



### c) Commande de sonneries

on utilise un programmeur assurant la commande de sonneries ou de sirènes à heures précises.

#### Schéma



#### Fonctionnement

Un mouvement d'horloge réceptrice entraîne un disque faisant un tour en 24 heures et sur lequel on peut obtenir des impulsions de 5 en 5 minutes en plaçant des broches dans des perforations.

On distingue deux types de disques :

- le disque journalier avec graduation (horaire),
- le disque semainier qui sélectionne des disques journaliers.

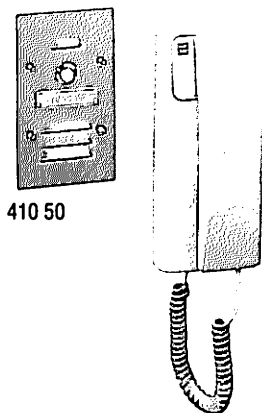
Un relais de commande des sonneries R permet de régler par ses contacts  $r1$  et  $r2$  la durée de la sonnerie de 1 à 20 secondes.

- S1 : commande manuelle de sonnerie ;
- S2 : marche arrêt de la signalisation sonore.

Ce système est remplacé par des programmeurs électroniques à base de microprocesseurs.

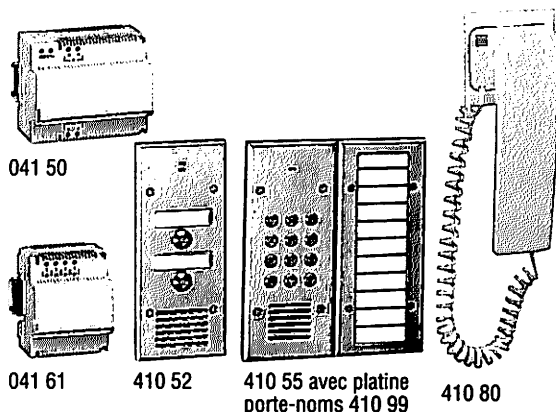
### d) Schéma de distribution de l'heure

**Portier de villa interphone Beverly antivandale**



410 50

**Portier d'immeuble interphone antivandale Beverly jusqu'à 63 appartements**



041 50

041 61

410 52

410 55 avec platine porte-noms 410 99

410 80

**Réf. Kit portier audio - Conversation simultanée**

- Raccordement simple : par l'intermédiaire de 2 fils
- Appel du résident par le bouton-poussoir du poste extérieur
  - Porte-étiquette lumineux
  - Réception de l'appel par sonnerie dans le poste intérieur
  - Liaison phonique par simple décrochage du combiné
  - Commande de gâche par bouton-poussoir situé sur le combiné

**Composition :**

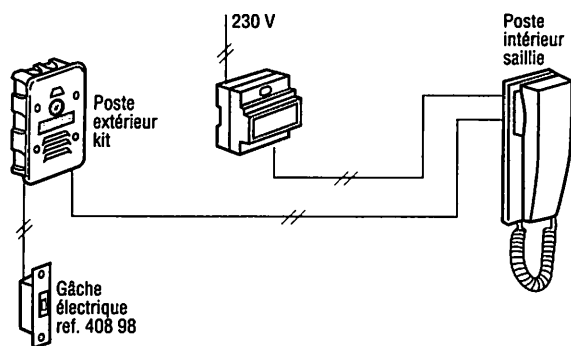
- Transformateur 230 V / 12 V - 3 modules de 17,5 mm pour montage dans le tableau d'abonné
  - 1 poste intérieur à combiné avec sonnerie et commande de gâche
  - 1 poste extérieur inox antivandale avec porte-étiquette lumineux, micro, HP et bouton-poussoir
- Livré avec boîte d'encastrement Superbox et clé spéciale pour vis de fixation

**410 50** Kit poste intérieur saillie

**Accessoires pour kits audio**

- 408 98** Gâche à maintien pour ouverture à droite ou à gauche 12 V~ ou 0,5 A - 6 W - 158 x 26 x 32 mm
- Toute gâche de puissance supérieure à 9 W ou tout autre dispositif seront relayés à l'aide de l'interface de commande réf. 041 73
- 410 86** Cadre visière inox pour pose en saillie du poste extérieur

**Principe d'installation**



**Réf.**

- Secret de conversation
- Appel du résident par bouton-poussoir ou par numéros sur clavier
- Fonction contrôle d'accès par clavier double fonction (appel résident + ouverture de gâche)
- Conversation simultanée
- Possibilité d'ajouter 1 poste audio en parallèle ou 1 sonnerie supplémentaire

**041 50** Centrale audio  
De 1 à 63 appartements

**041 61** Aiguilleur pour 4 appartements (maximum 2)  
Se connecte directement à la centrale réf. 041 50 (non compatible avec réf. 041 66)

**041 66** Aiguilleur pour 16 appartements (maximum 4)  
Se connecte directement à la centrale réf. 041 50 (non compatible avec réf. 041 61)

**042 37** Transfo d'alimentation  
230 V / 12 et 24 V

**Postes extérieurs encastrables inox antivandale**

Poste livré avec boîte d'encastrement, micro - haut-parleur, et clé spéciale pour vis de fixation

**Avec contrôle d'accès**

- 410 55** Clavier codé assurant 2 fonctions :
- code secret pour ouverture de la gâche (utiliser une gâche à maintien 9 W maxi ou réf. 408 98)
  - code pour appeler les résidents
- 410 99** Platine porte-noms inox livrée avec étiquettes (33 noms maxi) éclairées par lampe pour identification des résidents

**Postes intérieurs**

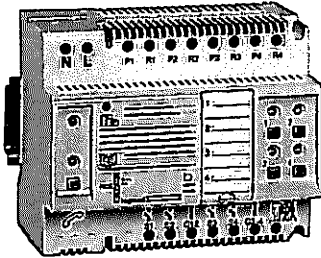
**Poste encastrable**

**410 80** Combiné avec sonnerie et commande de gâche  
Reçoit une plaque Diplomat light 1 poste  
S'encastre dans boîte Superbox réf. 891 25

**Poste saillie**

**408 56** Bloc audio avec combiné sonnerie et commande de gâche

## Commande par téléphone de chauffage et autres fonctions



036 20

Emb. Réf.

### Axiophone

Mise en service ou arrêt de tout dispositif par téléphone, par exemple :

- chauffage
- arrosage
- simulation de présence
- fermeture et ouverture de volets, stores

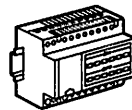
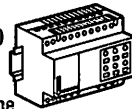
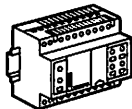
Permet le pilotage du thermostat réf. 037 95, du programmeur 2 zones réf. 037 94 et du gestionnaire d'énergie réf. 038 95

Fonctionnement très convivial grâce à la synthèse vocale et la simplicité de passage des ordres en appuyant sur les touches du téléphone

Sauvegarde permanente des états et configurations

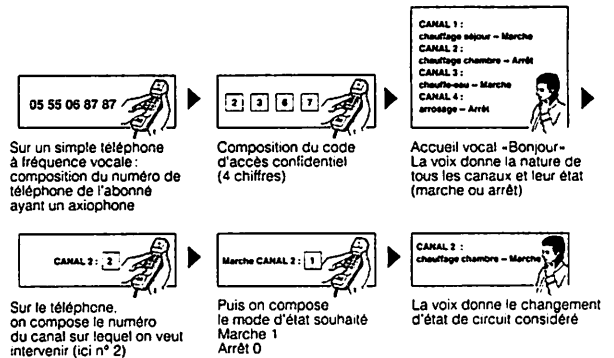
**10 circuits maxi**

- 1 036 20 Axiophone 4 canaux  
Permet la commande et/ou le contrôle de 4 canaux distincts (en mode poussoir ou inter, 2 A par canal)  
Possibilité de raccorder 4 commandes par poussoirs déportés  
Possibilité de personnaliser les canaux grâce à un lexique de 32 mots préenregistrés  
Largeur 6 modules  
Livré avec cordon France Télécom de 3 mètres équipé d'une fiche adaptatrice et avec émetteur de signal  
Agréé DGPT
- 1 036 22 Auxiliaire pour axiophone réf. 036 20  
6 canaux (2 A par sortie)  
Permet d'étendre à 10 le nombre total de canaux pilotés par l'axiophone  
Se connecte sans précâblage à l'axiophone réf. 036 20
- 1 036 21 Auxiliaire courant porteur CAD pour axiophone réf. 036 20  
6 canaux  
Permet de transformer un ordre transmis par téléphone en message courant porteur pour commander n'importe quel récepteur CAD  
Se connecte sans précâblage à l'axiophone réf. 036 20

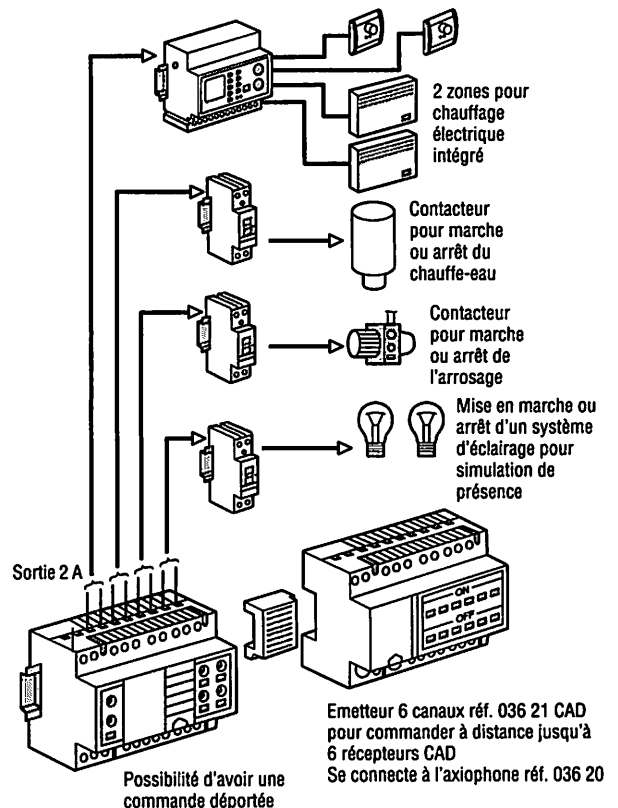


## Commande par téléphone

### Fonctionnement et programmation d'un axiophone 4 canaux



### Principe de fonctionnement





# 28

## Gestion des utilitaires

### 1 Définition d'une gestion des utilitaires

La gestion des utilitaires, appelée aussi contrôle du bâtiment, permet d'optimiser l'emploi de tous les appareils qui interviennent dans un bâtiment.

Les différentes fonctions concernées sont les suivantes.

**a) Gérer la consommation d'énergie électrique** en fonction du contrat, et en tenant compte de tarifs jour/nuit, de la puissance souscrite, de tarif EJP (effacement jour de pointe).

**b) Réaliser une régulation du chauffage**, température variable extérieure et intérieure, en fonction des heures de la journée (d'où une régulation et une programmation).

**c) Faciliter l'exploitation** par des dispositifs de télécommande et de télésurveillance : c'est le tableau de bord de la maison ou du bâtiment local à distance.

**d) Assurer la sécurité** par détection automatique, grâce à des dispositifs anti-intrusion, incendie et alarmes techniques.

L'ensemble de ces fonctions (fig. 1), parfois indépendantes mais le plus souvent en liaison les unes avec les autres, conduit à deux modes de gestion différents :

- la gestion centralisée ou GTC (Gestion Technique Centralisée) ;
- la gestion décentralisée ou avec bus de communication.

#### OBJECTIFS

Il s'agit dans le domaine de la domotique du pilotage centralisé des récepteurs (électroménager, chauffage, éclairage) de :

- reconnaître les différents constituants ;
- choisir, positionner et raccorder les constituants d'un équipement ;
- effectuer les contrôles, la programmation, la mise en œuvre et le suivi d'exploitation.

**SAVOIR TECHNOLOGIQUE**  
S 8.3

#### GÉRER L'ÉNERGIE

- Contrôler la consommation.
- Adapter les contrats, EJP, Tempo, J/N.
- Optimiser la puissance souscrite.

#### AMÉLIORER LE CONFORT

- Réguler le chauffage.
- Commander, en centralisé ou décentralisé.
- Commander l'éclairage, par télécommande ou en automatique.

#### SÉCURITÉ

- Mettre en œuvre des systèmes d'alarme anti-effraction, incendie, alarmes techniques.

#### COMMUNIQUER

- Commande téléphonique de l'extérieur.
- Transmission à distance des informations.
- Téléphone, minitel, réseaux.
- Réseau informatique.

Fig. 1 : Différentes fonctions réalisées par une gestion des utilitaires.

### 2 Gestion technique centralisée ou décentralisée

#### 2.1. Gestion technique centralisée (GTC)

La gestion technique centralisée vient de la distribution électrique avec tous les départs qui ont pour origine le tableau général de distribution basse tension, appelé encore TGBT. On adjoint à ce tableau les commandes suivantes (fig. 2).

- Les circuits de commande de changement de tarification, heures pleines et creuses, ou EJP (effacement jours de pointe), ou tarification TEMPO.
- Les circuits de délestage pour s'adapter à la puissance souscrite.
- Les commandes de contrôle et de régulation du chauffage.
- Les alarmes techniques, puis anti-effraction, puis incendie.
- Les circuits de surveillance à distance, télétransmission, commande téléphonique.

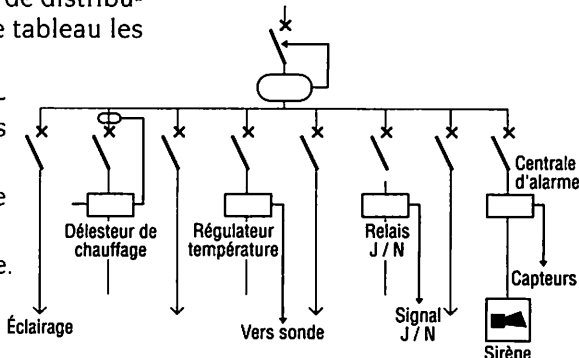


Fig. 2 : Exemple de tableau de gestion centralisée des utilitaires du bâtiment.

L'ensemble de l'installation est câblée (fil à fil), ce qui conduit à une multitude de conducteurs qui partent du tableau central et qui parcourent tout le bâtiment. L'installation est figée, et les modifications de commande des circuits assez chères.

## 2.2. La gestion technique décentralisée ou par BUS

Dans le système de gestion des utilitaires par bus, on sépare le circuit de commande du circuit de puissance. La commande est effectuée par deux fils qui constituent le BUS, qui véhicule toutes les informations.

### Principe de fonctionnement

Toutes les fonctions sont décentralisées au niveau de chaque appareil, chaque appareil est autonome. Le principe est le suivant (fig. 3) :

- **Les appareils d'entrée** (interrupteur, boutons-poussoirs, capteurs...) transforment leur signal en informations codées.
- **Ces ordres ou informations codées** sont véhiculés par le câble bus vers des modules destinataires.
- **Les modules destinataires ou de sortie** interprètent les informations pour les convertir et commander les récepteurs raccordés.

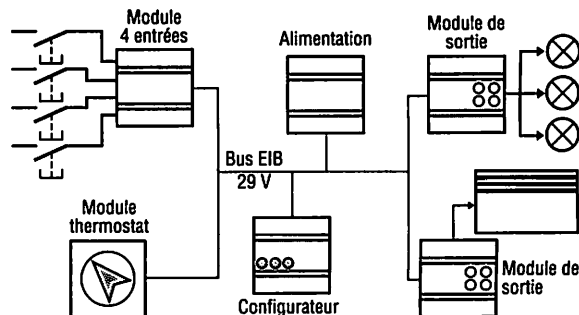


Fig. 3 : Système d'installation pour le pilotage par bus-EIB (Hager).

## 3 Les bus de transmission

Chaque fois que des informations différentes passent successivement par un même conducteur, il y a transmission par bus.

Exemples :

- bus de transmission parallèle type « centronique » pour relier une imprimante à un ordinateur ;
- bus de transmission série entre ordinateur et ligne de téléphone.

### 3.1. Différents bus pour le bâtiment

Il existe selon les pays différentes normes de bus pour le bâtiment. En Europe, on distingue :

- le bus BCI créé par Merlin Gérin (Batibus Club International) ;
- le bus EIB (European Installations Batiment) ;
- le bus européen qui serait la convergence des 2 bus précédents (BCU) ce qui signifie Bus de Communication Unit.

### 3.2. Principe de la transmission

Le bus véhicule à la fois des signaux binaires et la tension d'alimentation des différents modules (Batibus 0-15 V, EIB 0-29 V). Vitesse de transfert 9 600 bits/s.

Le protocole est l'ensemble des règles qui régissent la transmission des signaux sur le bus. On distingue le **système centralisé** (fig. 4), qui exige une unité centrale de gestion (centrale ISIS de Batibus), et le système à intelligence répartie (fig. 5), ou **multi-maître**, où chaque module peut émettre sur le bus, mais qui nécessite un protocole anti-collision.

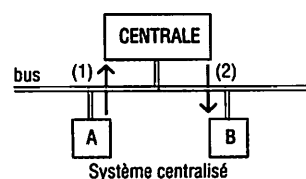


Fig. 4 : Système centralisé.



Fig. 5 : Système à intelligence répartie.

### 3.3. Structure matérielle d'une transmission par bus

Le bus EIB comporte au moins les éléments suivants (fig. 6) :

- une alimentation du bus comportant un filtre ;
- le câble formant bus (fig. 7) ;
- un ou plusieurs modules d'entrée ;
- un ou plusieurs modules de sortie, chaque module permettant d'alimenter par le secteur les récepteurs commandés.

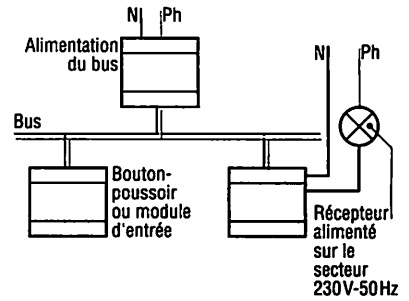


Fig. 6 : Raccordement des éléments au bus et au secteur.

### 3.4. Structure des informations émises

Lors de l'appui sur un bouton-poussoir on émet un ordre d'allumage sur le bus à destination de luminaires, un exemple de séquence de dialogue est donné (fig. 8).

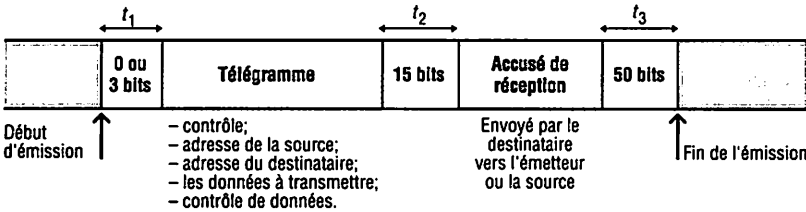


Fig. 8 : Séquence de dialogue sur le bus entre un organe de commande et un organe commandé.

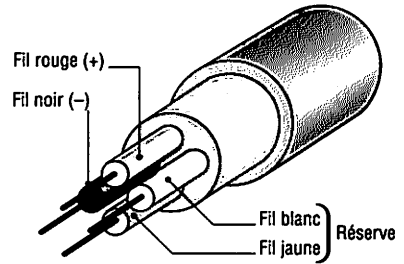


Fig. 7 : Câble 4 fils pour bus EIB.

### 3.5. Adressage des modules

Les différents modules possèdent chacun une adresse. On distingue l'adresse physique et l'adresse virtuelle.

#### a) L'adresse physique

Elle est donnée par l'utilisateur par une action de codage chaque module ayant un code différent.

#### b) L'adresse virtuelle

Elle est donnée par le système au moment de sa configuration. Cette adresse correspond au groupe dans lequel le module va communiquer.

## 4 Les différents modules

Les modules sont analogues pour les différents bus (EIB ou BATIBUS), mais du fait des protocoles et des alimentations différents, ils sont spécifiques à chaque bus.

On peut les classer en :

- modules de base, de configuration ou de programmation ;
- modules d'entrée spécifique ou d'entrées groupées ;
- modules de sortie spécifique ou de sorties groupées.

### 4.1. Module de base

Ce sont des modules tels que centrale de programmation, de configuration, d'alimentation.

Exemple : Centrale ISI pour batibus (fig. 9).

C'est un système à microprocesseurs qui surveille, contrôle et commande l'installation. Elle possède :

- une mémoire sauvegardée par une pile,
- un clavier de commande à 15 touches,
- un écran d'affichage de 2 lignes à 20 caractères par ligne,
- une touche qui permet de faire défiler le programme,
- des voyants d'indication de fonctionnement,
- une cartouche mémoire embrochable de préconfiguration de la centrale.

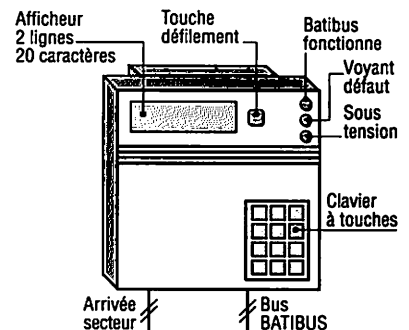


Fig. 9 : Centrale programmable de contrôle par bus (Merlin Gérin).

## 4.2. Module d'entrées

### a) Modules spécifiques

Exemples : bouton-poussoir (fig. 10) ; sondes de température (fig. 11).

– Le bouton-poussoir peut commander un ou plusieurs circuits d'éclairage ou de chauffage.

En positionnant un commutateur intérieur, il devient un bouton marche ou un bouton arrêt.

– Il existe trois types de sondes de température, selon qu'elles mesurent et communiquent à la centrale : la température intérieure, extérieure ou de la dalle.

### b) Modules groupés

Exemple : module 4 entrées (fig. 12 et 13).

Le module 4 entrées reçoit des informations, « tout ou rien » en provenance de l'installation.

Exemples : Contact horloge EDF tarif J/N, contact EJP, alarme technique, etc. ; il peut recevoir quatre ordres différents.

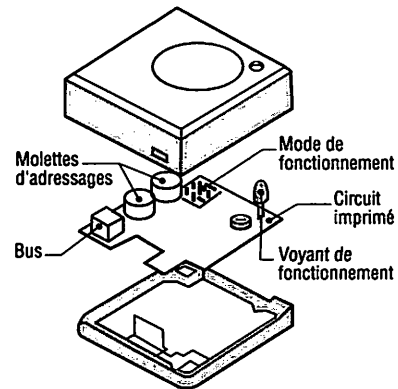


Fig. 10 : Bouton-poussoir.

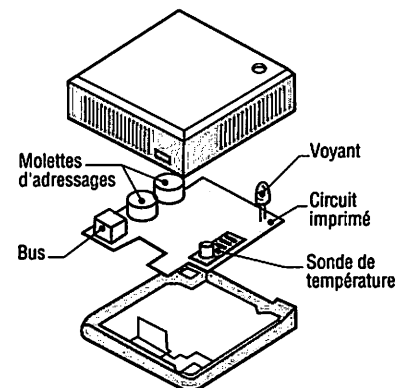


Fig. 11 : Sonde de température.

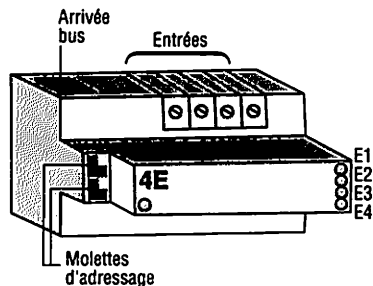


Fig. 12 : Présentation d'un module 4 entrées.

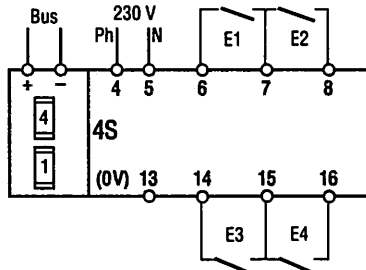


Fig. 13 : Branchement d'un module 4 entrées.

## 4.3. Modules de sorties

Exemple : Module 4 sorties (fig. 14 et 15).

Ce module assure la commande de relais, de contacteur ou tous autres appareils de puissance ou de relayage. Il commande 4 relais différents.

Il existe selon les constructeurs d'autres modules spécifiques, liés aux appareils d'utilisation de l'énergie, tels que radiateurs électriques, commande de volets roulants, gradateurs d'éclairage...

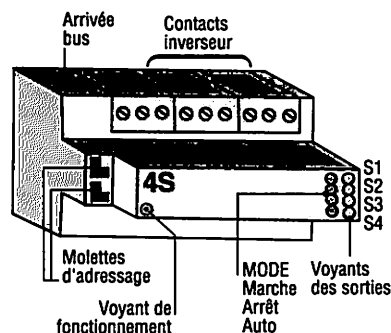


Fig. 14 : Présentation d'un module 4 sorties.

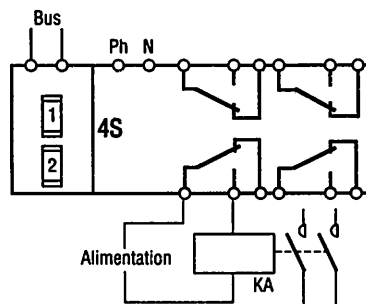


Fig. 15 : Branchement d'un module 4 sorties.

## 5 Programmation ou configuration de l'installation

Pour effectuer la mise en service d'une installation électrique pilotée par un bus il faut réaliser les opérations de configuration et de programmation.

### 5.1. Configuration

La configuration consiste à identifier chaque organe par une adresse, adresses des entrées, des sorties.

### 5.2. Programmation

L'opération de programmation consiste à préciser pour chaque organe la structure du bus ou à indiquer les communications à établir entre les entrées et les sorties.

Les opérations de programmation sont réalisées selon le système, par une centrale spécifique, ou par un micro-ordinateur muni du programme spécifique au système.

### 5.3. Exemple de commande par bus EIB

Pour une commande par bouton-poussoir on peut avoir par programme plusieurs schémas de commande. Soit un ensemble de deux bureaux. Il peut être alimenté traditionnellement par une installation lumière et une commande de volets roulants (*fig. 16*).

Dans le cas d'une commande par bus, chaque bureau a son éclairage séparé (*fig. 17*).

Si l'on réunit les deux bureaux, on change la commande d'éclairage (*fig. 18*) par programmation.

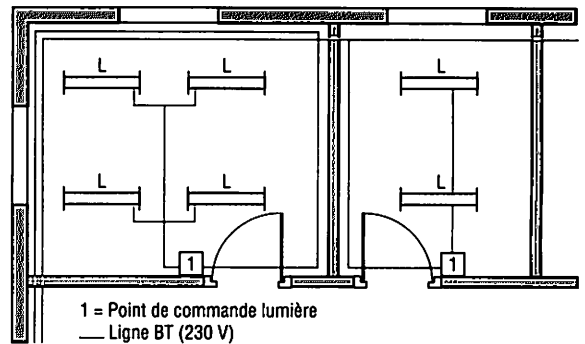


Fig. 16 : Câblage d'une installation électrique traditionnelle.

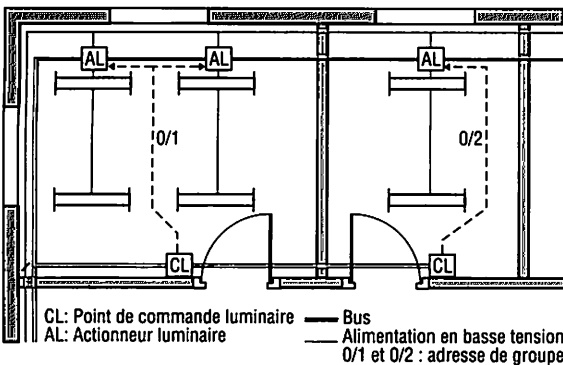


Fig. 17 : Câblage de l'installation avec un réseau type bus.

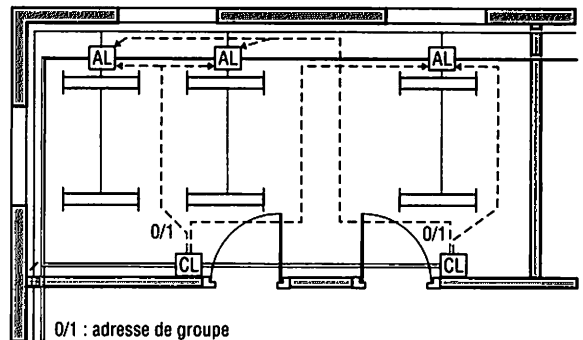


Fig. 18 : Modification de la commande des luminaires, uniquement par réaffectation des adresses de groupe.

### Conclusion

La séparation de l'alimentation électrique d'un récepteur et de sa commande par un bus permet uniquement par programmation de modifier le schéma du circuit de commande.

## L'essentiel

- La gestion des utilitaires c'est :
  - gérer la consommation d'énergie électrique,
  - réguler et programmer l'éclairage, le chauffage,
  - assurer la sécurité effraction, incendie alarme technique,
  - effectuer le contrôle et la commande à distance, l'ensemble de ces fonctions pouvant réagir entre elles.
- La commande d'une installation électrique peut s'effectuer de façon centralisée (GTC), ou décentralisée par bus. Chaque module d'entrée, de sortie, bouton-poussoir, sonde de température, communiquent entre eux au moyen d'informations binaires codées véhiculées sur 2 fils, ou bus. Il existe actuellement pour la commande des installations électrique 2 types de bus qui sont le batibus, et le bus EIB.
- La mise en service d'une installation pilotée par un bus exige de configurer l'installation, c'est-à-dire d'adresser chaque élément, et ensuite de programmer son fonctionnement. L'intérêt de ce système réside dans le fait de pouvoir reprogrammer facilement sans faire de modifications de câblage.



## VRAI OU FAUX ?

Parmi les affirmations suivantes, indiquez celles qui sont vraies.

1. Les trois lettres GTC signifient Gestion de Température Climatique.
2. La mise en œuvre d'une gestion décentralisée impose l'emploi d'une communication par bus.
3. La commande du chauffage fait partie de la gestion des utilitaires.
4. Les trois lettres BUS signifient Base Unidirectionnelle de Séquences.
5. Un bus de communication du bâtiment est composé de 2 fois 2 conducteurs.
6. Un module d'entrée permet de collecter des informations et de les envoyer sur le bus.
7. Un module de sortie reçoit des informations du bus et les exécute.
8. On appelle protocole d'un bus le schéma de branchement électrique.
9. Le bus EIB est un bus désigné par European Installations Bâtiment.
10. Une séquence de dialogue sur un bus s'effectue avec des informations en analogiques.
11. Le bus Batibus fonctionne avec une centrale ; on dit qu'il est à structure centralisée.
12. Un bus à intelligence répartie doit gérer les risques de collisions entre les différents messages transmis par le bus.
13. Chaque module connecté sur un bus doit posséder une adresse.
14. Une centrale permet de contrôler, de surveiller et de commander l'installation.
15. La configuration est l'opération qui consiste à adresser les entrées et les sorties.
16. Pour programmer une installation, on utilise un micro-ordinateur connecté sur le bus.
17. Il est plus facile de modifier une installation avec bus qu'une installation traditionnelle.
18. Pour les installations domestiques, il existe des appareils gestionnaires d'énergie, qui gèrent l'ensemble des consommations d'énergie.
19. Un module configurateur permet de réaliser des liaisons entre les modules d'entrées et de sorties.
20. Avec une commande par bus, on peut modifier un schéma de commande par programme.

## RÉSOLUS

1. Un appartement est géré par un bloc gestionnaire d'énergie qui assure la gestion du chauffage sur 3 zones, le fonctionnement de l'électroménager et la production d'eau chaude.

- Réalisez le schéma du tableau de distribution pour les appareils concernés.
- Précisez le type des 2 appareils de commande du gros ménager.

**Solution :**

a) Le bloc gestionnaire d'énergie, donné sous la référence EJ 001 (page 283), assure le fonctionnement demandé. Le schéma électrique du tableau de distribution est donné en haut de la page 282.

b) Les appareils de commande du gros électroménager sont des rupteurs ou encore des contacteurs dont les contacts sont fermés au repos. La coupure du circuit est réalisée à la mise sous tension de la bobine.

2. On veut réaliser une installation d'éclairage pilotée par bus et comportant 8 lampes, commandées par 4 points de commande. On vous demande d'indiquer :

- le schéma de principe du bus,
- les modules à utiliser ainsi que leurs références.

**Solution :**

a) Le schéma de principe est donné fig. 19.

b) Les modules à utiliser sont donnés par les fiches de documentation pages 284 et 285.

Il faut :

- 1 module 6 entrées réf. TS 310,
- 2 modules 4 sorties,
- 1 module d'alimentation,
- 1 module de configuration,
- 1 longueur de câble bus avec 5 dérivations.

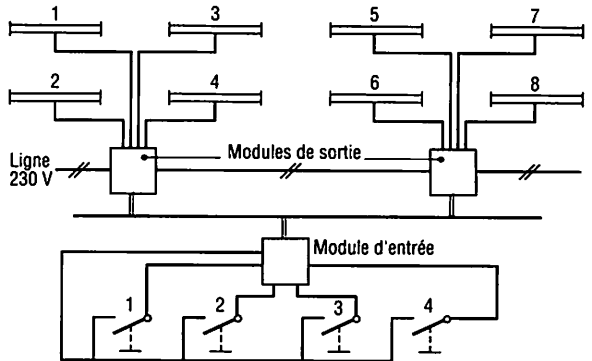


Fig. 19 : Schéma de principe du portier d'immeuble.

3. Étant donnée l'installation d'éclairage de la figure 19, indiquez la configuration à programmer pour alimenter chaque groupe de 2 lampes par un bouton-poussoir.

**Solution :**

a) La configuration de l'installation consiste à indiquer pour chaque entrée un numéro d'ordre qui constitue son adresse, ainsi que pour chaque sortie.

Configuration :

- Boutons-poussoirs 1, 2, 3, 4.
- Lampes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

b) La programmation consiste à établir pour chaque entrée les liens avec chaque sortie, ainsi que la fonction assurée. L'ensemble des liens et des fonctions constitue le programme de fonctionnement de l'installation.

« BP 1 Commande des lampes 1 et 2 » se représente 1 / 1, 2.

On aura ainsi 1 / 1, 2 2 / 3, 4 3 / 5, 6 4 / 7, 8.

La fonction est à préciser si la commande est à bouton-poussoir type télérupteur, interrupteur ou interrupteur temporisé.

## À RÉSOUDRE

1. Les bits transmis sur un bus peuvent l'être de deux façons, en série ou en parallèle. Dans le cas des bus de bâtiment, comment s'effectue cette transmission ?

2. Quels sont les avantages d'une transmission par bus ?

3. On désire modifier la commande des 8 lampes de la figure 19, en gardant la même configuration. Indiquez les liens à assurer par programme, sachant que les boutons-

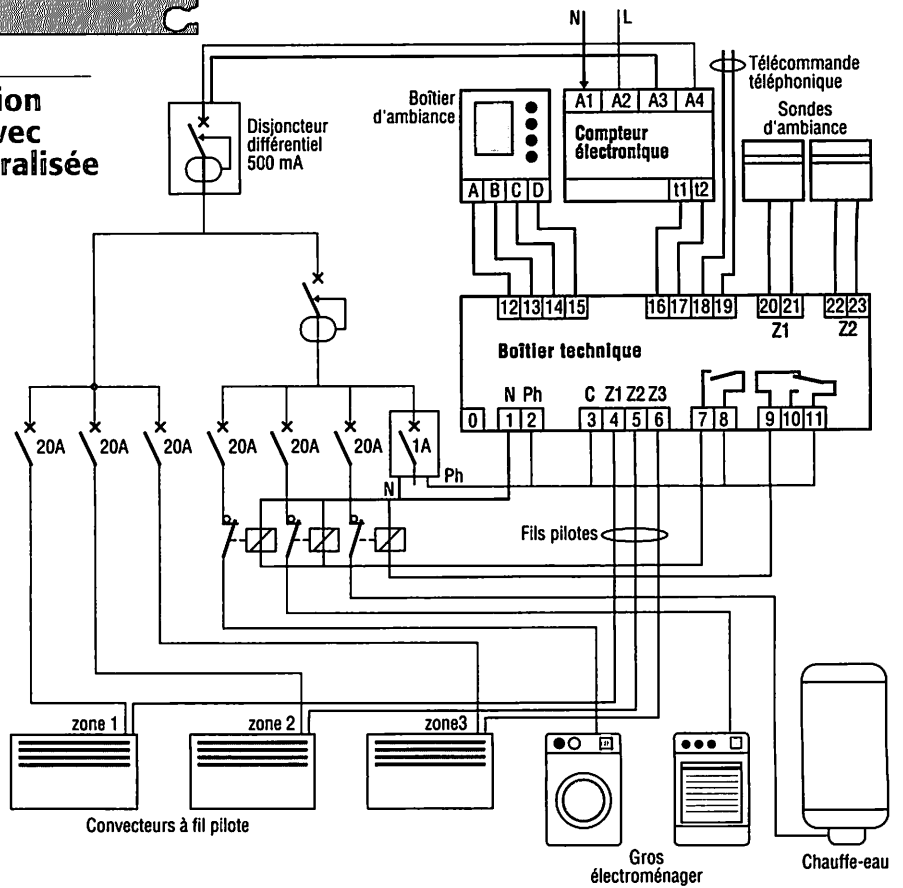
poussoirs 1 ou 2 commandent les lampes de 1 à 4 et les boutons 3 ou 4 commandent les lampes 5 à 8.

4. À partir de l'exemple de commande de la figure 16 :

a) Réalisez le schéma du circuit électrique et le schéma du bus avec des éléments d'entrée et de sortie pour le pilotage par bus.

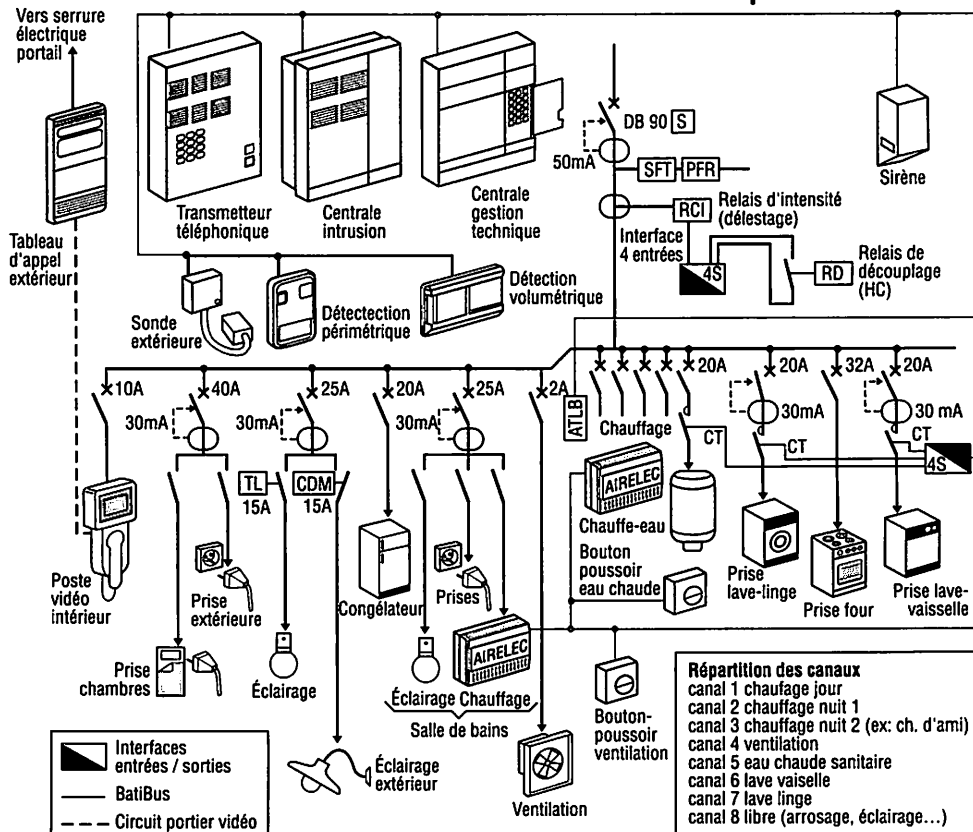
b) Indiquez les modules à utiliser et leurs références.

## Schéma de gestion des utilitaires avec commande centralisée



## Gestion des utilitaires en réseau (batibus)

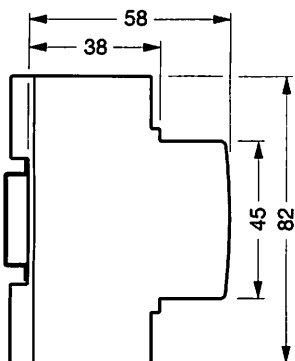
D'après SCHNEIDER M G



XC 40 Disjoncteur télécommandé avec interface batibus



## Gestionnaire d'énergie



Le gestionnaire d'énergie est destiné à la gestion de l'énergie électrique dans les locaux d'habitation équipés d'un compteur électronique.

Il assure le pilotage du chauffage électrique sur 3 zones, permet le fonctionnement du gros électro-ménager, ainsi que la production d'eau chaude sanitaire selon les périodes tarifaires et limite la puissance souscrite.



**Vivrélec**

labels Promotelec

Le gestionnaire d'énergie se compose :

- d'un boîtier technique implanté dans le coffret de distribution,
- d'un boîtier d'ambiance pour la visualisation et la commande,
- de 2 sondes d'ambiance.

Il est recommandé d'associer les sorties chauffe-eau et gros électro-ménager à des contacteurs à commande manuelle.

**Carte à puce :**

cette option permet de s'affranchir de toute programmation. Un bon de commande est joint dans l'emballage du EJ 001.

**Thermostat programmable par fil pilote :**

associé au EJ 001, il permet de piloter le plancher chauffant (dalle mince) d'une zone.

Désignation

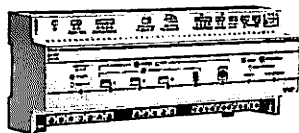
Caractéristiques

Larg. en ■  
17,5 mm

Emball.

Réf. c<sup>late</sup>  
n° Identif.

### Gestionnaire d'énergie



1) boîtier technique :

tension de service :  
230 V ~ 50 Hz

12

1

EJ 001  
230001



Vivrélec

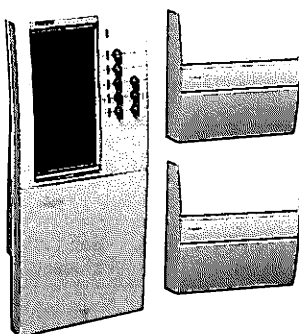
sorties :

- convecteurs :  
1 A 250 V
- gros électro-ménager :  
1 contact à fermeture 1 A 250 V,
- chauffe-eau :  
1 contact inverseur 15 A 250 V

2) boîtier d'ambiance :

sauvegarde :  
par pile 9 V type 6LR61

3) 2 sondes d'ambiance  
raccordées au boîtier technique



EJ 001

### Thermostat programmable par fil pilote

à associer au gestionnaire d'énergie EJ 001

tension d'alimentation :  
230 V ~ 50 Hz  
sortie : 1 contact à fermeture  
8 A - 230 V  
entrée : fil pilote (EJ 001)

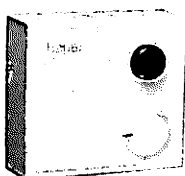
1

EK 001  
230001



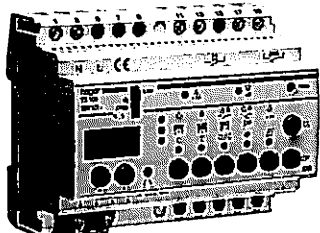
Vivrélec

- 4 consignes :  
confort réglable, réduit, hors gel et arrêt.
- 4 régulation classe B

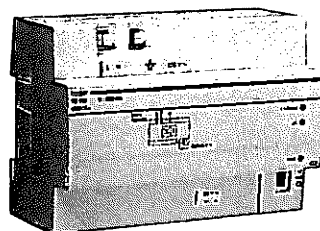


EK 001

## Tebis TS les modules de base



TS 100



TS 110



TG 008

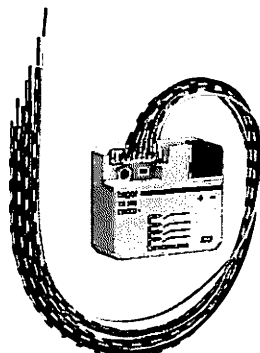
Désignation	Caractéristiques	Larg. en ■ 17,5 mm	Emball.	Réf. Ciale n° identif.
<b>Module configurateur</b>	alimentation : - bus 29 V TBTS - tension d'alimentation 230 V AC/50 Hz	6	1	<b>TS 100</b> 599100
fonctions : - réalise les liaisons entre les modules d'entrées et les modules de sorties, - affiche les liens et les types de commandes				
<b>Module d'alimentation</b>	alimentation : - 230 V AC/50 Hz	6	1	<b>TS 110</b> 599110
fonctions : - génère la tension 29 V du système, - coupure de la tension en cas de surcharge ou de court-circuit				
<b>Câble bus 100 m</b> EIB-Y (ST) Y x 2 x 0,8 mm (tension d'essai 4 kV)	longueur 100 m ce câble permet la pose au voisinage des conducteurs basse tension		1	<b>TG 018</b> 587018
<b>Borne de connexion bus</b> (emballage = 50 pièces)	2 bornes débouchables pour 4 raccordements		1	<b>TG 008</b> 587008
ces bornes permettent de réaliser les dérivations du bus				
capacité de raccordement : - de 0,6 à 0,8 mm fil rigide				

## Tebis TS les modules d'entrées

Ils transmettent les ordres qu'ils reçoivent vers les modules de

sorties du système TEBIS TS via le bus 2 fils.

Désignation	Caractéristiques	Larg. en ■ 17,5 mm	Emball.	Réf. Ciale n° identif.
<b>Module 4 entrées à encastrer</b>	entrées : - pour des contacts libres de potentiel		1	<b>TS 300</b> 599300
fonctions : - permet le raccordement de contact libre de potentiel (ex. : bouton-poussoir), - interprète les ordres de commande et les transmet aux modules de sorties pour piloter l'éclairage, les volets ou d'autres équipements électriques, - toutes les commandes sont du type TBTS				
alimentation : - bus 29 V TBTS				
montage : ce module se place derrière les appareillages électriques standards (bouton-poussoir ou interrupteur) dans la boîte d'encastrement de profondeur 50 mm minimum				
<b>Module 6 entrées</b> 230 V ~			1	<b>TS 310</b> 599310



TS 300

### Tebis TS les modules de sorties

Ils assurent la commande des équipements électriques suivant les ordres des modules d'entrées.

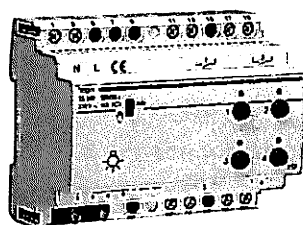
On distingue 4 types de modules de sorties :

- pour l'éclairage

- pour les volets roulants,
- pour le chauffage,
- pour la visualisation.

Tous les modules de sortie sont équipés d'une visualisation de l'état des sorties et d'un forçage manuel sur la façade du produit.

Les différentes sorties de ces modules peuvent être raccordées sur des phases différentes.



TS 200

#### Module 4 sorties pour l'éclairage

pour la commande de

- l'éclairage,
- prises de courant commandées,
- équipement électrique divers commandé par un contact simple

fonctions :

- commutation marche/arrêt,
- forçage manuel marche/arrêt,
- indication de l'état de chaque sortie

sorties :  
- 4 contacts libres de potentiel  
16 A AC 1

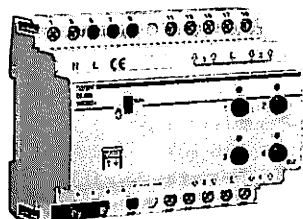
alimentation :  
- bus 29 V TBTS,  
- tension d'alimentation  
230 V ~ 50 Hz

Larg. en ■  
17,5 mm

Emball.  
1

Réf. c<sup>ale</sup>  
n° Identif.

TS 200  
599200



TS 220

#### Module de sorties pour 4 stores à lamelles

fonctions :

- ouverture et fermeture par un appui long (400 ms),
- STOP par un appui bref,
- inclinaison des lamelles du store par un appui bref,
- forçage manuel montée/descente/STOP,
- visualisation de l'état de chaque sortie,
- fonction sécurité vent

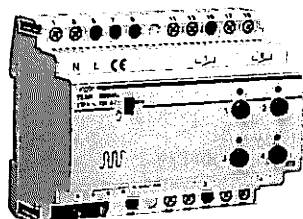
sorties :  
- pour 4 moteurs 230 V M AC maxi 8 A

alimentation :  
- bus 29 V,  
- tension d'alimentation  
230 V ~ AC 50 Hz

Larg. en ■  
17,5 mm

Emball.  
1

TS 220  
599220



TS 240

#### Module 4 sorties pour le chauffage

Pour la commande de :

- vannes électrothermiques (chauffage eau chaude)
- convecteurs électriques
- panneaux rayonnants
- plafonds rayonnants ...

ces modules sont à associer aux régulateurs TS 320 - TS 322

fonctions :

- commutation marche/arrêt/ pour la régulation,
- forçage manuel marche/arrêt,
- visualisation de l'état de chaque sortie

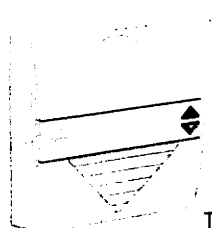
sorties :  
- 4 contacts 16 A AC1 libres de potentiel,

alimentation :  
- bus 29 V TBTS,  
- tension d'alimentation  
230 V ~ 50 Hz

Larg. en ■  
17,5 mm

Emball.  
1

TS 240  
599240



TS 322

#### Régulateurs de température ambiante (considéré comme module d'entrée)

pour le chauffage par plancher chauffant eau chaude ou électrique (direct)

pour le chauffage électrique par convecteur, panneau ou plafonds rayonnants, etc ...

Larg. en ■  
17,5 mm

Emball.  
1

TS 320  
599320

TS 322  
599322

# Index alphabétique

## A

Actigramme, 184  
Adressage, 278  
Air (comprimé), 231  
Alarme (effraction), 244  
Alarme (incendie), 253-259  
Alarme (technique), 256-260  
Alimentation, 25  
Ame (câble), 36  
Amortissement (air), 232  
Analyse (fonctionnelle), 16-183  
Appareillage électrique, 87  
Arc électrique, 166  
Arrêt d'urgence, 25  
Automatique (ensemble), 180  
Avertisseur, 245-263

## B

Barrière automatique, 187  
Boîte d'appareillage, 68-69, 74-75  
Bornes, 89  
Bouton-poussoir, 206-214-277-284  
Bus, 276

## C

Câbles, 35-39-44-45-54-55-56  
Cahier des charges, 15-22  
Canalisations, 46-57-58-71  
Capteur, 206  
Centrale (alarme), 245-248-251-255-261  
Centrale (gestion), 276  
Chaleur massique, 173  
Chauffage électrique, 143-152-154-164  
Chauffe-eau, 144-148  
Choc électrique, 24-77  
Circuit de commande, 205  
Classe de protection, 88-89  
Classification (câbles), 38  
Classification des locaux, 8  
Clavier, 278  
Clignoteurs (relais), 209  
Climatique (zones), 152  
Climatisation, 173-176  
Climatiseur, 179  
Coefficient de performance (COP), 175  
Commande (partie), 180-181  
Communication, 265  
Commutateurs, 148  
Compression, 174  
Condensation, 174  
Conditionnement d'air, 231-232  
Conducteurs, 35-36-37-39-43  
Conduction, 165  
Conductivité (thermique), 155  
Conduits, 46-47-48-53-57-58-59  
Confort visuel, 124

Connecteurs, 89  
Consignes, 219  
Construction des bâtiments, 8-10  
Contact direct, 78  
Contacteurs, 220-225-226-229  
Contact indirect, 78  
Contrainte, 183  
Contraste, 124  
Contrôle des accès, 245-252  
Convecteur, 143  
Convection, 143  
Couleur (conducteurs), 38  
Courbe spectrale, 118  
Cuisinière, 149-150  
Cuisson, 142  
Culots (lampes), 114

## D

Décharge (lampe à), 109-115  
Dénomination des conducteurs, 36-37  
Dépréciation (facteur), 133  
Descriptif, 16  
Détecteur autonome, 254  
Détecteur (incendie), 254-262  
Détecteur (alarme), 244-252-254  
Dialogue (partie), 180-181  
Disjoncteur différentiel, 34-102  
Disjoncteurs, 98-100-101-106  
Distributeur (air), 233-239-240  
Distribution (heure), 268-272  
Division des installations, 26  
Domotique, 241  
Douilles, 89

## E

Eau (chauffage), 144  
Éblouissement, 124  
Échange thermique, 152-173  
Éclairage, 123  
Éclairage, 117-123-127-131  
Effets thermiques, 81  
Efficacité lumineuse, 110  
Électrocution, 82  
Électroménager, 142  
Ensoleillement, 153  
Enveloppe isolante, 36  
Environnements (facteurs), 8-10  
Établissements recevant du public, 7-13  
Étapes, 196  
États logiques, 189  
Évaporation, 174  
Évolution (règles), 197  
Exploitations agricoles, 7-12-56

## F

Filament, 107

Filtre (air), 231  
Fluorescent, 108  
Flux lumineux, 116-133  
Fonctions logiques, 188-189-190-191  
Four, 148  
Frigorie, 173  
Frigorigène, 173  
Froid, 174  
Fusibles, 98-99-100-105

## G-H

Gestion technique centralisée (GTC), 276  
Gestion utilitaire, 275  
GRAFSET, 195 à 200  
Graisier d'air, 232  
Halogène, 110  
Heure, 268  
Horloges, 268  
Hyperfréquence, 168

## I

Identification, 226  
Incandescence, 107  
Incendie, 253-259  
Indice du local, 132  
Indice rendu de couleur, 118  
Indices de protection, 88  
Induction, 165  
Influences externes, 8  
Infrarouge, 118-167  
Intensité lumineuse, 116-117  
Interphone, 267-271  
Interrupteur de position, 206-215  
Interrupteurs, 90-95-96-97  
Intrusion, 245  
Iode (lampes à), 110  
Isolation (électrique), 79  
Isolation thermique, 153-156

## J-K-L

Kéraunique, 81  
Lampe, 107-109-113  
Liaison équipotentielle, 71  
Liaison orientée, 196  
Locaux commerciaux, 7  
Locaux d'habitation, 6-12-54-55  
Locaux industriels, 8-14  
Logique combinatoire, 189  
Lumière, 116  
Luminaire, 125-128-134  
Luminance, 124  
Luminescent, 109

## M

Mano-détendeur, 232  
Manutention automatique, 182

Marquage, 227  
Mémoire, 205  
Menuiserie, 153-154  
Micro-ondes, 168  
Minuterie, 90-94  
Modes d'éclairage, 124  
Modes de pose, 57 à 60, 64-65  
Modules, 284-285  
Montage apparent, 66  
Montage encastré, 66  
Montage lumière, 42-63  
Moulures, 48-49-52-60

### **N-O-P**

Opérative (partie), 180-181  
Organigramme (signalisation), 266  
Pare-vapeur, 157  
Perçage (unité), 181  
Photométriques (courbes), 117-126  
Pieuvre, 68  
Plan architectural, 16-23  
Pneumatique, 231  
Pompe à chaleur, 174-175  
Pont thermique, 157  
Portier de villa, 274  
Prise de courant, 89-95 à 97  
Prise de terre, 83  
Programmation, 278-279  
Programmation (chauffage) 161-162-171  
Programme (d'appel), 266  
Protection (sécurité), 79 à 82  
Puissance (circuit de), 219  
Puissance installée, 25-157

### **Q-R**

Radiateurs, 143-144-151

Radiation, 116  
Rayonnement, 167-143  
Réceptivité, 196  
Réflexion (facteur de), 132  
Réfrigérateur, 174  
Réglage (données de), 219  
Régulation de température, 159-163-171-172  
Relais électromagnétique, 205-209, 216  
Relais thermique, 221-230  
Relations phoniques, 267  
Répartition ((schéma), 29-32  
Repérage, 226-227  
Réseau, 25  
Réseau (air comprimé), 231  
Résistance (chauffage), 164  
Résistance (corps), 78  
Résistance thermique, 155-156  
Respiration artificielle, 82

### **S**

Saignée, 67  
Salle d'eau, 70  
Saut d'étape, 199  
Secours (électrocution), 82  
Sectionnement, 25  
Sectionneur, 219-228  
Sécurité, 77  
Séquences, 198-199  
Séquentiel, 205  
Serrure codée, 274  
Signalisation (défauts), 256  
Sonde température, 172  
Sonnerie, 272  
Soufflant, 144

Spécifications, 197  
Spectre (lumineux), 116  
Starter, 121  
Station de pompage, 186  
Surintensité, 24  
Surtension, 24  
Symboles, 19-20-31-121-148-149-213-272  
Système technique, 183-184

### **T**

Tableau, 33  
Téléaffichage, 265-271  
Téléguidage, 265-271  
Télérupteur, 90-93  
Température (chaleur), 153  
Température (couleur), 118  
Temporisé (relais), 209  
T.E.P. (tonne équivalent pétrole), 168  
Tensions dangereuses, 78  
Thermostat, 172-252  
Transitions, 196  
Transmission (bus), 276  
Tube (fluorescent), 108-114  
Tubes, 76

### **U-V-W-X-Y-Z**

Unité de perçage, 181  
Utilance, 132-133-139-140  
Utilisation, 8-11  
Ventilation, 153-154-155  
Vérin, 232-238  
Volumes, 70  
Zones climatiques, 152-158

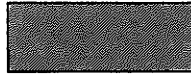


N° d'éditeur 100 75 053 - (III) - (16,5) - OSBM 80° - Dépôt légal Mars 2000  
Achevé d'imprimer sur les presses de MAME Imprimeurs à Tours  
n° 00022243 - Flashage numérique CTP

**conducteur de protection**  
(double coloration)



**conducteur neutre**



*Le repérage des conducteurs ne doit être considéré que comme une présomption et il est toujours nécessaire de vérifier la polarité des conducteurs avant toute intervention.*

**CANALISATIONS MOBILES**

**APPAREILS**

**CABLES SOUPLES**

**MONOPHASÉS**

Sans conducteur de protection  
(classes 0, 0I, II ou III)



Avec conducteur de protection  
(classe I)



**TRIPHASÉS**

Sans conducteur de protection  
(classes 0, 0I, II ou III)

SANS NEUTRE



AVEC NEUTRE



Valable seulement pour la serie  
H05 RR-F de 0.75 à 2.5 mm<sup>2</sup>

Avec conducteur de protection  
(classe I)

SANS NEUTRE



AVEC NEUTRE



\* Ou neutre si le moyen de connexion permet d'identifier la position des conducteurs

**MONOPHASÉS**

**TRIPHASÉS**

CIRCUITS	CONDUCTEURS H07 V-U (ou R ou K) H07 V-RA	CABLES MULTICONDUCTEURS	
		S ≤ 25 mm <sup>2</sup>	S > 25 mm <sup>2</sup>
PHASE-NEUTRE			
PHASE-PHASE			
PHASE-NEUTRE + PROTECTION			
PHASE-PHASE + PROTECTION			
3 PHASES			
3 PHASES + NEUTRE			
3 PHASES + PROTECTION			
3 PHASES + NEUTRE + PROTECTION			

\* Couleur quelconque sauf bleu clair, vert, jaune ou double couleur

*D'après formulaire UTE*

Cet ouvrage est conforme au programme de 2<sup>e</sup> professionnelle du BEP électrotechnique.

Il a pour objectif de développer chez l'élève une démarche scientifique et technologique par :

- un cours clair et bien structuré, dans lequel les connaissances essentielles sont mises en évidence ;
- une illustration abondante, complétée par des fiches schémas ;
- des fiches de documents constructeurs, mettant l'élève en contact direct avec la vie professionnelle et les nouveaux matériels ;
- des exercices de type Vrai/Faux, des exercices résolus et des exercices à résoudre exploitant les documents constructeurs.

  
NATHAN

