

3 DIAGNOSTIC TECHNIQUE DES ARMOIRES D'ÉCLAIRAGE PUBLIC

3.1 Les commandes de fonctionnement du réseau éclairage public

Les commandes de fonctionnement du réseau éclairage public de la commune de CABANNES sont faites principalement par des relais Pulsadis. On trouve également des commandes par horloge astronomiques et des commandes par interrupteur crépusculaire.

3.1.1 Les commandes par interrupteurs crépusculaires

Le seuil de fonctionnement de l'éclairage public correspond au niveau en dessous duquel l'œil humain a besoin d'un éclairage additionnel pour poursuivre ses activités. Le niveau est fixé à 4 lux pour commander l'éclairage public.

Pour fonctionner correctement, un interrupteur crépusculaire doit être bien positionné pour capter la lumière sans être gêné par l'environnement et répondre d'autre part aux critères suivants :

- avoir un réglage précis du seuil de fonctionnement
- assurer une stabilité de la mesure dans le temps
- maintenir les performances sur une large plage de températures ambiantes.

Les interrupteurs crépusculaires installés sur le territoire communal sont des types lumandar et fibre optique. Ils fonctionnent suivant une technologie photopile qui répond parfaitement aux critères évoqués ci-dessus. Leur fonctionnement dépend de leur emplacement et le lumandar fait souvent l'objet de vandalisme.

3.1.2 La commande par relais Pulsadis

C'est le fournisseur d'énergie, EDF, qui va gérer les heures de fonctionnement de l'éclairage public à travers le système Pulsadis.

Il consiste à superposer à la fréquence 50 Hz pendant de courtes durées une fréquence de 175 Hz qui va transmettre différents ordres et va couvrir l'ensemble du réseau électrique. Cette fréquence est envoyée à différents moments de la journée pour commander des changements tarifaires émis sur le plan national.

Le signal de commande de l'éclairage public est généré localement par un interrupteur crépusculaire. Dans le cas présent, on va coder un ordre supplémentaire qui va servir à commander le fonctionnement de toutes les installations éclairage public alimentées par ce poste source qui sont équipées d'un relais récepteur placé au niveau de chaque comptage éclairage public.

La commande par relais Pulsadis présente de nombreux avantages :

- pas d'entretien
- pas de vandalisme
- synchronisme du fonctionnement des différents réseaux éclairage,

mais également l'inconvénient de ne pas être maître de la durée d'éclairement qui dépend d'EDF.

La répartition entre les différents matériels de commande de l'éclairage est donnée dans le Tableau ci-après.

TABLEAU 2 : MATERIEL DE COMMANDE DE L'ÉCLAIRAGE PUBLIC

Matériel de commande	Quantité
Horloge astronomique	4
Relais Pulsadis	14
Horloge mécanique	1
Lumandar	5
Fibre optique	2

Les commandes par horloges astronomiques équipent les armoires E, N, X et Z. Il est conseillé d'abandonner les autres types de commande au profit de celles par horloges astronomiques.

Le fonctionnement est basé sur un calcul astronomique qui donne jour après jour les heures crépusculaires pour l'allumage et l'extinction de l'éclairage. L'horloge exécute un algorithme adapté pour correspondre au niveau de 4 lux de l'éclairage public en fonction de la situation géographique de la zone éclairée (longitude, latitude) et de la date.

La majorité des horloges comprennent un décalage en plus ou en moins des périodes de fonctionnement pour s'adapter aux conditions locales :

- anticipation de la mise en route de l'éclairage dans une zone encaissée
- retard à l'allumage dans une zone dégagée, bord de mer par exemple.

Les 17 armoires qui seraient à équiper d'une horloge astronomique sont répertoriées dans le Tableau ci-dessous.

TABLEAU 3 : ARMOIRES A EQUIPER D'UNE HORLOGE ASTRONOMIQUE

N° ARM	N° cpt	Adresse
A	955	Place de la Mairie
C	238	Chemin de la Carita
D	038	
F	471	Route de Saint Andiol
G	325	Place du 19 mars 1962
H	233	Route d'Avignon
I	345	Route de Noves
J	400	Chemin du Mas de la Poule
L	118	Lotissement St Roch
M	162	Route de Cavaillon
P	086	Chemin des Courses
Q	476	Avenue Jean Moulin
R	260	Lotissement Les Vergers
S	761	Lotissement Les Vergers
T	038	Avenue de Verdun
U	768	Lotissement Les Lavandes
W	711	Route de Noves

3.2 Inspection des armoires électriques

L'inspection des armoires électriques a consisté à vérifier leur état et contrôler que leur fonctionnement répondait aux règles de la norme NFC 17-200 qui traite de toutes les installations destinées à assurer l'éclairage des voies publiques ainsi que des divers équipements susceptibles d'être installés sur le domaine public.

La norme donne des règles qui ont pour objet de définir les conditions dans lesquelles les installations concernées doivent être établies et maintenues pour assurer la sécurité des usagers.

Le Tableau 4, « Sécurité des personnes – Armoires », reprend l'ensemble des armoires de comptage éclairage public en donnant des indications sur leur état en indiquant si la sécurité des personnes est assurée du point de vue de la protection contre les contacts directs.

3.2.1 Protection contre les contacts directs

Nous avons repris ci-dessous le texte de la norme NFC 17-200 à ce propos :

« ... Les armoires contenant des parties actives accessibles doivent pouvoir être fermées soit au moyen d'une clef, soit au moyen d'un outil spécial, à moins qu'elles ne soient situées dans un local de service électrique.

Lorsque des portes d'accès à l'appareillage électrique sont situées à moins de 2,50 m de hauteur, celles-ci doivent être fermées à l'aide d'une clef ou d'un outil ; en outre, une protection contre les contacts directs doit être assurée lorsque la porte est ouverte, soit en utilisant du matériel possédant par construction ou par installation au moins le degré de protection IP 2X ou IP XXB, soit en imposant des obstacles assurant le même degré de protection. ... »

Le Tableau comprend les colonnes suivantes :

➤ La colonne « Etat » donne l'état de l'armoire de comptage :

- B : bon état
- Moy : état moyen
- M : mauvais état

La qualification de l'état du coffret est à interpréter comme suit et doit être associée aux autres colonnes du tableau qui précisent plus en détail les points posant problème :

- Bon état :
Armoire propre ; conforme à la norme NFC 17-200.
Elle peut présenter quelques défauts qui peuvent être corrigés facilement.
- Etat moyen :
L'enveloppe et le matériel sont dans un état acceptable.
Elle peut nécessiter une remise à niveau en remplaçant du matériel.
- Mauvais état :
Elle nécessite une intervention urgente sur l'armoire ou son remplacement complet.

➤ La colonne « Fermeture » indique :

- que l'armoire peut être ouverte sans clef ou outil spécial
- un problème de porte.

➤ Les colonnes « Contacteur », « Disjoncteur » et « Porte-fusibles » dans la rubrique :

« Contact direct » repère le matériel accessible au toucher.

Le repère « X » indique que le matériel peut être conservé en l'état mais qu'il faut mettre en place un obstacle pour respecter le degré de protection IP2X.

Le repère « XR » indique que le matériel doit être remplacé car trop vétuste. Dans la majorité des cas cela concerne des porte-fusibles qui sont à remplacer par des disjoncteurs.

➤ La colonne « Rénovation » indique si l'armoire de comptage doit être :

- Lettre T : renouvelée en totalité. Cela indique le remplacement complet du contenu de l'armoire. Dans ce cas l'armoire fournie doit être réalisée conformément à la norme NFC 17-200 actuellement en vigueur.
- Lettre P : renouvelée partiellement en résolvant les problèmes de fermeture ou en remplaçant le matériel dangereux.

➤ La colonne « Observations » indique par des chiffres les observations propres à chaque armoire.

TABEAU 4: SECURITE DES PERSONNES – ARMOIRES

N° ARM	Etat	Fermement	Contact direct				Rénovation	Observations
			Disj. gén.	Contact.	Disj.dép.	Porte-fus.		
A	B						1	
B	Moy						1	
C	B							
D	B						1, 9	
E	B							

F	M							5
G	Moy					X	P	1
H	M							
I	B							
J	M					X	P	5
K	Moy							1
L	Moy					X	P	1
M	B							
N	Moy							
O	M			XR			P	
P	Moy							
Q	Moy							
R	B							
S	B							1
T	Moy							
U	Moy							
V	Moy							
W	Moy							
X	Moy	Porte					P	
Y	B							
Z	B							

1. Type de fusible incorrect. Autre que fusible gG (ou g1). **2.** Deux conducteurs ou plus de 2 câbles différents ou plus sont sur la même protection. Il est recommandé de mettre une protection par départ. **3.** Pas d'interrupteur frontière. C'est un dispositif de sectionnement disposé à l'origine de toute installation. Il doit être placé de telle façon que le personnel chargé de l'entretien puisse intervenir en toute sécurité sur le réseau concerné. Le disjoncteur placé en tête d'installation peut assumer cette fonction. **4.** Absence de protection contre les surintensités sur un ou plusieurs départs. **5.** Pas de commande de marche forcée. Impossibilité de mettre sous tension les départs éclairage. **6.** Commande de marche forcée hors service. La commande ne fonctionne plus. **7.** Coffret vandalisé. **8.** Protection départ à remplacer pour cause de vétusté. **9.** Câblage dangereux. Présence de conducteurs accessibles au toucher dans l'armoire. **10.** Compteur absent ou HS. **11.** Enveloppe à remplacer pour cause de vétusté. **12.** Armoire à nettoyer. **13.** Matériel électrique à fixer. **14.** Absence de protection générale EDF. **15.** Couleurs des conducteurs non conformes à l'usage.

Analyse du tableau :

Etat :

- Bon : 10 armoires
- Moyen : 12 armoires
- Mauvais : 4 armoires.

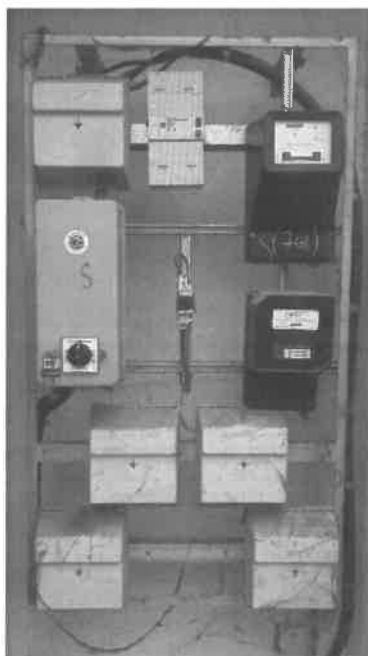
Cinq armoires sont à rénover pour un problème de porte et pour du matériel électrique accessible au toucher : il manque le capot qui protège les porte-fusibles.

Le type de fusible n'est pas correct dans 7 armoires.

Exemples d'armoires en bon état :



ARM D



ARM S

Exemples d'armoires en état moyen :

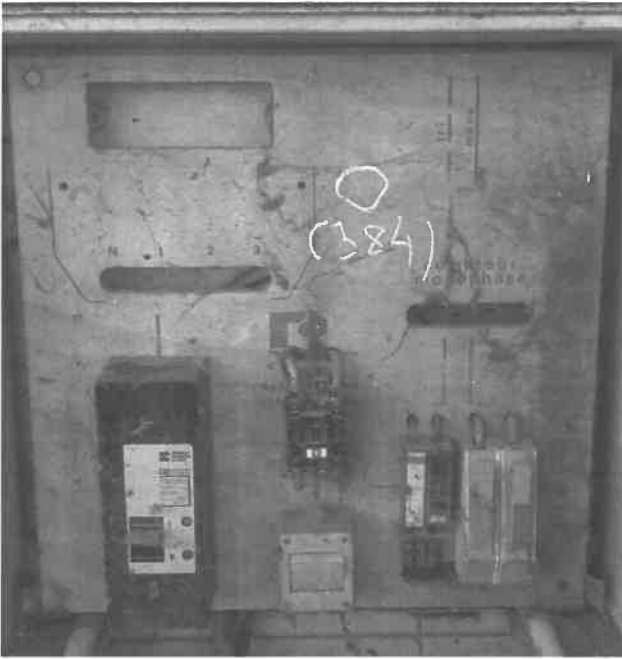


ARM Q



ARM W

Exemple d'armoire en mauvais état :



ARM O

3.2.2 Protection contre les contacts indirects

Elle a pour but d'éviter qu'aucune partie de l'installation ne puisse être portée à une tension dangereuse à la suite d'un défaut d'isolement.

Le schéma des liaisons à la terre des installations éclairage public est celui du réseau de distribution publique à basse tension : le schéma TT. Le conducteur neutre est relié directement à la terre et les masses de l'installation sont reliées à une prise de terre distincte.

Dans le cas d'un schéma TT, plusieurs solutions sont envisageables pour assurer la protection contre les contacts indirects :

- Utilisation de matériel de classe 2 qui possède par construction – ou par installation – un niveau de sécurité tel que tout défaut d'isolement soit improbable.
- Emploi de dispositifs de protection à courant différentiel résiduel.

3.2.2.1 Utilisation de matériel de classe 2

Une installation éclairage public est considérée comme classe 2 lorsque :

- le luminaire est par construction de classe 2
- l'appareillage est enfermé dans un coffret classe 2
- les câbles électriques sont du type U-1000 R2V ou H07 RN-F (entre autre)
- les canalisations d'alimentation sont munies d'une protection complémentaire lors de leur pénétration dans le candélabre.

3.2.2.2 Emploi de dispositif de protection à courant différentiel résiduel

Cinq armoires de comptage de CABANNES sont équipées d'un dispositif à courant différentiel résiduel : ARM K, O, U, Y et Z.

Lorsqu'elles alimentent des candélabres métalliques, ils doivent être reliés à la même prise de terre par une liaison équipotentielle constituée la plupart du temps par une câblette cuivre de 25 mm² de section.

Le courant différentiel résiduel assigné du dispositif doit être approprié à la résistance de la prise de terre à laquelle sont reliées les masses :

- du candélabre

- du luminaire (lorsqu'il est métallique)
- de l'appareillage.

Soit une valeur maximale de la résistance de la prise de terre de :

- 100 Ω pour un courant différentiel résiduel de 500 mA
- 167 Ω pour un courant différentiel résiduel de 300 mA.

Le contrôle visuel de la présence de la câblette de terre ou du conducteur J/V du câble d'alimentation en ouvrant la trappe des candélabres n'est pas suffisant en lui-même. Il faudrait s'assurer par un test de continuité conforme à la norme EN 61557 que tous les candélabres métalliques sont reliés entre eux.

En conclusion :

La protection contre les contacts indirects est assurée pour :

- les armoires équipées d'un dispositif de protection à courant différentiel résiduel
- une partie des installations lorsque le matériel est de classe 2.

Pour avoir une protection efficace contre les contacts indirects, il conviendrait de mettre une protection différentielle en tête de l'alimentation de l'armoire dans la majorité des cas.

Dans le cas des armoires remplacées, la norme NFC 17-200 de mars 2007 impose la mise en place de dispositif de protection à courant différentiel résiduel.

Les types de protections différentielles à installer sont précisés dans le Tableau 5.

Dans le cas des armoires qui alimentent des réseaux à neutre commun, il n'est pas possible de mettre en place ce type de protection.

TABLEAU 5 : PROTECTIONS DIFFERENTIELLES A METTRE EN PLACE

N° ARM	En tête 500 mA				Sur départs 300 mA				Observations
	2x45A	2x60A	4x30A	4x60A	2x25A	2x40A	4x25A	4x40A	
A			1						
B									Neutre commun
C									Neutre commun
D	1								
E			1						
F	1								
G			1						
H	1								
I			1						
J	1								
L			1						
M			1						
N									Neutre commun
P			1						
Q					1		1		Départs 1 et 3
R			1						
S			1						
T	1								
V	1								
W									Neutre commun
X			1						
Total	6		10		1		1		

3.2.3 Protection du matériel

Elle concerne les câbles des différents réseaux éclairage public qui doivent être protégés contre les effets de toute augmentation anormale de courant susceptible de provoquer des échauffements nuisibles à l'isolation des conducteurs.

Les câbles doivent être protégés contre les surcharges et contre les court-circuits.

3.2.3.1 Protection contre les surcharges

Le circuit doit être protégé par un dispositif de protection qui assure la coupure de toute surintensité dans un temps compatible avec le maintien des qualités de l'isolation des conducteurs.

Elle doit être assurée par des fusibles du type gG ou des disjoncteurs du type B qui sont imposés par la norme NFC 17-200.

3.2.3.2 Protection contre les courts-circuits

Le circuit doit être protégé par du matériel répondant aux deux conditions suivantes :

- Le pouvoir de coupure doit être au moins égal au courant de court-circuit présumé au point où ce matériel est installé.
- Le temps de coupure du courant résultant d'un court-circuit se produisant en tout point de circuit doit être compatible avec les contraintes thermiques admissibles des conducteurs du circuit.

Lors de l'inventaire nous avons constaté que :

- Les valeurs en courant des dispositifs de protection étaient parfois trop élevées par rapport au courant réel. Cela provient souvent du fait de la normalisation des calibres des protections pour éviter d'avoir à gérer un stock de pièces importantes. Le Tableau 6 « Mesures électriques – Armoires » donne quelques exemples d'écart importants. Il n'est donc pas sûr que les dispositifs de protection protègent les câbles.

On peut se fixer comme règle pratique que le calibre de la protection ne devrait pas être supérieur à :

- 3 fois le courant nominal lorsque celui-ci est inférieur à 10 A
- 2 fois le courant nominal au-dessus de 10 A.

3.3 Les mesures électriques

Elles ont été faites au niveau de chaque armoire de comptage. Elles ont consisté à mesurer diverses valeurs lorsque l'armoire était en régime établi, c'est à dire une dizaine de minutes après la mise sous tension.

Le Tableau 6, « Mesures électriques – Armoires », recense les mesures de puissance de l'ensemble des armoires.

La rubrique « Courants de phase » du tableau est remplie uniquement pour les armoires concernées par un des problèmes suivants :

- un déséquilibre des courants de phase
- un écart très important entre la valeur du dispositif de protection et le courant mesuré.

3.3.1 Les mesures des puissances et facteur de puissance

Les mesures ont amené les constatations suivantes :

- L'équilibrage des phases

Il doit être fait pour éviter de faire circuler du courant dans le conducteur neutre. Cela diminue les pertes en ligne et peut être important lorsque la section de celui-ci est inférieure à celle des phases. L'équilibrage permet aussi de réduire le coût du matériel lors de mise en place d'un système de réduction de puissance qui doit être calibré pour la phase la plus chargée.

➤ Le facteur de puissance

Il doit être le plus élevé possible pour réduire le déphasage entre le courant et la tension. Sa valeur devrait toujours être supérieure à 0,90. Les condensateurs que l'on trouve au niveau de chaque point lumineux assurent la valeur du facteur de puissance. Lorsqu'ils sont en bon état, on dépasse la valeur ci-dessus. Lorsque les condensateurs sont vieux, ils ont pour conséquence de faire circuler des courants importants dans les câbles. D'où des pertes en ligne, un vieillissement prématuré du matériel (les contacteurs vont devoir couper des courants importants) et donc de l'entretien supplémentaire.

L'Association Française de l'Eclairage préconise de remplacer les condensateurs systématiquement tous les 6 ans.

Un mauvais facteur de puissance pénalise :

- le fournisseur d'électricité qui doit fournir plus d'énergie que nécessaire
- l'utilisateur qui doit souscrire des puissances en kVA plus importantes, d'où un coût plus élevé de l'énergie.

Nous avons constaté que les valeurs des facteurs de puissance des armoires étaient à 43% au-dessus de la valeur à maintenir. C'est une bonne chose qu'il reste à améliorer dans le cadre de l'entretien courant.

TABLEAU 6: MESURES ELECTRIQUES - ARMOIRES

N° ARM	N° Dép.	Courants de phase					
		Phase 1		Phase 2		Phase 3	
		Mesure	Protection	Mesure	Protection	Mesure	Protection
D	2	5	45				
E	1	8	63	8	63	16	63
G	3	3	63	3	63	5	63
	5	2	32	13	32		
K	1	2	60				
L	1	3	32	5	32	5	32
	2	3	60	5	60	2	60
S	1	5	60	6	60		
X	1	6	40				

3.3.2 Les mesures de résistance de terre

Les valeurs de terre des armoires de comptage de l'éclairage public ont été mesurées en utilisant un ohmmètre de boucle Chauvin-Arnoux type 6454. Il a servi à mesurer l'impédance de la boucle incluant :

- la valeur de la terre à mesurer
- la valeur de la terre du transformateur
- la résistance interne du transformateur
- la résistance du câble d'alimentation.

C'est une mesure de terre par excès qui va dans le sens de la sécurité. Les mesures ont été faites dans les armoires où la terre était accessible. Les valeurs de terre des armoires sont données dans le Tableau 7 « Mesures électriques – Résistance de terre ».

TABLEAU 7 : MESURES ELECTRIQUES – RESISTANCES DE TERRE

N° ARM	Valeur protection différentielle en mA							Mesure ré- sistance terre Ω	Observations
	Gén.	Dép.1	Dép.2	Dép.3	Dép.4	Dép.5	Dép.6		
A								34	
E			300	300				3	
G								12	
I								2	
R								2	
S								3	
U	500							15	
W								6	

La valeur maximale de la résistance de la prise de terre est fonction du courant différentiel résiduel maximal assigné du dispositif de protection. Dans le cas de CABANNES, on trouve les dispositifs de protection suivants :

Courant différentiel résiduel (mA) :	Valeur max ; de la prise de terre (ohms) :
➤ 300 mA	167
➤ 500 mA	100

La protection contre les contacts indirects est assurée pour les armoires protégées par un disjoncteur à courant différentiel résiduel sous réserve que le conducteur de terre assure l'équipotentialité de l'ensemble du matériel alimenté par chacune de ces armoires.