

Électricité dans le bâtiment

Applications

par **Roland AUBER**

Ancien Ingénieur en chef de la Fédération Nationale de l'Équipement Électrique (FNEE)
Secrétaire Général Honoraire de l'Association Internationale des Entreprises d'Équipement
Électrique (AIE)

et **Roland TALON**

Ingénieur en chef de la Fédération Française des Installateurs Électriciens (FFIE, ex-FNEE)

1. Réglementations de base	C 3 750 - 3
2. Usages classiques de l'électricité	— 4
2.1 Éclairage.....	— 4
2.2 Chauffage	— 7
2.3 Autres usages	— 8
2.4 Services de sécurité.....	— 9
3. Autres services de l'électricité	— 10
3.1 Télécommunications	— 10
3.2 Informatique.....	— 11
3.3 Réseau en fibres optiques.....	— 12
4. Applications	— 13
4.1 Domotique. Immotique petit tertiaire	— 13
4.2 Tertiaire – Industrie	— 14
4.3 Applications particulières	— 14
Références bibliographiques	— 16

On a pu constater, depuis une ou deux décennies, une prise de conscience aiguë de la fonction « **bâtiment** », ou, plus exactement, une appréciation plus équilibrée de la distinction fondamentale entre **contenant** et **contenu**.

Un bâtiment n'a plus (cela a pu être parfois un cas extrême) comme objectif prioritaire la mise en valeur de sa conception au moyen de quelques photographies artistiques dans une revue spécialisée, mais cette double vertu de son originalité architecturale **et** de son aptitude à remplir les fonctions auxquelles il est destiné. Celles-ci peuvent se décliner en particulier comme suit :

habitat ; travail ; commerce ; culture ; éducation ; santé ; loisirs ; spiritualité.

■ On traitera ici des **bâtiments en général**, habitat et activités diverses, en excluant ceux à vocation industrielle en tout ou partie, c'est-à-dire abritant des exploitations mettant en œuvre des processus de fabrication ou de transformation, à forte connotation technique. Pour ces derniers, toutefois, certains éléments du présent article sont susceptibles d'être adaptés.

Ne serait-ce que pour l'**éclairage**, l'électricité est présente dans tout local, sous une forme ou une autre, et cette omniprésence lui vaut une place particulière dans l'ensemble des équipements techniques du bâtiment. Peut-être, à ce sujet, peut-on un peu insister sur l'éclairage ; cette fonction électrique est immédiatement perceptible ; elle contribue à la visibilité de l'œuvre. C'est aussi une affirmation de l'appropriation personnalisée de l'espace privatif. Il a été dit que l'éclairage est autant une technique qu'une science et qu'un art.

■ Indépendamment des fonctions dites traditionnelles de l'électricité (éclairage, usages divers, force motrice, chauffage-climatisation), l'irruption des « **nouvelles technologies** » a amené à revoir, au-delà des réseaux mêmes, la conception des bâtiments ; certains, dédiés à des activités dont l'évolution peut être rapide ou à occupation changeante, nécessitent une capacité d'adaptation et de transformation qui devrait, en principe, bannir toute structure de type rigide (incorporation dans le gros œuvre par exemple).

Il est paradoxal, par exemple, de voir les opérations de rénovation des logements utiliser des modes de câblage « hors gros œuvre », donnant ainsi des possibilités d'évolution qui, sauf exceptions, ne sont pas offertes dans la construction neuve.

- Dans le logement, le concept de **domotique** pénètre plus facilement par la diffusion de certaines applications (protection contre l'intrusion, volets roulants motorisés, alarmes sociales, programmation/télécommande/affichage des consommations de chauffage, messagerie collective, télévision câblée...), mais sans l'interconnexion généralisée à la base de la « **maison intelligente** » pilotée et programmée par micro-ordinateur ou minitel.

La complexité de mise en œuvre et de gestion comme la multiplication des systèmes au plan européen (seule dimension suffisante pour que le marché puisse décoller) ont vite ramené les espoirs, souvent irréalistes, à une dimension plus modeste.

Il y a également un problème d'« acceptabilité » par le grand public, les mentalités n'étant pas toujours adaptées à une forme de gestion du logement qui peut être ressentie comme une « dépossession » (la maison se gère sans moi !).

Il n'en reste pas moins qu'il ne faut pas en bloquer une croissance, actuellement assez lente, par des structures inadéquates.

- Il est un domaine, par contre, où, un peu postérieurement à la domotique, les progrès ont été extrêmement rapides, c'est celui de l'**immotique**, application des mêmes concepts, largement augmentés, au bâtiment non résidentiel, en particulier pour le secteur tertiaire, notamment pour les bureaux.

L'intrusion de l'informatique, en réseau local comme en moyen de communication généralisé, n'intéresse pas seulement le bureau en tant que tel ; on la retrouve dans le scolaire et l'universitaire, dans les hôpitaux et les cyber-cafés ; les hôtels se doivent de mettre à la disposition d'une clientèle exigeante de multiples facilités, et l'on ne voit que peu d'établissements dont l'activité puisse s'en dispenser.

Les réseaux VDI (voix-données-image) à hauts débits, comme les services intégrés du type GTB (gestion technique du bâtiment) ou GTC (gestion technique centralisée), amènent à apporter une attention toute particulière à des questions telles que la dévolution de passages, d'espaces (gaines, locaux techniques), séparation des courants « forts » et « faibles », compatibilité électromagnétique (CEM), protection contre les surtensions, réseaux de masses (terres de protection et fonctionnelles, équipotentialités).

■ L'ensemble des contraintes rencontrées amène à une nouvelle spécialité, l'**architecture des systèmes**, qui a une profonde influence sur la conception du contenant ; les circulations horizontales et verticales sont dévoreuses d'espaces, la flexibilité et la modularité sont des axiomes dans de nombreux cas, ne serait-ce que par l'évolution rapide des techniques, des standards de fait, des normes et, comme déjà évoqué, de la modification – imprévisible – dans l'usage ou la dévolution des surfaces bâties.

On peut toutefois, se poser quelques questions concernant une possible concurrence entre réseaux câblés et les téléphones portables de troisième génération, de nombreux services commençant à être proposés. Peut-être le « portable » sera-t-il privilégié pour la sphère privée et les activités hors domaine du travail.

Il est, au moment où ces lignes sont écrites, un peu tôt pour en mesurer toutes les implications sur l'équipement des bâtiments, mais il est probable que, comme souvent après une poussée quelque peu désordonnée, un nouvel équi-

libre s'instaure, tout au moins provisoirement, tant il est avéré que les solutions appliquées pour résoudre certains problèmes en créent de nouveaux, imprévus.

■ Par ailleurs la notion du seul prix d'investissement (que l'on a naturellement tendance à abaisser au maximum) peut amener à des solutions particulièrement coûteuses et gênantes à l'usage, tant du point de vue de l'exploitation que de celui de l'aménagement en vue d'une nouvelle situation, inimaginable au moment de la conception.

On estime, en général, que le coût de maintenance, pendant la durée de vie d'une installation – mettons une vingtaine d'années – peut atteindre 80 % voire égaler (et parfois dépasser) le coût de celle-ci. C'est pourquoi, dans toute la mesure du possible, l'utilisateur, pour autant qu'il soit connu, doit être associé au constructeur.

■ Il faut également noter que le domaine qui nous occupe fait l'objet de très nombreuses **réglementations et normalisations**.

La normalisation est d'essence volontariste ; elle est essentiellement à base de travaux internationaux, devient tentaculaire, et est soumise à de fréquentes mises à jour.

La réglementation est d'application obligatoire ; souvent, elle fixe des objectifs et renvoie aux normes pour en déterminer les modalités pratiques d'interprétation et d'application.

■ C'est l'ensemble de ces questions qui font du bâtiment, en dehors de l'évolution des modes architecturales, une « nouvelle frontière », où le technicien, s'il n'a pas nécessairement le pas sur l'architecte, doit, au moins, être mis sur le même plan ; certains ne vont-ils pas jusqu'à dire que le bâtiment est la « peau » dont on habille les fonctions ? Sans aller tout à fait jusque là – quoique... –, on doit garder en mémoire que la technique n'est pas un domaine secondaire.

On mesurera également, d'une part, toute la difficulté qui consiste à condenser en quelques pages des techniques variées développées ou codifiées dans quantité d'ouvrages spécialisés ; on a donc fait choix de certains éléments servant de points de repère plus que de guides d'application.

D'autre part, tout évolue, et de plus en plus rapidement. Il arrive même que certains textes soient en voie de dépassement au moment de leur édition ; souhaitons que ce ne soit pas le cas de celui-ci.

L'article « **Électricité dans le bâtiment** » fait l'objet de deux fascicules :

C 3 750 Applications

C 3 751 Mise en œuvre

Les sujets ne sont pas indépendants les uns des autres.

Le lecteur devra assez souvent se reporter à l'autre fascicule.

1. Réglementations de base

Les installations électriques font l'objet de diverses réglementations, que l'on peut classer en fonction de l'autorité ministérielle dont elles émanent. Les principales réglementations s'appliquant aux bâtiments sont les suivantes.

■ **Construction** : conformité des bâtiments neufs aux normes NF C 14-100 (*Branchements sur le réseau public à basse tension*) et NF C 15-100 (*Installations électriques à basse tension*).

■ **Travail** : protection contre les dangers des courants électriques dans les locaux où sont employés des travailleurs (*).

■ **Intérieur** : règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les « *Établissements recevant du public* » (ERP) et les « *immeubles de grande hauteur* » (IGH) (*).

■ Interministériel :

- Nouvelle réglementation thermique du bâtiment (NRT) ; elle implique le choix de certains matériels à bilan énergétique performant et le recours à des solutions visant l'économie d'énergie et la lutte contre le changement climatique.

- Avant mise sous tension de toute installation neuve : procédure de vérification initiale (intervention du CONSUEL). Ce n'est que sur le vu d'une « attestation de conformité » (aux normes et réglementations applicables) que le distributeur peut mettre sous tension.

On trouvera dans le fascicule [Doc. C 3 752] *Pour en savoir plus* les références de ces textes ainsi que celles de divers autres.

À noter que certains des textes ci-dessus (*) prévoient également des procédures de vérifications périodiques.

2. Usages classiques de l'électricité

2.1 Éclairage

■ L'éclairage remplit plusieurs **fonctions** :

- permettre d'accomplir une tâche (éclairage de travail) ;
- donner une perception de l'environnement tout en participant à la fonction précédente (éclairage d'ambiance) ;
- assurer la circulation en temps normal, comme dans des circonstances particulières telles qu'incendie et/ou panique (éclairage de sécurité) ;
- mettre en valeur tout ou partie d'une construction.

À cet effet, il importe, dès les premières études du gros œuvre, de « penser éclairage » ; certaines dispositions, mineures à ce stade (passages de circuits dans des éléments structurels, voiles de béton dissimulant des rampes, niches et logements pour luminaires, etc.), peuvent se révéler onéreuses ou impossibles à réaliser par la suite, bridant alors largement les solutions envisageables.

■ Les **niveaux d'éclairage** [1] dépendent essentiellement de la tâche, de l'âge des personnes, ou des effets à obtenir ; ils sont définis par la notion « **d'éclairage moyen à maintenir** », qui est celui encore acceptable avant une intervention d'entretien (nettoyage ou changement de sources).

D'autres critères entrent également en ligne de compte, en particulier :

- le *non-éblouissement* pour le choix des luminaires ;
- l'*indice de rendu des couleurs* (IRC) pour celui des sources ;
- les *contrastes de luminance* dans le champ visuel pour la répartition spatiale des plages éclairées ou non.

● Suivant la répartition du flux lumineux par les luminaires, on distingue :

- l'éclairage direct (flux lumineux dirigé vers la surface à éclairer) ;
- l'éclairage indirect (flux lumineux réfléchi par une surface autre que celle à éclairer) ;
- l'éclairage mixte (combinaison entre les deux précédents).

Du point de vue de la consommation d'énergie (en faisant abstraction des effets décoratifs recherchés), à niveau d'éclairage

identique, l'éclairage indirect consomme à peu près le double du direct ; il a tendance à « gommer » les reliefs, par l'*effacement des ombres* (ce qui peut être un effet recherché).

- Les luminaires peuvent être en montage plafonnier ou en applique ; que les appareils soient en saillie ou encastrés, dans le cas de faux-plafonds, la structure de ces derniers ne permet pas, généralement, d'en supporter le poids, à l'exception des spots encastrés (mais pas nécessairement leurs éventuels transformateurs BT/TBT – basse tension/très basse tension –) ; des fixations individuelles sont alors préférables, car elles facilitent les opérations sur les plafonds suspendus.

On notera également, en cas d'emploi de lampes à incandescence (spots) encastrées, et notamment si elles sont dichroïques (chaleur rejetée vers l'arrière), que la température du *plenum* peut atteindre des valeurs telles que des mesures de compensation doivent être prises (ventilation ou appareillages et câbles spéciaux).

■ Les sources sont classées suivant leur **principe de fonctionnement** selon la figure 1 et leurs **caractéristiques** essentielles rappelées dans le tableau 1.

Elles appellent les commentaires suivants.

- Les **lampes à incandescence « classiques »** sont utilisées pour des applications à faible durée annuelle de fonctionnement ou cas d'espèce, comme certains hublots.

● Les **lampes incandescentes aux halogènes** courantes sont soit des types tubulaires de puissances allant de 100 à 1 000 W en basse tension (220 V), soit des modèles miniaturisés allant de 25 à 150 W en très basse tension TBT (12 V en général, quoique certains modèles soient également disponibles en 220 V).

Une tendance regrettable est de recourir, pour des motifs de décor de surfaces importantes, à des spots de faible puissance utilisant ces lampes, ce qui, du point de vue éclairagisme, est une hérésie, car elles sont destinées à des éclairages d'appoint.

Par ailleurs, hormis le cas de lampes 220 V – qui n'ont pas la diversité des lampes à TBT – la présence de transformateurs d'une certaine puissance à loger près des sources pour des raisons de chutes de tension, et qui doivent rester accessibles, n'est pas toujours facile à concilier.

On doit également porter une attention toute particulière aux appareils encastrés à transformateurs ou à convertisseurs (dits improprement « transformateurs électroniques ») individuels, ainsi qu'à leurs câblages, qui sont susceptibles, par leur proximité immédiate avec les lampes, d'être rapidement endommagés.

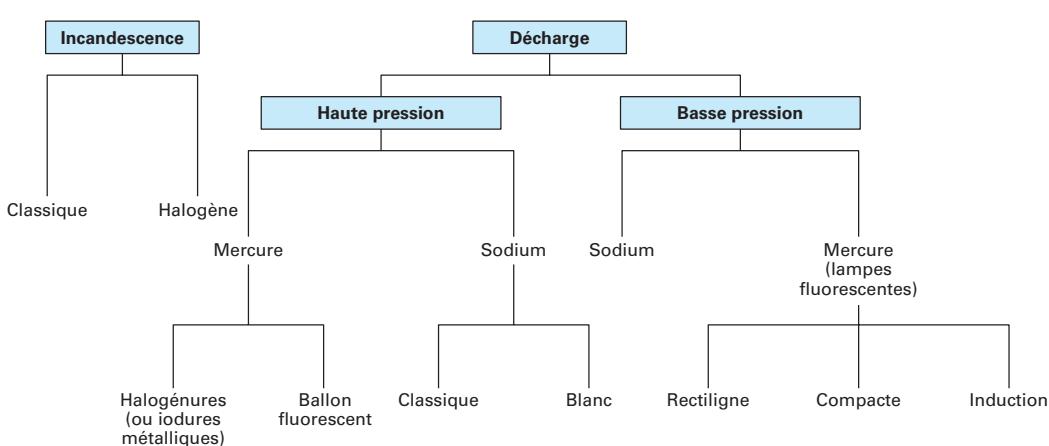
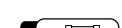
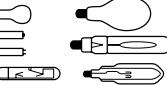


Figure 1 – Classification générale des lampes électriques (d'après recommandation AFE « Éclairage intérieur des lieux de travail » [1])

Tableau 1 – Caractéristiques des sources électriques
(d'après mémento PROMOTELEC « Locaux artisanaux et commerciaux » [2])

Catégorie	Type	Puissance (W)	Efficacité lumineuse accessoires compris (lm/W)	Durée de vie moyenne (h)	Appareillage auxiliaire	Avantages	Inconvénients	Hauteur de fixation
Lampes à incandescence		15 à 1 000	8 à 20	1 000	non	Prix d'achat peu élevé Faible encombrement Allumage et rallumage instantanés	Efficacité lumineuse faible Exploitation onéreuse Dissipation de chaleur	3 mètres et moins
		25 à 300		2 000	non			
Lampes à incandescence aux halogènes		100 à 2 000	17 à 27	2 000	non	Allumage et rallumage instantanés Excellent rendu des couleurs	Efficacité lumineuse assez faible Position horizontale obligatoire pour les simples enveloppes	3 mètres et moins
		500 à 2 000						
Lampes fluorescentes tubulaires		6 à 65	35 à 85	7 000	oui	Exploitation économique Permet de réaliser des éclairements élevés Possibilité de choisir la teinte la mieux adaptée	À proscrire dans les ateliers de grande hauteur (puissance lumineuse unitaire insuffisante) Fonctionne mal en ambiance trop chaude ou trop froide	
Lampes fluorescentes compactes		9 à 25	37 à 60	5 000	non	Bonne efficacité lumineuse Exploitation économique Bon rendu des couleurs Faibles dimensions	Investissement relativement élevé par rapport à l'incandescence	au-dessus de 3 mètres
		5 à 36			oui			
Lampes à lumière mixte		100 à 500	11 à 28	4 500	non	Allumage instantané Substitution simple aux lampes à incandescence Rendu des couleurs acceptable en industrie	Sensibilité aux variations de tension Temps de rallumage : quelques minutes	
Lampes à ballon fluorescent à mercure (1)		50 à 1 000	36 à 55	8 000	oui	Bonne efficacité lumineuse Faible encombrement Durée de vie élevée Rendu des couleurs acceptable en industrie	Temps d'allumage et du rallumage : quelques minutes	
Lampes à halogénures métalliques (1)		150 à 2 000	75	4 000 à 6 000	oui	Haute efficacité lumineuse Rendu des couleurs acceptable pour de nombreuses utilisations	Temps d'allumage et de rallumage : quelques minutes	au-dessus de 5 mètres
Lampes à vapeur de sodium basse pression (1)		18 à 180	66 à 155	8 000	oui	Exploitation économique	Impossibilité de distinguer les couleurs (lumière jaune) Temps d'allumage : 5 minutes	
Lampes à vapeur de sodium haute pression (1)		50 à 1 000	52 à 100	8 000	oui	Haute efficacité Lumière dorée	Rendu des couleurs médiocre Temps d'allumage et de rallumage : quelques minutes	

(1) usage général industrie et éclairage public

Une autre erreur consiste à réguler (par gradateur) ces lampes ; si l'on peut l'admettre à la rigueur pour l'usage domestique (lampaire de 150 à 300 W), dans les autres applications on perd l'avantage du **cycle de l'halogène** qui, pour reconstituer le filament et assurer une durée de vie de l'ordre de 2 000 h, a besoin de la température normale de fonctionnement, non atteinte dans ce cas.

• Les **lampes fluorescentes tubulaires** (longueurs courantes 0,60 m – 1,20 m – 1,50 m ; diamètres 26 et 16 mm) nécessitent pour leur fonctionnement un accessoire (**ballast**), qui peut être du type ferromagnétique courant, dont la disparition est programmée, ou **électronique**, dont le coût plus élevé est compensé par des avantages marquants :

— allumage instantané, sans papillotement, durée de vie allongée (jusqu'à 50 %) et consommation diminuée (20 %) ;

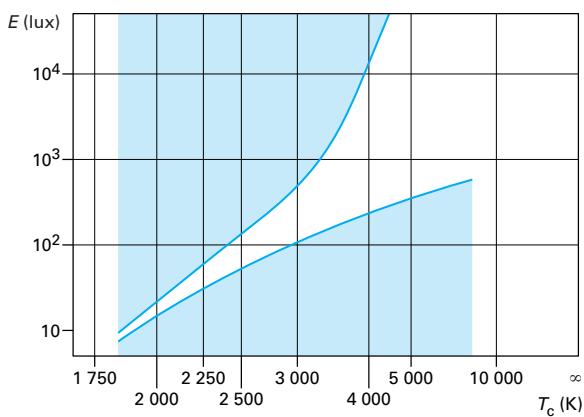
— possibilités de gradation (confort individuel accru et autre diminution de consommation) ;

— suppression de l'effet stroboscopique.

Les lampes fluorescentes existent en de nombreuses versions dimensionnelles et de formes, en diverses nuances, caractérisées par leur **température de couleur**, exprimée en kelvins ; le tableau 2 indique le choix des nuances à privilégier en fonction des applications.

Tableau 2 – Lampes fluorescentes. Quelles teintes, pour quelles applications ?

Activités	Lumière du jour 6 500 K à 5 000 K	Teintes courantes		
		Blanc 4 300 K à 3 800 K	Blanc chaud 3 000 K	Blanc doré/rosé 2 700 K
Commerces				
Alimentation		×	×	
Boulangeries, pâtisseries			×	×
Boucheries, charcuterie			×	×
Textile, maroquinerie	×	×	×	×
Photo, horlogerie, bijouterie	×	×	×	×
Salons de beauté, coiffure		×	×	×
Fleuristes	×	×		
Grands magasins, supermarchés		×	×	
Établissements de soins				
Salles de soins, opérations	×	×		
Salles d'attente, repos			×	×
Chambres de malades		×	×	
Logements				
Salles de séjour			×	×
Cuisines, salles de bains		×	×	×
Garage, cave, circulations		×	×	
Éclairage extérieur				
Rue, chemins, zones piétonnes		×	×	×
Bureaux et locaux administratifs				
Bureaux, salles de réunions		×	×	
Dessin, dactylographie	×	×		
Accueil, conférences			×	×
Circulations, archives		×	×	
Industrie. Artisanat				
Électrotechnique		×		
Industries textile, de précision	×	×		
Laboratoires	×	×		
Photo, vidéo, arts graphiques	×	×		
Entrepôts, expéditions		×	×	
Écoles, salles d'études				
Amphithéâtres, salles de cours	×	×	×	×
Bibliothèques, salles de lecture		×	×	×
Établissements publics				
Sports, salles polyvalentes	×	×		
Expositions, congrès, spectacles		×	×	
Restaurants, hôtels		×	×	×
Gares, aéroports	×	×		
Niveau d'éclairement	$\geq 1\ 500$ lux	1 000 à 2 000 lux	500 à 1 500 lux	$\leq 1\ 000$ lux



A chaque température de couleur T_c correspond un niveau d'éclairement E maximal ainsi qu'un niveau minimal entre lesquels on peut qualifier la lumière « d'agréable » ; à des niveaux plus élevés, le coloris est irréel (Kruithoff).

Figure 2 – Courbes de Kruithoff (d'après recommandation AFE
« Éclairage intérieur des lieux de travail » [1])

Une erreur fréquente (surtout en maintenance) consiste à ne pas tenir compte de la relation entre niveau d'éclairement et température de couleur, et de vouloir utiliser des tubes de couleurs « froides » (blanc industrie, lumière du jour) soit pour relever le niveau, soit simplement parce qu'ils « donnent davantage de lumens » !

Il existe une relation psychologique entre le niveau d'éclairement et la température de couleur et, pour une même appréciation, le niveau doit être plus élevé pour des sources à kelvin élevé ; cela est traduit par les **courbes** dites « **de Kruithoff** » (figure 2), où les zones ombrées sont celles à éviter.

- Les **lampes fluorescentes « compactes »**, aussi dites « de substitution », grâce à leurs culots à vis ou à baïonnette, permettent de remplacer les lampes incandescentes classiques (pour autant que leurs dimensions et leurs poids le permettent) ; elles existent avec ou sans ballast électronique incorporé, suivant les modèles.

Il faut noter que les lampes fluorescentes, quel que soit leur type à quelques exceptions près, ne sont pas adaptées à des cycles de fonctionnement courts et répétitifs (comme dans les circulations d'immeubles d'habitation), leur montée en régime demandant quelque temps et leur durée de vie (mais cela reste valable aussi pour les autres lampes) dépendant en partie du cycle de fonctionnement.

- Enfin l'apparition de **lampes dites à induction**, à très longue durée de vie (de 20 000 à 40 000 heures), permet de résoudre, malgré leur prix encore très élevé, certains problèmes tels que les difficultés d'accès nécessitant l'emploi d'engins spéciaux. La puissance des quelques modèles disponibles va de 55 à 85 W pour des efficacités lumineuses de 65 à 70 lm/W.

- Les appellations commerciales des tubes fluorescents sont relativement subjectives. En ce qui concerne le rendu des couleurs des objets éclairés, on utilise l'**indice de rendu des couleurs** (IRC) qui caractérise l'aptitude d'une source à restituer l'aspect coloré de ces objets par rapport à une lumière conventionnelle de même température de couleur dont le rendu est bien accepté (valeur 100 si l'aspect est identique).

2.2 Chauffage

Nota : on pourra se reporter, dans le traité Génie énergétique, aux articles « Chauffage des locaux » [7].

2.2.1 Chauffage central

Les chaufferies centralisées sont alimentées directement à partir des services généraux ou du tableau général (cf. [C 3 751] § 1.1). L'équipement interne des chaufferies dépend de la nature des générateurs de chaleur et de leur puissance.

À côté des solutions traditionnelles faisant appel au gaz ou au fioul, voire au charbon, il existe une solution **tout électrique** à base de chaudière électrique directe, qui peut assurer la totalité des besoins tant en chauffage qu'en eau chaude.

Il faut noter deux points particuliers :

- aucune canalisation électrique étrangère au service de la chaufferie ne doit y pénétrer ;
- un coffret de coupure d'urgence doit être placé sur une voie d'accès, à l'extérieur de la chaufferie ; il comprend (généralement sous verre dormant) des dispositifs de coupure distincts pour l'éclairage et pour les autres utilisations.

2.2.2 Chauffage électrique

Les émetteurs de chaleur peuvent être de type ponctuel ou de type intégré.

■ Type ponctuel

Il s'agit des appareils suivants :

- **convecteurs**, chauffant l'air par convection naturelle (avec une légère part de rayonnement), à éléments tissés ou à fil nu ;
- **panneaux rayonnants**, à basse température (avec une part de convection de 20 à 40 %) ;
- **accumulateurs**, stockant l'énergie thermique en heures creuses de la tarification pour la restituer ensuite (que ce soit par voie sèche ou humide) ; ils ont nécessairement une masse et des dimensions supérieures aux précédents.

Il existe des modèles *dynamiques 8 heures*, n'accumulant qu'en heures creuses, et des *dynamiques 24 heures* dont l'alimentation peut être relancée en cas de besoin.

■ Type intégré

Il s'agit des appareils suivants :

- **plancher rayonnant**, constitué de câbles électriques chauffants noyés dans une dalle de béton de moyenne épaisseur, la température du sol ne devant pas excéder 28 °C ;
- **plancher mixte**, constitué d'un plancher chauffant accumulant (en heures creuses), avec un complément par appareils individuels dans chaque pièce ;
- **plafond chauffant**, réalisé par des éléments en feuilles minces recouverts par le parement du plafond ;
- **cassettes chauffantes**, éléments surtout réservés pour les locaux de grande hauteur (6 à 12 m).

■ Quel que soit le mode de chauffage retenu, des **dispositifs de régulation** (thermostats) et souvent **de programmation** sont soit incorporés directement aux appareils individuels, soit disposés de façon à combiner l'effet des émetteurs mixtes.

Dans le logement collectif, on a été amené à distinguer une part collective et une part individuelle ; des solutions telles que plancher (collectif) et convecteurs (privatif) ou des convecteurs à deux circuits (dits **bijonction**) ont été développées, au prix parfois d'une certaine complexité.

2.2.3 Chauffage mixte

Certaines installations (c'est surtout le cas en renouvellement de chauffage central par eau chaude utilisant comme combustible le fioul), peuvent utiliser une chaudière bi-énergie **électrofioul**, soit compacte soit « duo », dont le fonctionnement est étroitement asservi aux options tarifaires de l'électricité.

2.2.4 Climatisation

Comme en chauffage, on retrouve des solutions tant individuelles que centralisées.

■ **Climatisation centralisée** : elle assure le chauffage et le rafraîchissement :

- par système « tout air » ;
- par ventilo-convecteurs (à une ou deux batteries, à une batterie plus une résistance électrique) ;
- par cassettes à eau glacée (reprenant la même mise en œuvre que les ventilo-convecteurs).

■ **Climatiseurs individuels** : ils sont destinés à des locaux de petites dimensions (10 à 50 m²), et n'assurent pas le contrôle de l'humidité relative. On distingue :

- les monoblocs à condensation à air ;
- les monoblocs à condensation à eau ;
- les *split-systems* (dont le compresseur et le condenseur sont placés à l'extérieur du local) à condensation à air ;
- les *split-systems* à condensation à eau (même principe que ceux à air).

2.2.5 Pompe à chaleur (PAC)

Extrayant la chaleur de diverses sources possibles, elle est généralement utilisée en complément d'un autre système (chauffage ou climatisation).

■ On distingue, **pour les logements**, les systèmes suivants :

● **PAC sur l'air extrait** : la chaleur est réinjectée au fluide de chauffage.

● **PAC sur l'air extérieur** : dans ce cas, on a :

- air extérieur/air recyclé, réservée au chauffage individuel, parfois réversible pour un rafraîchissement d'été ;
- air extérieur/eau, aussi utilisée en collectif, en relève de chaudière fioul (système PERCHE).

● **PAC eau/eau** : la chaleur est prélevée soit dans le sol (par un réseau de tuyaux à eau plus antigel), soit dans un puits ou un forage.

■ Dans le **secteur tertiaire**, la PAC, réversible, est utilisée sur boucle d'eau, pour réutiliser la chaleur extraite de certains locaux ayant des besoins de froid, au profit d'autres demandant de la chaleur.

2.3 Autres usages

2.3.1 Ascenseurs et monte-chARGE

Les **entraînements électriques** des cabines sont effectués avec différents types de motorisations :

- entraînement à adhérence avec moteur alternatif asynchrone mono ou bi-vitesse, réservé aux faibles vitesses (jusqu'à 1,6 m/s) ;
- ensemble génératrice/moteur à courant continu, à vitesse variable (avec ou sans réducteur) ;

— ensemble avec variation de vitesse d'un moteur à courant continu associé à un variateur à thyristors (pour des courses moyennes ou importantes), à rendement amélioré ;

— ensemble à variation de vitesse et moteur à courant alternatif régulé.

Sauf cas d'un immeuble existant (et sous certaines conditions), les **canalisations** d'alimentation ne doivent pas passer dans la gaine d'ascenseur ; dans chaque machinerie, un tableau alimenté directement depuis les services généraux regroupe les protections des différents circuits, l'éclairage étant l'objet d'une alimentation distincte de celle des machines.

Le calcul des **alimentations** doit tenir compte des appels de courant importants au démarrage ; dans le cas de batteries d'ascenseurs, on peut être amené à échelonner les démarriages pour éviter le cumul des surintensités.

La figure 3 illustre le principe d'un tableau de machinerie d'ascenseur.

D'une façon générale, des normes particulières, distinctes des normes du domaine électrique (NF C...), couvrent les exigences relatives aux ascenseurs, monte-chARGE, monte-voitures et escaliers mécaniques (NF P...).

2.3.2 Pompes et surpresseurs

De la même façon que pour le chauffage ou les ascenseurs, le service des eaux doit être alimenté directement à partir des services généraux et être équipé d'un tableau particulier.

2.3.3 Ventilation mécanique contrôlée (VMC)

■ Dans la **construction individuelle**, il est recommandé d'installer le dispositif de commande sur le tableau de répartition (et non dans la cuisine), pour éviter des interruptions répétées, génératrices de condensations et de moisissures.

■ Dans le cas d'**immeuble collectif**, de nombreuses conditions en règlent l'installation et l'exploitation (notamment réseau d'alarme en cas de disfonctionnement).

Lorsque la VMC sert également à l'extraction des produits de combustion des chaudières à gaz individuelles, un dispositif de sécurité collective, comportant des éléments à intégrer dans l'installation électrique individuelle, est imposé (VMC-gaz).

2.3.4 Eau chaude sanitaire (ECS)

■ Les chauffe-eau électriques sont des **types** suivants :

● **Chauffe-eau à accumulation** : ils sont alimentés pendant les heures creuses (l'installation est alors dotée d'un comptage à double tarif), la mise en service étant assurée soit par une horloge, soit par un relais recevant les ordres transmis via le réseau de distribution ; un bilan économique favorable peut être tributaire d'autres utilisations conjointes (chauffage électrique à accumulation).

● **Chauffe-eau instantané** : ils sont de forte puissance (3 à 6 kW) pour des débits faibles (3 à 4 L/min, lave-mains, douche).

● **Chauffe-eau double puissance**, combinant les deux principes précédents.

■ Les **capacités** des appareils sont fixées en fonction du nombre de pièces principales, censées refléter le nombre d'utilisateurs :

100 L pour les F1 et F1 bis ; 150 L pour les F2 ; 200 L pour les F3 ; 250 L pour les F4 ; 300 L pour les F5 et au-dessus.

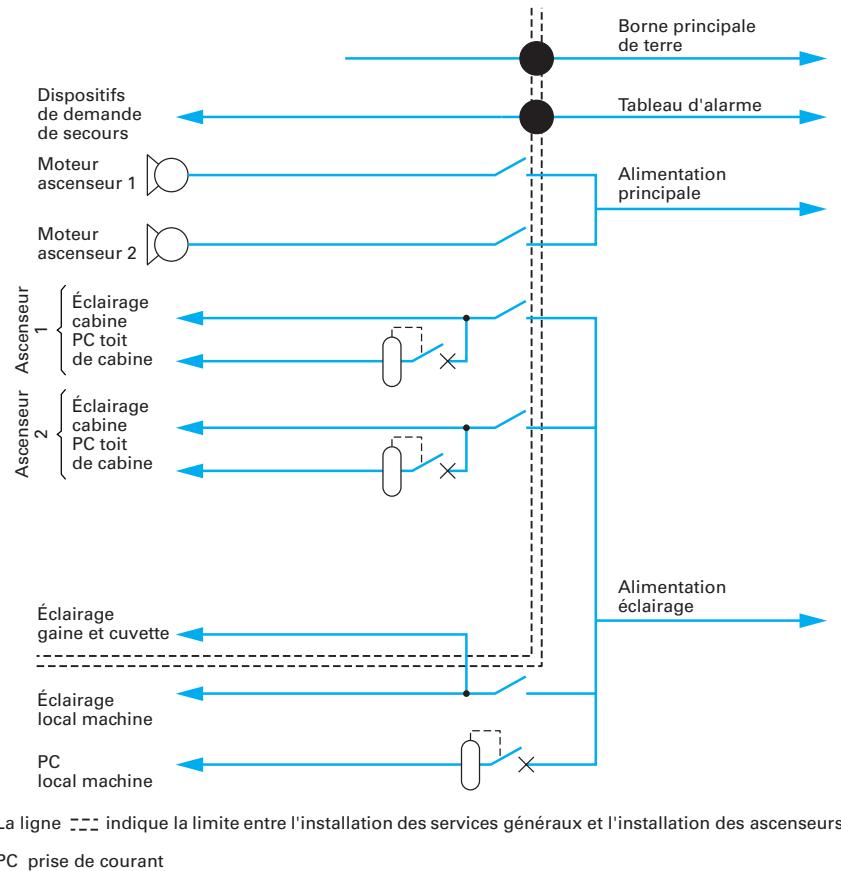


Figure 3 – Exemple de schéma de tableau de machineries d'ascenseur (d'après mémento PROMOTELEC « Immeubles collectifs – Services généraux » [3])

2.4 Services de sécurité

Suivant les cas, fixés notamment par la réglementation et les puissances nécessaires, ces services sont alimentés par des accumulateurs (blocs autonomes d'éclairage de sécurité – BAES –, ou armoires d'énergie), ou par des groupes moteur thermique-générateur (groupes électrogènes).

2.4.1 Éclairage

Un éclairage de sécurité est réglementaire pour les ERP et les IGH, ainsi que pour les établissements soumis au Code du Travail (cf. § 4.3.5).

Pour les immeubles d'habitation, en dehors des parkings souterrains (cf. [C 3 751], § 2.2.3), et ceux de la 4^e famille, où il est obligatoire, la question se pose parfois pour les **escaliers protégés** de la 3^e famille B, où l'on a deux possibilités :

– éclairage de sécurité assuré par des BAES ; ceux-ci ont une durée de vie moyenne de cinq ans, et nécessitent un entretien.

– éclairage normal alimenté par un circuit issu directement du tableau des services généraux, ne traversant pas les sous-sols, et sélectivement protégé.

2.4.2 Désenfumage

Il peut être assuré naturellement ou mécaniquement. Dans le premier cas, certaines commandes (ouvrants, bouches), et, dans le second, les ventilateurs, sont électriquement assurées par des circuits et des alimentations de sécurité.

2.4.3 Ascenseurs

Ce n'est que dans le cas des IGH que l'alimentation de tout ou partie des ascenseurs fait partie des circuits de sécurité ; elle est alors assurée par groupe(s) électrogène(s).

2.4.4 Supresseurs

Lorsque leur fonctionnement est demandé en cas d'incendie, ils font partie des services de sécurité et alimentés comme pour les services précédents.

3. Autres services de l'électricité

Les **autres services** dispensés par l'usage de l'électricité ont pris au fil des ans une importance croissante par rapport aux services traditionnels : éclairage, chauffage et force motrice. Les développements de l'électronique a largement contribué à leur développement. Ils représentent aujourd'hui un investissement équivalent, sinon supérieur, à celui des usages traditionnels de l'électricité.

Ces « autres services » sont couramment intitulés **domotique** pour le logement, **immotique** pour le tertiaire. On consultera utilement les articles « *Domotique* » [5], « *Immotique* » [6] et « De la construction intelligente vers l'urbatique » [4], du présent traité. On a toutefois développé ou repris, ici, certains aspects inséparables du bâtiment en tant que tel, ainsi que les explications nécessaires à leur compréhension.

3.1 Télécommunications

Les télécommunications sont constituées par l'ensemble des techniques de transmission à distance quel qu'en soit le support. Généralement, on parle davantage de systèmes de télécommunications que d'installations.

3.1.1 Spécificité des transmissions

Par comparaison aux installations électriques à basse tension, les télécommunications présentent des spécificités.

Les **caractéristiques** particulières de l'énergie électrique lorsqu'elle est utilisée pour la transmission à distance sont les suivantes :

- tension : quelques volts ou millivolts jusqu'à 100 V ;
- intensité du courant : quelques milliampères ;
- fréquences : du courant continu jusqu'à plusieurs centaines de mégahertz.

La **normalisation** est toujours en cours de développement et suit davantage les techniques qu'elle ne les accompagne, car celles-ci évoluent beaucoup plus rapidement.

Le **contrôle**, la **validation** et les **essais** sont des opérations complexes. Parvenir à « faire marcher » nécessite du temps et un haut niveau de compétence et d'expérience. Il est indispensable de proposer une formation à l'utilisateur, sur le site, et de lui remettre un manuel d'utilisation spécifique avec documentation détaillée du système installé.

La garantie de fonctionnement implique quasi obligatoirement la souscription d'un contrat de maintenance et/ou de gestion.

3.1.2 Usages des télécommunications

Les télécommunications sont destinées à **véhiculer** :

- des commandes (par exemple, marche, arrêt...) ;
- des informations sur des états (par exemple, ouvert, fermé...) ;
- des informations de mesure (par exemple, température, pression...) ;
- de la voix ;
- des données informatiques ;
- des images vidéo ou des programmes télévisés.

Véhiculer ces « informations », c'est **utiliser des supports** : ondes hertziennes ; ondes infrarouges ; ultrasons ; faisceau laser ; conducteurs et câbles courants forts (courants porteurs) ; conducteurs et câbles paires téléphoniques ; conducteurs coaxiaux ; fibres optiques.

Le support peut être matériel ou immatériel.

- **Supports matériels ou filaires** : il s'agit des conducteurs en cuivre (câbles d'énergie, câbles de type téléphoniques ou informatique, câbles coaxiaux...) et des fibres optiques.

- **Supports immatériels ou non filaires** : il s'agit du faisceau laser et des ondes infrarouges, qui nécessitent tous deux visibilité directe entre émetteur et récepteur, et, également, des ondes hertziennes, des ultrasons.

Tous les supports ne conviennent pas pour tous les types d'informations.

En **résumé**, pour un système de télécommunication, il est nécessaire de disposer :

- de l'information, appelée également **signal**, et qui sera en général codée ;
- d'un support ou réseau, pour véhiculer cette information.

3.1.3 Réseaux

La notion de réseau ne doit pas se confondre avec celle utilisée pour désigner le réseau de distribution publique. Il s'agit de la transposition de cette notion aux systèmes de télécommunication, c'est-à-dire le fait de recueillir un signal à une source et de le transmettre à un utilisateur.

La caractéristique première d'un réseau est sa **topologie**.

Il faut bien distinguer la topologie de principe (schéma) du réseau (figure 4), de la topologie réelle de l'installation.

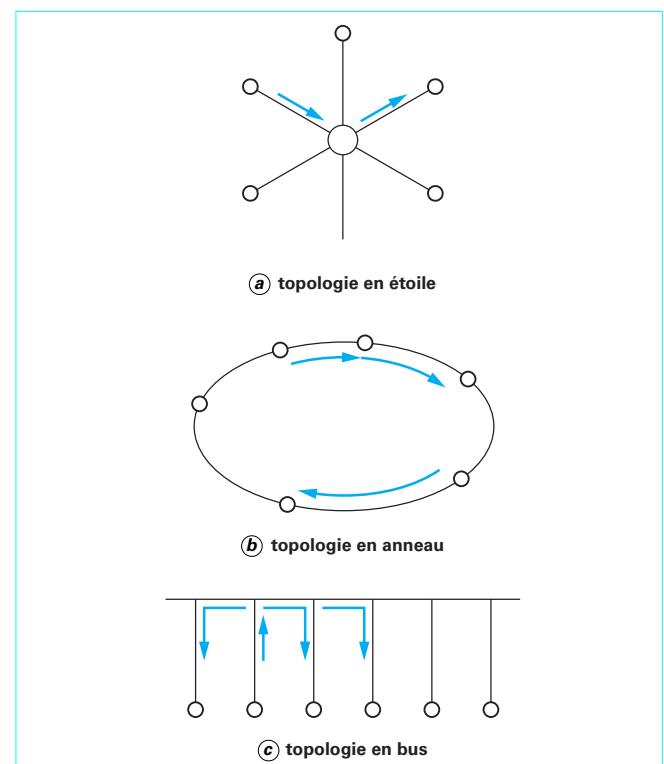


Figure 4 – Topologie logique ou de principe des réseaux

Les principes les plus largement utilisés sont les suivants :

■ **Topologie « en étoile »**

Il s'agit dans ce cas de relier chaque élément ou équipement (capteur, actionneur, émetteur, équipement terminal...) à un point central, cœur de l'étoile (figure 4 a), où s'effectuent toutes les diverses configurations et modifications nécessaires à la mise en relation des équipements.

■ **Topologie « en anneau »**

Chaque station passe le message (appelé aussi jeton) à sa voisine (figure 4 b).

■ **Topologie « en bus »**

Dans ce cas, tous les éléments ou équipements sont reliés à un seul et même support physique (figure 4 c). La principale contrainte de ce système, qui simplifie l'installation du point de vue du câblage, consiste à respecter un mode de dialogue identique entre les équipements (langage et protocole), ou à mettre en place des **interfaces** permettant ce dialogue.

■ **Sous-réseau**

Compte tenu des évolutions actuelles des différentes applications et notamment des vitesses de transmission nécessaires pour chaque usage (audiovisuel, téléphonie, commandes, données), il est raisonnable d'envisager qu'un réseau soit constitué d'un ou plusieurs sous-réseaux assurant les diverses fonctions (§ 4.1.1 et § 4.2.1).

3.2 Informatique

3.2.1 Réseau « cuivre »

3.2.1.1 Généralités

Actuellement sont utilisés les câbles de type téléphonique et les câbles de type coaxial, ces derniers destinés particulièrement aux hauts débits et/ou longues distances et/ou pour des raisons d'immunité aux perturbations électromagnétiques.

Cependant, l'évolution des caractéristiques techniques des câbles de type téléphonique a permis à ceux-ci d'empiéter sur le domaine d'application des câbles de type coaxial, par ailleurs plus délicats à mettre en œuvre.

■ Relation « support-débit » : le choix du type de câble utilisé est lié directement au débit prévu, voire même envisagé dans le futur.

On considère généralement que la partie signal et protocole d'un système de communication a une durée de vie de trois ans, et qu'il est alors dépassé...

■ Le tableau 3 donne les principaux **types** de réseaux en fonction de leur topologie.

Tableau 3 – Principaux types de réseaux en fonction de leur topologie

Réseaux	Application	Type de support physique			Débit (Mbits/s)	Topologie logique	Nombre maximal de stations	Distance maximale de la station la plus éloignée
		Paire torsadée	Coaxial	Fibre optique				
Token Ring	Réseau local	Oui	Non	Non	4 ou 16	Étoile	260	150 m
Ethernet 10 base 5	Réseau local	Non	Oui	Non	10	Bus	100	480 m
Ethernet 10 base 2	Réseau local	Non	Oui (fin)	Non	10	Bus	30	180 m
Ethernet 10 base T	Réseau local	Oui	Non	Non	10	Étoile	100	200 m
Ethernet 100 base Tx	Réseau local ou fédérateur	Oui	Non	Non	100	Étoile	100	100 m
Local Talk (Apple)	Réseau local	Oui	Non	Non	0,230	Bus	32	400 m
FDDI (1)	Réseau fédérateur	Non	Non	Oui	100	Anneau	256	2 000 m
ATM (2)	Réseau fédérateur	Oui	Non	Oui	25, 52, 155...	Anneau ou Étoile	Sans limite théorique	Selon débit et support
Gigabit Ethernet	Fédérateur	Oui	Non	Oui	1 000	Étoile	100	100 m (Cu)

(1) FDDI Fiber Distributed Data Interface

(2) ATM Asynchronous Transfer Mode

3.2.1.2 Topologie en bus

Cette solution, initialement plus économique que les autres, est née de l'augmentation de la densité des postes de travail, avant l'introduction du concept de **précâblage**.

Toutes les stations sont reliées à un câble unique, monoconducteur ou multiconducteurs (figure 4 c), sans régénération du signal. Lorsqu'une station émet un message, toutes les autres stations le reçoivent simultanément. La fonction de concentrateur n'existe pas, et le serveur ne comporte qu'une seule entrée, comme les stations.

Lorsque l'on augmente les fréquences utilisées sur les réseaux, la longueur maximale de la « dérivation », c'est-à-dire la longueur de câble entre l'électronique de la station et le câble commun (bus) diminue de façon importante.

Une dérivation trop importante génère des réflexions parasites.

3.2.1.3 Topologie en anneau

De conception récente (Token Ring), cette topologie relie les stations, les unes après les autres, en définissant un anneau (figure 4 b). Les informations, organisées en trames, circulent de station en station, où elles sont régénérées, jusqu'à ce qu'elles aient abouti au destinataire.

La non-régénération du signal, par une station non opérationnelle, a conduit à réorganiser l'anneau autour d'un boîtier électronique *Multistation Access Unit* (MAU), qui élimine de cette solution le circuit desservant cette station, afin de ne pas compromettre la lecture d'un signal qui ne serait pas réamplifié.

L'ouverture du relais qui connecte le câble est commandée par la station grâce à un circuit de type « fantôme » entre les deux paires. Plusieurs MAU peuvent être mis en série. Les longueurs de câbles, sans régénération de signal, peuvent devenir importantes. On trouve également des MAU actifs régénérant le signal.

Vue de l'« extérieur », la topologie en anneau du réseau « Token Ring » ressemble fortement à une topologie en étoile, autour des MAU.

3.2.2 Systèmes de brassage

Le **brassage** est la fonction qui permet de configurer sur un précâblage les différentes topologies de réseaux. Cette fonction devrait être peu utilisée pour le téléphone moderne, car les changements d'affectations s'effectuent à la console de l'autocommutateur, par programmation.

Pour les réseaux informatiques et bureautiques, le brassage est obligatoirement manuel, les matrices de commutation programmable à haut débit étant pour l'instant très coûteuses. Ces brassages s'effectuent lors du déménagement d'un ou plusieurs postes ou lors d'un changement d'activité.

Les **systèmes de brassage** utilisés dans les différentes précâblages ont deux origines : informatique ou téléphonique. Les systèmes d'origine téléphonique sont les plus anciens et résultent d'un aménagement de la connectique du téléphone. Ils sont composés de modules de raccordement installés sur des profilés métalliques appelés fermes :

- les **fermes** contiennent des chemins de câbles verticaux permettant de guider les câbles, depuis le faux plancher ou le plafond, vers les modules de raccordement ;
- les **modules** (8 ou 10 paires) peuvent être équipés d'une double rangée de contacts ; ils sont dits « à coupure » ; les contacts, sur lesquels sont connectés les fils des différents câbles aboutissant au système de brassage, peuvent être simples ou doubles.

Le brassage s'effectue de deux façons :

- brassage **par jarretières** (2 fils torsadés) pour les réseaux à faible débit et dont la configuration est peu évolutive (téléphone) ;

— brassage **par cordons** (câbles souples équipés de connecteurs) pour les réseaux à débits élevés ou/et à évolution fréquente (informatique).

3.3 Réseau en fibres optiques

3.3.1 Caractéristiques

La transmission de données, sous forme de signaux lumineux dans un conduit translucide minuscule en silice ou en plastique, a ouvert de nouvelles perspectives pour les systèmes de communication.

La propagation du signal au cœur d'une fibre optique permet, en effet, d'augmenter considérablement les distances de transmission, sans régénération des signaux, avec une totale insensibilité à l'environnement électromagnétique. Elle permet, de plus, des débits relativement élevés : 200 à 300 Mbits/s, 1 Gbit/s...

- Une fibre optique comprend deux **zones** :

- le **coeur**, partie centrale de la fibre, constitué en général de silice pure, conduit la lumière ;
- le **corps** est composé de silice comportant des impuretés ; son indice de réfraction est de valeur inférieure à celle du cœur.

- On distingue deux grandes **familles** :

- fibre **monomode**, à très hautes performances, mais difficile à utiliser : le cœur dans lequel il faut injecter de la lumière ne fait que quelques micromètres ; cette fibre est réservée aux réseaux publics grande distance ;

- fibre **multimode**, initialement à *saut d'indice* et maintenant à *gradient d'indice* (l'indice de réfraction varie de façon progressive du cœur vers le corps) ; c'est la fibre utilisée pour les réseaux locaux.

- Les **dimensions** d'une fibre s'expriment en micromètres :

- **Exemple** : $62,5/125 = 62,5 \mu\text{m}$ pour le diamètre du cœur et $125 \mu\text{m}$ pour le corps.

Le diamètre du cœur et l'« ouverture numérique », vont définir les conditions d'insertion de la lumière dans la fibre :

- le diamètre du corps doit être adapté au connecteur ;
- l'ouverture numérique se définit comme l'angle d'incidence du faisceau lumineux par rapport à l'axe de la fibre optique, de manière à obtenir la « perte d'insertion » la plus faible possible.

■ Les **connecteurs** utilisés pour raccorder deux fibres sont des produits de grande précision. En effet, ils ont pour fonction de positionner deux fibres, dont le cœur a un diamètre de $0,65 \mu\text{m}$, avec une tolérance sur le positionnement extrêmement faible. L'affaiblissement provoqué par le connecteur doit être inférieur à 1 dB ; on spécifie couramment 0,5 dB (cf. § 3.3.4).

3.3.2 Sites concernés

Le précâblage des sites industriels, des immeubles de bureaux ou des campus, exige désormais le recours aux réseaux en fibres optiques dans les applications particulières suivantes :

- mise en place d'un réseau fédérateur à débit élevé ;
- transmission sur de longues distances : par exemple, interconnexion des sous-répartiteurs dans un bâtiment de grandes dimensions ou dépôt de terminaux ou d'équipements informatiques ou industriels ;
- liaisons interbâtiments supprimant le problème de l'équipotentialité des terres entre immeubles ainsi que les perturbations (influences électromagnétiques) induites sur les câbles métalliques par la foudre (ondes de surtensions) ;
- transmissions de données dans un milieu très pollué du point de vue électromagnétique (site industriel).

3.3.3 Principe du précâblage optique

En fonction de ce qui précède, et sauf cas particuliers, la fibre optique sera utilisée pour effectuer l'interconnexion de locaux techniques.

Le nombre de fibres sera toujours pair et dépendant des réseaux envisageables dans l'entreprise. L'inventaire des réseaux peut s'effectuer à partir de la liste ci-après :

- réseau informatique de gestion ;
- réseau informatique scientifique ;
- réseau bureautique ;
- réseau fédérateur ;
- autocommutateur décentralisé ;
- réseau vidéo ;
- réseau de GTB/GTC ;
- réseau sécurité ;
- etc.

3.3.4 Mise en œuvre

Le « **tirage** » des câbles optiques ne pose pas de problèmes majeurs. Les principales recommandations sont les suivantes :

- choisir le câble en fonction du milieu (conditions d'influences externes) ;
- éviter d'utiliser des câbles avec gaine ou drain métallique, car on perd le bénéfice de l'isolement galvanique ; si tel est le cas, il faut traiter les extrémités métalliques comme des câbles soumis à des tensions électriques pouvant être dangereuses ;
- respecter des minimums pour les rayons de courbure : 10 à 15 cm suivant les câbles ;
- installer le câble dans un support ou un conduit qui le protège de toute agression mécanique ;
- éviter les contraintes mécaniques pendant la pose, sauf pour les tirages en fourreau, pour lesquels on choisira des câbles adaptés.

Le **raccordement** des connecteurs optiques est l'affaire d'un spécialiste. On vérifie la qualité du travail réalisé en mesurant l'affaiblissement du signal provoqué par le connecteur. Il ne faut pas oublier que l'affaiblissement du signal (son niveau à la réception), dépend :

- de la fibre : qualité et longueur ;
- des connecteurs : qualité de raccordement et nombre.

On exige souvent un affaiblissement inférieur à 0,5 dB par connecteur, ce qui est la garantie d'un travail bien fait. Pour mesurer cet affaiblissement et celui de la fibre, on peut utiliser un wattmètre optique composé d'un générateur étalonné et d'un récepteur mesurant le niveau du signal reçu. Cet appareil permet de surveiller le vieillissement d'un réseau optique sans faire appel à un réflectomètre avec enregistreur, qui peut être réservé à la réception d'une installation.

La mise en œuvre d'un tel connecteur nécessite un outillage approprié et un quart d'heure de travail par un technicien qualifié et méticuleux.

Chaque fois que l'on met en œuvre une liaison optique, on se doit d'effectuer, à chaque extrémité, une conversion optique/électrique du signal. Les convertisseurs sont aujourd'hui relativement onéreux.

4. Applications

4.1 Domotique. Immotique petit tertiaire

On peut distinguer les grandes applications suivantes :

- gestion technique du bâtiment (GTB) ;
- gestion technique centralisée (GTC) ;

- gestion administrative centralisée (GAC).

Les systèmes de télécommunications en milieu domestique et petit tertiaire se caractérisent notamment par leur décomposition en sous-réseaux.

4.1.1 Sous-réseaux

■ Sous-réseau audiovisuel

Le support utilisé par ce réseau est généralement un câble coaxial permettant des débits importants pour assurer le transport de l'image. Depuis 1989, on voit également apparaître des réseaux audiovisuels constitués de paires torsadées assurant la diffusion d'une image conforme avec les nouveaux standards de télévision.

On notera la différence entre programme TV et vidéo son-vidéo surveillance : les programmes TV sont particulièrement exigeants en matière de débit par rapport à la vidéo surveillance qui peut se satisfaire d'une image fixe par seconde par exemple.

■ Sous-réseau téléphonie, interphonie, télématique

Constitués de paires téléphoniques, ce réseau permet d'assurer la distribution du téléphone, de la télématique et de l'interphonie.

■ Sous-réseau pour les commandes et les automatismes

Ce réseau permet d'assurer le transport d'informations à bas débit pour commander les divers équipements et les faire communiquer entre eux.

Ce réseau peut être organisé de diverses manières. Le plus souvent, il est constitué de paires torsadées. Il peut être complété par l'utilisation des courants porteurs, technologie dans laquelle on superpose un signal au courant alternatif ou, encore, par l'utilisation de l'infrarouge à l'intérieur d'une pièce ou des radiofréquences dont la portée de quelques centaines de mètres permet notamment des prolongements à l'extérieur du bâtiment concerné. Le câble coaxial peut également, dans certains cas, relayer les informations de ce nouveau réseau.

Cette approche, intégrant ces trois sous-réseaux, est celle qui semble retenue par les premiers systèmes commercialisés à l'heure actuelle. Le sous-réseau automatismes/commandes a tendance à regrouper l'ensemble des applications du type gestion d'énergie, sécurité, gestion du confort et automatismes divers...

À partir de ces notions se développent les types de câblage, essentiellement établis pour le milieu domestique et le petit tertiaire, à l'exception de la transmission de données informatiques.

4.1.2 Précâblage domestique-petit tertiaire

Le précâblage domestique-petit tertiaire permet d'innerver le bâtiment dès le début de la construction ou lors de travaux de réhabilitation, afin de constituer le système nerveux sur lequel viendront se raccorder éventuellement, et au fur et à mesure des besoins, les différents services. Quatre classes de précâblage ont été retenues.

■ Classe A

Installation courante, encastrée en totalité ou en partie, sans disposition particulière de précâblage.

■ Classe B

Infrastructure de distribution spéciale permettant à terme des adjonctions et modifications courantes :

- système de profilés, goulottes, moulures, chambranles, plinthes ou vides de constructions accessibles ;
- limitation des encastrements aux points d'éclairage et descentes ou remontées en cloison, d'où réseau de goulottes en plafond

des circulations ; plinthes murales dans toutes les pièces (110 × 15), sauts de portes en « chambranles ».

■ **Classe C**

Infrastructure de classe B à laquelle il convient d'ajouter :

- soit une arrivée dans chaque pièce, câbles 10 paires sur barrette (étoile) ;
- soit un câble desservant chaque pièce sur un connecteur (en bus), avec réglette téléphone 12 plots jusqu'à 10 prises, sur 4 paires 6/10, et la distribution télévision.

■ **Classe D**

Infrastructure complète :

- soit une distribution intégrale en étoile
- soit une distribution en bus.

4.2 Tertiaire – Industrie

Ici, également, on distingue la gestion technique du bâtiment (GTB), la gestion technique centralisée (GTC), la gestion administrative centralisée (GAC), avec, en plus, la transmission de données informatiques.

La décomposition en sous-réseaux tient aux exigences spécifiques des services procurés en particulier en matière de débit et de sécurisation.

4.2.1 Sous-réseaux

Les systèmes actuels se classent par rapport à trois types de sous-réseaux : voix, données, image (réseaux VDI).

Les supports sont en général constitués de câbles à une ou plusieurs paires torsadées ou coaxiaux ou encore à fibres optiques.

4.2.2 Systèmes « filaires »

■ On rappelle d'abord quelques définitions :

● **Fonctions GTC – GTB :**

- contrôle de l'environnement : chauffage, climatisation, éclairage, eau, ensoleillement, alimentation et groupe électrogène ;
- alarmes de sécurité et surveillance : incendie, intrusion.

● **Fonctions GAC :**

- contrôle et accès : entrées et sorties des employés, visiteurs, voitures... limitation d'accès par zone ;
- administration des services de l'immeuble : restauration, information, parking contrôle des horaires.

■ **Précâblage du bâtiment**

La **qualification** des immeubles s'est initialement faite sur des attributs techniques (systèmes de communication, GTB, fibre optique). Aujourd'hui, la qualification d'un immeuble est devenue fonctionnelle ; on ne propose plus de la technique, mais des services (flexibilité, précâblage universel, confort, coût global, gestion des équipements et des réseaux...).

Les fonctions GTC-GTB-GAC sont organisées selon les dispositions décrites au paragraphe 4.1, et les fonctions « données informatiques » le sont selon les dispositions du paragraphe 3.2).

■ **Évolution des techniques et tendances**

Le domaine des systèmes de télécommunications est en perpétuelle évolution ; en particulier ce qui était impossible hier le devient aujourd'hui.

Il reste une tendance actuelle, qui consiste à répartir l'intelligence d'un système dans les différents éléments qui le composent, et non pas dans l'unité centrale elle-même.

4.3 Applications particulières

4.3.1 Portier

On désigne par ce mot les systèmes qui permettent d'autoriser l'accès d'une personne vers l'intérieur d'une propriété privée : jardin, maison individuelle, logements collectifs...

Ces systèmes utilisent généralement des canalisations électriques de type téléphonique ou parfois un mode de transmission sans fil (radio). Ils sont organisés autour d'une petite unité centrale située dans le logement, qui permet de communiquer avec un dispositif situé à l'accès depuis l'extérieur. Lorsqu'une personne se présente et sonne pour obtenir l'accès, le système permet d'entrer en conversation (portier téléphonique) ou visuel (portier vidéo), sur initiative de l'occupant de l'habitation. L'occupant peut alors commander l'ouverture de la porte. Dans le portier vidéo, le dispositif situé à l'accès comporte une mini-caméra (noir et blanc ou couleur), et l'occupant dispose d'un écran lui permettant de voir la personne qui demande à être reçue.

La commande d'ouverture se fait par un simple bouton-poussoir sur l'unité centrale de l'occupant, qui déclenche une gâche électrique libérant l'accès.

4.3.2 Antennes collectives

Le développement très important des différents modes de transmission télé et radio a conduit à organiser la distribution des différents canaux, afin d'éviter le foisonnement des dispositifs de réception, des réseaux de distribution et des prises ou sorties de raccordement pour les utilisateurs.

L'organisation du système se fait en partant d'une centrale de réception et d'amplification, commune aux différents médias susceptibles d'être reçus par une parabole de réception-satellites (SAT), antennes UHF (ultra haute fréquence), antennes VHF (*Very high frequency*-TV), et antenne FM (modulation de fréquence). Le réseau de distribution comporte, selon nécessité, des répartiteurs et des amplificateurs placés près des points d'utilisation, notamment pour en augmenter le nombre. Pour le raccordement des récepteurs, on dispose chez l'utilisateur des ensembles comportant sur un seul module trois prises : TV – FM – SAT.

Ces réseaux, souvent étendus, en particulier dans le logement collectif, nécessitent d'être vérifiés quant au niveau du signal reçu sur chaque prise.

4.3.3 Alarmes et signalisations

■ Les installations d'alarme et de signalisation concernent les différents **systèmes ou équipements du bâtiment**.

Les **systèmes ou installations techniques** sont :

- le poste électrique de livraison,
- le tableau général basse tension (TGBT) ;
- le (ou les) groupe(s) électrogène(s) ;
- la chaudière ;
- la climatisation ;
- le traitement et la surpression d'eau ;
- les ascenseurs ;
- les batteries d'accumulateurs ;
- etc.

Les **systèmes de sécurité et de sûreté** concernent :

- la détection et les alarmes incendie (§ 4.3.4) ;
- la détection d'effraction ou d'intrusion ;
- le contrôle d'accès.

■ Les **installations** d'alarme et de signalisation comprennent une source d'alimentation, des canalisations, des détecteurs, des auxiliaires de commande.

Ces installations sont destinées à prévenir les personnes chargées de prendre les mesures nécessaires en cas d'incident ou de défaut de fonctionnement du matériel ou des installations.

L'objectif est le retour à une situation de fonctionnement normal, le plus rapidement possible.

• Sources d'alimentation

La ou les sources d'alimentation des installations d'alarme sont, en général, permanentes et indépendantes de l'état du réseau de distribution d'énergie. Elles peuvent être communes à toutes les installations d'alarme et de signalisation d'un même bâtiment, à l'exception du système de sécurité incendie (§ 4.3.4), qui doit être totalement indépendant et, pour certains types d'établissement, du système de sécurité intrusion.

Ces sources sont en général constituées par des batteries d'accumulateurs reliées à un chargeur basse tension ; elles peuvent être également constituées par des ASI (alimentation statique sans interruption). Dans tous les cas, ces sources doivent signaler tout défaut risquant d'affecter leur fonctionnement.

• Canalisations

Les canalisations des différentes installations d'alarme et de signalisation sont indépendantes des autres canalisations électriques. L'installation peut être réalisée :

- soit en très basse tension de sécurité (tension inférieure ou égale à 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu), par l'intermédiaire d'une source galvaniquement indépendante du réseau d'énergie ;

- soit en basse tension.

• Tableau d'alarme

D'une manière générale les dispositifs de toutes les installations d'alarmes sont groupés sur un même tableau synoptique, tableau aujourd'hui réduit à la taille d'un écran d'ordinateur. À ce tableau sont associés, en cas de besoin, des dispositifs d'alarme sonore et des dispositifs d'arrêt ou de commande, cela pour permettre au superviseur d'effectuer les manœuvres de sauvegarde décrites dans les procédures prévues en cas d'alarme.

4.3.4 Systèmes de sécurité incendie

■ Les systèmes de sécurité incendie ont pour **but** d'assurer la sécurité des personnes, de faciliter l'intervention et l'action des secours

(pompiers), et de limiter la propagation du feu, tout en permettant l'évacuation du public.

Les établissements recevant du public (ERP) ont une caractéristique commune : les personnes qui les fréquentent ne connaissent peu ou pas la configuration des locaux (l'accès à une sortie par exemple). C'est pour cette raison que ces établissements font l'objet d'une réglementation très stricte dite *Règlement de Sécurité* [Décret n° 73-1007]. Ce texte prend en compte la nature de l'établissement, des activités qui s'y déroulent (écoles, salles de spectacles, hôpitaux, hôtels...), de leurs particularités constructives (sous-sol, étages, accès direct à l'extérieur...), ainsi que le nombre de personnes qui y ont accès, et enfin la caractéristique d'occupation de ces établissements (ouvert ou fermé la nuit, locaux de sommeil, hôtels en altitude, etc.).

■ **Principes de fonctionnement** : un système de sécurité incendie (SSI) est destiné à collecter les informations et les ordres liés à la seule sécurité incendie ; c'est un système séparé et indépendant des autres systèmes. Il traite les informations qu'il reçoit et effectue, si nécessaire, la *mise en sécurité* de l'établissement. Le SSI peut donc regrouper toutes les fonctions d'alarme incendie (action sur un bouton-poussoir), de détection (fumées, élévation de température) et déclencher les opérations de mise en sécurité associées : désenfumage, compartimentage, évacuation...

Les systèmes de sécurité incendie sont classés en 5 catégories A, B, C, D et E, par ordre d'exigences décroissantes dépendant de la nature et du type d'établissement à protéger.

La figure 5 représente le schéma de principe d'un SSI de catégorie A

■ **Dispositifs automatiques de détection**. On peut citer :

- détecteur ionique de fumée pour détecter les feux couvants, avant dégagement de flammes et de chaleur (couloirs, circulations, bureaux, locaux informatiques...) ;
- détecteur optique de fumée pour détecter les feux à évolution lente dégageant une fumée contenant beaucoup de particules ;
- détecteur de chaleur pour détecter les feux dégageant une chaleur à élévation rapide de température ;
- détecteur thermostatique, avec déclenchement à 65 ou 85 °C selon les modèles ;
- détecteur de flammes pour détecter les feux à évolution rapide avec production de flammes (liquides inflammables).

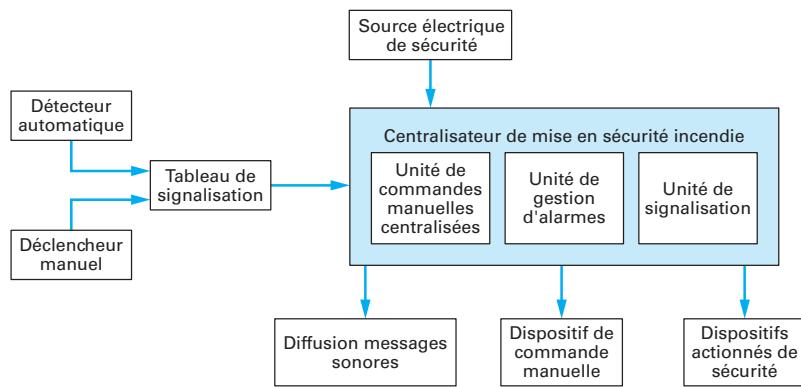


Figure 5 – Principe d'un système de sécurité incendie (SSI) de catégorie A

Tableau 4 – Types d'éclairages de sécurité				
Éclairage	Type A	Type B	Type C	Type D
Source centrale	Éclairage permanent par la source	Éclairage permanent par la source	Éclairage non permanent par la source	Lampes portatives mises à la disposition du public
Blocs autonomes	Interdits	Blocs à incandescence ou blocs à fluorescence permanents	Blocs à incandescence ou blocs à fluorescence non permanents	

4.3.5 Éclairage de sécurité

Le règlement de sécurité des ERP définit quatre types d'éclairage de sécurité selon la nature des établissements et le nombre de personnes qui y sont admises.

Il est basé sur deux systèmes de sources et quatre **types** d'éclairage (tableau 4) :

— système à **source centrale** (toutes les canalisations électriques de l'éclairage de sécurité doivent être réalisées en câbles résistant au feu) ;

— système comportant des **blocs autonomes** d'éclairage de sécurité (BAES).

On distingue par ailleurs deux **fonctions** pour l'installation d'éclairage de sécurité.

• **L'éclairage de balisage** doit permettre à toute personne d'accéder à l'extérieur du local.

Ses quatre propriétés sont les suivantes : la reconnaissance d'obstacles, la signalisation des issues, la signalisation des cheminements et l'indication des changements de direction.

• **L'éclairage d'ambiance** est destiné à assurer un éclairage uniforme sur toute la surface d'un local pour permettre une bonne visibilité et éviter ainsi toute panique.

Références bibliographiques

- [1] *Éclairage intérieur des lieux de travail*, AFE Éd. LUX, 88 p., 1993.
- [2] *Locaux artisanaux et commerciaux*, PROMOTELEC.
- [3] *Immeubles collectifs – Services généraux*, PROMOTELEC.

Dans les Techniques de l'Ingénieur

Traité Construction

- [4] Filloux (A.). – *De la construction intelligente vers l'urbatique*. C 3 780, 1997.

- [5] Filloux (A.). – *Domotique*. C 3 781, 1997.

- [6] Filloux (A.). – *Immotique*. C 3 782, 1997.

Traité Génie énergétique

- [7] Rubrique « Technique de l'habitat. Chauffage des locaux. »