

HTA-EP Comment



Parc d'attractions - Mame-la-Vallée

■ Comment obtenir une installation Haute Tension A / Éclairage Public

À partir du réseau de distribution HT/D

(généralement 20 kV) par l'intermédiaire de transformateurs abaisseurs 20/5,5 kV ou 20/3,2 kV.

En général, les puissances sont importantes.

La commande de l'allumage de l'éclairage s'effectue par zones réparties sur les différents départs.

Chaque départ est commandé par un contacteur séparé.

Comptage à partir d'un tarif Vert.

À partir du réseau de distribution basse tension

230/400 V, par l'intermédiaire de transformateurs élévateurs 0,4/5,5 kV.

Cette solution est utilisée quand on ne dispose pas du réseau haute tension à proximité. La commande de l'allumage de l'éclairage s'effectue en basse tension.

Comptage à partir d'un tarif Bleu (limité à 36 kVA) ou Jaune (limité à 250 kVA).

■ Comment protéger une installation HTA-EP

Elle est réalisée généralement suivant le schéma triphasé sans neutre dans lequel le neutre, les masses de poste HTA-EP, des candélabres, des transformateurs et autres appareils d'utilisation sont reliés au même système de mise à la terre, le conducteur PE assurant l'équipotentialité.

La cellule départ protège le réseau HTA-EP.

- Un relais de surintensité évite les surcharges et les courts-circuits mais tient compte du courant d'allumage des lampes.

- Un relais homopolaire détecte les défauts d'isolement.

- Des fusibles HTA en sécurité.

■ La solution simple, évolutive et globale

Réseaux maillés permettant un aménagement facile des liaisons futures.

Possibilité de modifier les réseaux existants en les prolongeant et en les multipliant, réduisant les contraintes de puissance.

Un seul point de livraison pour votre réseau éclairage public.

La haute tension éclairage public : 50 ans de technique à votre service.



Station de péage de St Arnoult



Port de Point-à-Pitre (Guadeloupe)

■ Le point lumineux

La puissance lumineuse va nous permettre d'obtenir la puissance électrique.

Lampe sodium haute pression

SHP 100	120 VA
SHP 150	180 VA
SHP 250	320 VA
SHP 400	480 VA

Lampe iodure métallique

IM 70	100 VA
IM 100	120 VA
IM 150	180 VA
IM 250 (3 A)	320 VA

Solutions LED

38 W	39 VA
54 W	55 VA
72 W	73 VA
107 W	109 VA

Cette puissance en VA tient compte de la puissance de la lampe, de la puissance du ballast et du facteur de puissance.

Pour les autres types de lampes, nous consulter.

■ Le transformateur

Prenons un exemple : le secteur à éclairer comporte 19 luminaires avec lampes 150W SHP et ballasts électroniques, 8 luminaires avec lampes 100W SHP et ballasts ferromagnétiques et 11 luminaires LED de 107W. Quelle est la puissance du transformateur à utiliser ? Nous obtenons la puissance du transformateur à utiliser en additionnant les puissances électriques des lampes, résultat auquel nous ajoutons 20 %, selon les recommandations de la NFC 52-410 pour les luminaires avec appareillages ferromagnétiques.

Il est admis pour les luminaires avec appareillage électronique ou LED de ne pas prendre la marge de 20%.

■ La solution

Puissance transformateur =
 $(19 \times 180 \text{ VA} + 8 \times 1,2 \times 120 \text{ VA} + 11 \times 109 \text{ VA}) = 5\,771 \text{ VA}$.
Le choix du transformateur dans une gamme 3 - 6 - 12 kVA est ici de 6 kVA.

Nous déconseillons parfois l'utilisation de certaines puissances de transformateurs car ils alimentent trop ou pas assez de lampes. Cela pose ensuite des problèmes de protection, comme nous allons le voir.

*20% de puissance supplémentaire car luminaires avec appareillages ferromagnétiques.

■ L'implantation

C'est simple.

La puissance du transformateur choisie est en rapport avec la puissance de l'ensemble des points lumineux. Plus cette puissance est importante, plus la puissance du transformateur qui les alimente doit être élevée.

Les choix à faire :

- Un transformateur de 3 kVA est choisi pour une implantation dans une installation avec des points lumineux de faible puissance.
- Un transformateur de 6 kVA pour une installation avec des points lumineux de puissance intermédiaire.
- Un transformateur de 12 kVA pour une installation avec des points lumineux de forte puissance.

La puissance la plus souvent utilisée est 6 kVA. Elle s'adapte remarquablement bien à tout type de configuration. Une bonne homogénéité des puissances des transformateurs est le signe d'une bonne implantation. La section idéale des câbles BT est de 2 x 10 mm² - 2 x 16 mm². L'utilisation de sections supérieures est déconseillée (l'intérêt de l'alimentation HTA-EP est d'utiliser des faibles sections).

Le câble de terre 25 mm² cuivre nu enterré pleine terre est utilisé à la fois par le réseau HTA-EP et BT. C'est une bonne terre de plusieurs kilomètres.

Le transformateur alimente au minimum deux départs.
Éviter les alimentations en bout de ligne.

■ La protection

Pour la suite des calculs, nous avons besoin de choisir le type de protection.

Nous recommandons la protection par fusible.

C'est une solution simple et efficace pour la protection de l'éclairage public, fiable et qui ne provoque pas de coupures intempestives.

Transformateur	3 kVA	6 kVA	12 kVA
Calibre fusible	12 A	25 A	50 A

Pour les autres puissances, consulter notre documentation technique.

À chaque puissance de transformateur correspond un calibre de fusible.

Seule la courbe gG est à utiliser, les autres sont à proscrire.

Des fusibles 14 x 51 courbe gG sont fournis avec le transformateur. Ils protègent le réseau contre les surcharges, les courts-circuits et les risques d'électrocution des usagers comme nous allons le déterminer.

■ Les règles de protection

Elles sont au nombre de trois.

Règle n°1 : protection contre les contacts indirects (ou protection contre le risque d'électrocution des usagers).

Règle n°2 : protection contre les courts-circuits.

Règle n°3 : vérification des chutes de tension.

On vérifie les 3 règles sur le réseau BT le plus long de chaque transformateur.

Nous prenons notre exemple (voir ci-contre), à savoir 19 luminaires 150W SHP, 8 luminaires 100W SHP et 11 luminaires LED 107W.

Les distances respectives de chaque tronçon à partir de transformateur sont de 139 m, 183 m, 197 m, 276 m et 296 m (y compris 4 m de raccordement pour chaque candélabre et 3 m de raccordement pour le transformateur).

Pour les calculs, on choisit la longueur de 296 m.

(réseau BT le plus long).

■ Règle n°1

La protection contre les contacts indirects

Pas de calcul, un tableau nous donne la distance maximum protégée par les calibres des fusibles.

Transformateur	3 kVA	6 kVA	12 kVA
Fusible (Courbe gG)	12 A	25 A	50 A
Câble 2 x 6 mm ²	799 m	480 m	–
Câble 2 x 10 mm ²	902 m	542 m	214 m
Câble 2 x 16 mm ²	1 057 m	635 m	251 m

Pour plus de renseignements, consulter le guide pratique C17-205.

Attention, nous sommes dans le cas où nous avons un câble 25 mm² cuivre nu comme terre.

Reprenons notre exemple :

Le tableau nous donne une distance maximum protégée de 542 m pour un câble 2 x 10 mm² avec un conducteur de protection 25 mm² cuivre nu et pour un transformateur de 6 kVA avec une protection fusible 25 A courbe gG.

La distance linéaire la plus longue est 296 m.

La règle n° 1 est respectée.

■ Règle n°2

La protection contre les courts-circuits

C'est la règle la plus contraignante.

Toujours pas de calcul, un tableau nous donne la distance maximum protégée par les calibres des fusibles.

Transformateur	3 kVA	6 kVA	12 kVA
Fusible (Courbe gG)	12 A	25 A	50 A
Câble 2 x 6 mm ²	309 m	186 m	–
Câble 2 x 10 mm ²	515 m	310 m	122 m
Câble 2 x 16 mm ²	825 m	495 m	196 m

Pour plus de renseignements, consulter le guide pratique C17-205.

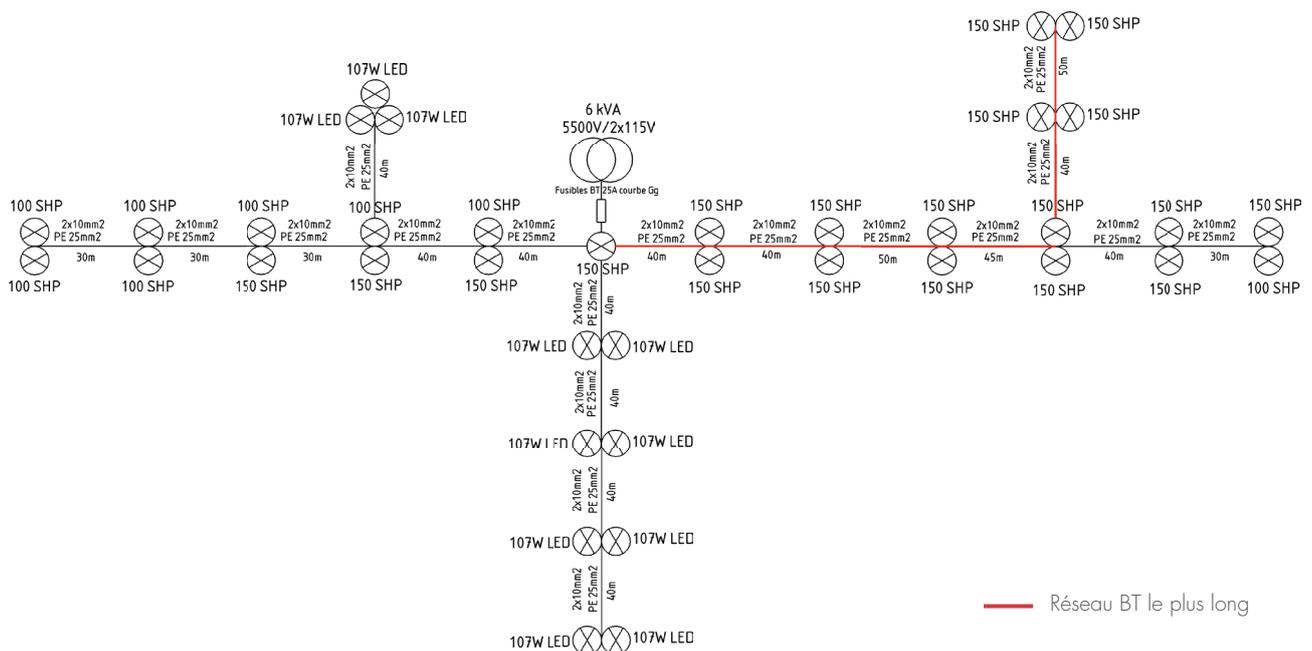
Reprenons notre exemple :

Le tableau nous donne une distance maximum protégée de 310 m pour un câble 2 x 10 mm² et pour un transformateur de 6 kVA avec une protection fusible 25 A courbe gG.

La distance linéaire la plus longue est 296 m.

La règle n° 2 est respectée.

HTA-EP Calculs



■ Règle n°3

La chute de tension

La norme C17-200 nous recommande d'avoir une chute de tension inférieure à 8 %.

Nous réservons 4 % de chute pour la distribution HTA-EP, il nous reste 4 % pour la basse tension.

Nous donnerons ici une approximation qui simplifie les calculs et donne des résultats acceptables (la formule complète est indiquée dans le paragraphe 3-5-2 du guide C17-205).

Chute de tension = $[\Delta V \times L/2 \times (n \times PL)]/U$
(où ΔV est la chute de tension du câble en V/A.km)

Câble 2 x 6 mm² 2 x 10 mm² 2 x 16 mm²

ΔV 7 V/A.km 4,2 V/A.km 2,7 V/A.km

Pour d'autres sections, consulter un catalogue de câble.

Reprenons notre exemple :

ΔV est égal à 4,2 V/A.km (câble 2 x 10 mm²).

L est la longueur la plus importante du réseau en kilomètres (dans notre exemple 0,296 km).

n est le nombre de lampes d'une même puissance sur ce tronçon (ici n est égal à 12 lampes 150 SHP).

PL est la puissance électrique de chaque type de lampe (voir le tableau du paragraphe "Le point lumineux"), soit la lampe 150W SHP, PL = 180 VA.

U est la tension d'alimentation (U = 230 V).

Chute de tension $[4,2 \text{ V/A.km} \times 0,296 \text{ km}/2 \times (12 \times 180 \text{ VA}) / 230 \text{ V}]$

Soit 5,8 V = 2,5 % de la tension d'alimentation.

La chute de tension est 2,5 % pour 4 % autorisée.

La règle n°3 est respectée.

■ Le réseau HTA-EP

Choisir la configuration du réseau HTA-EP, c'est se poser les bonnes questions.

Cette étape arrive en dernier. Les transformateurs sont implantés et nous connaissons maintenant la puissance de l'installation.

■ Transformateur de puissance éleveur ou abaisseur ?

La puissance installée détermine le tarif et la tension d'alimentation.

- tarif Bleu 400 V, jusqu'à 36 kVA,
- tarif Jaune 400 V, jusqu'à 250 kVA,
- tarif Vert 20 000 V, jusqu'à plusieurs milliers de kVA.

■ Distribution monophasée ou triphasée ?

La solution triphasée est la solution la plus simple. Elle reste une continuité du réseau de distribution et permet une bonne exploitation en entretien.

La tension d'alimentation est 5 500 V/50 Hz triphasée.

Si une solution monophasée est retenue, une attention particulière doit être portée sur :

- le transformateur de puissance (couplage et équilibrage),
- le régime du neutre.

La tension d'alimentation est 3 200 V/50 Hz monophasée.

■ La nature et la section du câble

Il existe sur le marché 3 types de câbles :

- le câble unipolaire à champ radial pour réseau triphasé 5 500 V ou 3 200 V,
- les câbles tripolaires à champ non radial appelés aussi câbles à ceinture pour réseau triphasé 5 500 V ou 3 200 V,
- le câble à neutre concentrique pour réseau monophasé 3 200 V.

Nous donnerons ici une approximation pour la chute de tension qui simplifie les calculs et donne des résultats acceptables.

Chute de tension =

$\Delta V \times L/2 \times [n \times PT \times 1\,000 / (U \times \sqrt{3})]$ en triphasé (où ΔV est la chute de tension du câble en V/A.km)

Câble	3 x 10 mm ²	3 x 16 mm ²	3 x 25 mm ²
Unipolaire	3,4 V/A.km	2,2 V/A.km	1,44 V/A.km
Tripolaire	3,19 V/A.km	2,05 V/A.km	1,34 V/A.km

Câble	2 x 10 mm ²	2 x 16 mm ²	2 x 25 mm ²
A neutre concentrique	3,87 V/A.km	2,45 V/A.km	1,55 V/A.km

Pour d'autres sections, consulter un catalogue de câble.

L est la longueur la plus importante du réseau en kilomètres.

n est le nombre de transformateurs d'une même puissance sur ce tronçon.

PT est la puissance transformateur HTA-EP.

U la tension d'alimentation. Soit U = 5 500 V.

La chute de tension recommandée doit être inférieure à 4 %. Elle détermine la section du câble.

La section idéale des câbles HTA-EP est de 10 mm². Elle permet d'alimenter des centaines de kVA sur plusieurs kilomètres d'éclairage.



Viaduc de Millau

■ La nature des protections HTA-EP

Elles sont généralement au nombre de trois.

Relais homopolaire

C'est le différentiel de la distribution HTA-EP.

Les réglages du courant de fuite autorisés ainsi que la temporisation sont déterminés une fois l'installation terminée.

Il détecte les défauts d'isolement.

Relais de surintensité

Les réglages autorisés ainsi que la temporisation sont déterminés une fois l'installation terminée.

Il assure la protection contre les courts-circuits.

Fusibles HTA-EP

Ils sont la sécurité de l'installation.

Un incident grave peut provoquer une chute de tension généralisée et nuire au bon fonctionnement des relais de protection.

Leurs calibres sont déterminés une fois l'installation terminée et tiennent compte des phénomènes d'usure en fatigue des fusibles.

■ La disposition du réseau HTA-EP

La solution d'une distribution HTA-EP permet de développer une alimentation sur des kilomètres.

C'est sa force mais aussi sa faiblesse.

Si on ne prend pas quelques précautions simples, ces kilomètres ne seront plus alimentés en cas d'incident.

Maintenance

Il faut prévoir des moyens de séparation, type boîte modulaire, aux dérivations stratégiques du réseau.

Cette disposition va permettre de remettre sous tension rapidement en isolant le tronçon en défaut.

Bouclage

Il faut pouvoir boucler le réseau HTA-EP.

Cela permet alors d'alimenter le réseau d'une autre façon et de limiter à quelques transformateurs la partie hors tension.

Départs

Il faut bien choisir son nombre de départs.

Il est facile de dépanner un départ avec une vingtaine de transformateurs. Cela l'est moins lorsqu'il y en a une centaine.

■ La sécurité des intervenants

La norme d'installation NFC 17-200 demande :

- D'avoir un verrouillage des transformateurs HT EP associé avec la mise en court-circuit et à la terre à l'origine des canalisations.
- D'avoir la possibilité de faire une vérification d'absence de tension et une mise à la terre et en court-circuit au point d'intervention.

Des matériels comme le verrouillage de sécurité, le système VAT et les modules MALT sont proposés pour chaque gamme de produits..

Cependant, il faut prévoir des chambres bien distinctes entre les différents réseaux et de bonnes dimensions. C'est un gage de sécurité. Cela permet de faciliter la pose et la maintenance du réseau HTA-EP.

Dimensions recommandées pour les chambres (L x l x h)

DROP monophasé	1 000 x 800 x 840 mm
DROP triphasé	1 200 x 800 x 840 mm
DEFENSE	800 x 800 x 840 mm
BOITE MODULAIRE	1 200 x 800 x 840 mm