CCTP Fascicule n°1 – Lot n°3 EP/BT

NPNRU Tarterêts Tranche n°1 – DCE

9 octobre 2026



Data sensitivity - Restricted

Informations relatives au document

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Auteur(s)	Marie NJOYA, Damien BODENES
Fonction	Ingénieur d'études, Directeur de projet
Volume du document	CCTP LOT 3 – F01
Version	V0.2
Référence	VPR230062
Numéro CRM	URTL11101

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Rédigé par	Vérifié par	
V0.0	03-07-2026	MNJO, DBOD	DBOD	
V0.1	30-09-2026	MNJO, DBOD	DBOD	
V0.2	09-10-2026	DBOD	DBOD	

DESTINATAIRES

Nom	Entité
Pierre LARCHEVEQUE	Directeur de projets
Sophie BLANCHARD	Cheffe de projets
Jean-François VIGNE	Référent travaux

Sommaire

1 CADRE GENERAL SPECIFIQUE AU LOT 3 8

1.1 Objet du document 8

1.2 Périmètre des prestations 8

1.3 Forme du marché et allotissement 8

1.4 Prestations rémunérées à prix unitaires (BPU) 9

1.4.1 Description technique des prestations 9

1.4.2 Nature des prestations concernées 9

1.4.3 Modalités d'exécution et de rémunération 9

1.4.4 Articulation avec les autres pièces du marché 9

1.5 Interfaces et limites de prestations (VRD / Ville / Exploitant) 10

1.5.1 Contraintes géographiques 10

1.5.2 Dispositifs de coordination générale 10

1.5.3 Câblettes de terre 10

1.5.4 Eclairage et SLT provisoire 10

1.6 Documents contractuels & hiérarchie 10

1.6.1 Hiérarchie en cas de contradiction 11

1.6.2 Opposabilité 11

1.7 Contraintes géographiques, urbaines et phasage 11

1.8 Définitions et abréviations 12

1.8.1 Documents et organisation de chantier 12

1.8.2 Études et exécution 13

1.8.3 Réseaux humides et assainissement 13

1.8.4 Réseaux secs 13

1.8.5 Voirie – Terrassements – Fondations 13

1.8.6 Matériaux et géo synthétiques 13

1.8.7 Éclairage & autres équipements 14

1.8.8 Exploitation – sécurité 14

2 EXIGENCES ORGANISATIONNELLES 15

2.1 Phasage et conditions d'intervention 15

2.2 Coordination / ROC / Base-vie 15

2.3 Nuisances, environnement, tenue de chantier 15

2.4 Qualité, sécurité et astreinte 15

2.5 Etudes d'exécution (EXE) – Organisation, contenu, livrables et validations 15

2.5.1 Dispositions générales applicables aux études d'exécution 15

2.5.2 Études d'exécution Éclairage Public (EP) 16

2.5.3 Études d'exécution Basse Tension (BT) 17

2.5.4 Plans d'ensemble et schémas de coordination 19

2.5.5 Livrables de pilotage (Wizard) 20

2.5.6 Études photométriques 21
2.5.7 Validations et visas gestionnaires (EP / SLT) 23
2.5.8 Dossier ENEDIS R32325 (EXE BT – Visa obligatoire) 25
2.5.9 Intégration des EXE au phasage et aux dispositifs transitoires 27
2.5.10 Délais et modalités de remise des études d'exécution 28
2.5.11 Documents à fournir en période de préparation 30
2.5.12 Démarches et autorisations (DT/DICT, exploitants de réseaux, AIPR) 31
2.6 Gestion des travaux de nuit 32
2.7 Remise en état / constat initial / remise des lieux 32
2.7.1 Nettoyage et remise en état des ouvrages du Lot 3 32
2.7.2 Documents techniques pour la remise des ouvrages EP / BT / SLT 33
2.7.3 Restitution des installations provisoires et sécurisation des ouvrages définitifs 33
2.7.4 Constat initial d'ouvrages ou équipements existants (EP / SLT) 33
2.7.5 Défaillance ou non-conformité du Titulaire 33
2.8 Tableau des responsabilités (RACI) 34
3 EXIGENCES TECHNIQUES / SPECIFICATIONS DES MATERIAUX ET PRODUITS 36
3.1 Agréments des matériaux et des fournitures 36
3.2 Equivalences 36
3.3 Echantillons essais 36
3.3.1 Généralités 36
3.3.2 Liste des échantillons 37
3.3.3 Liste des prototypes 37
3.4 Harmonisation terminologique et règles d'écriture normalisée 37
3.5 Massifs et supports 37
3.5.1 Piquetage des ouvrages 38
3.5.2 Massifs de fondation 38
3.6 Câblage EP / BT / SLT 40
3.6.1 Eclairage 40
3.6.2 Basse Tension (BT) — Prescriptions de câblage et mise en œuvre 42
3.6.3 SLT 43
3.6.4 Câblette de terre 43
3.7 Armoires EP / BT / SLT 45
3.7.1 Armoire EP 45
3.7.2 Armoire/Comptage BT - Equipements tiers 48
3.7.3 SLT – Armoires / Commandes 50
3.7.4 Coffrets et armoires BT 50
3.8 Bornes de distribution d'énergie (type EDF 24 ou équivalent) 51
3.8.1 Généralités 51
3.8.2 Caractéristiques mécaniques 51
3.8.3 Accès et sécurité 51

3.8.4 Équipements électriques 51
3.8.5 Massifs et mise en œuvre 52
3.8.6 Raccordements 52
3.8.7 Essais et mise en service 52
3.8.8 Documents à fournir 52
3.9 Ensembles et matériels d'Eclairage 53
3.9.1 Prescriptions générales des ensembles d'éclairage 53
3.9.2 Spécifications des supports et accessoires 55
3.9.3 Spécification des matériels lumineux 58
3.9.4 Dispositions générales, agréments et finitions par typologies de matériels 60
3.9.5 Prescriptions détaillées par matériels 61
3.10 Pilotage — Télégestion Wizard 63
3.10.1 Télégestion Wizard 63
3.10.2 Exigences techniques détaillées du système de télégestion 63
3.10.3 Scénarios d'éclairage – Exigences 66
3.11 SLT, signaux, modules sonores et implantation 68
3.12 Alimentation des abris bus 68

4 MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX 69
4.1 Objet et principes généraux 69
4.2 Préparation et organisation des interventions 69
4.2.1 Reconnaissances préalables des zones de travail 69
4.2.2 Vérification préalable des supports, fourreaux et émergences 69
4.2.3 Préparation du matériel, de l'outillage et des zones de montage 70
4.2.4 Méthodes de protection provisoire des zones et équipements 70
4.3 Méthodes d'exécution des ouvrages 70
4.3.1 Pose et montage des supports 70
4.3.2 Mise en œuvre des bornes de distribution d'énergie 71
4.3.3 Installation des armoires 72
4.3.4 Pose des luminaires et matériels lumineux 72
4.3.5 Assemblage et implantation des signaux lumineux tricolores 73
4.3.6 Mise en œuvre des liaisons 73
4.3.7 Tableau récapitulatif – Méthodes d'exécution des ouvrages 74
4.4 Cheminement, tirage et raccordement des câbles 75
4.4.1 Préparation au tirage 75
4.4.2 Méthodes de tirage des câbles 75
4.4.3 Mise en attente, protection et organisation des câbles 76
4.4.4 Raccordements en têtes de mâts 76
4.4.5 Raccordements en armoire 76
4.4.6 Raccordements spécifiques SLT 77

4.4.7 Tableau récapitulatif – Méthodes d'exécution du cheminement, tirage et raccordement des câbles 77
4.5 Mise en œuvre des réseaux de commande et de pilotage (Wizard / DMX / Commandes locales) 78
4.5.1 Pose et organisation des liaisons de commande 78
4.5.2 Installation et adressage des équipements électroniques Wizard / DMX 79
4.5.3 Continuité, tests internes et contrôles préessais 79
4.5.4 Mise en attente, protection et sécurisation 80
4.5.5 Conformité aux documents EXE et coordination interne 80
4.5.6 Tableau récapitulatif – Méthodes d'exécution des réseaux de commande et de pilotage (Wizard / DMX / Commandes locales) 80
4.6 Vérifications intermédiaires d'exécution 81
4.6.1 Contrôles visuels, géométriques et mécaniques des ouvrages posés 81
4.6.2 Vérifications électriques préalables (hors essais formels) 82
4.6.3 Contrôles intermédiaires des réseaux de commande et pilotage (Wizard) 82
4.6.4 Nettoyage, protection et sécurisation progressive des ouvrages 83
4.6.5 Traçabilité interne des contrôles 83
4.6.6 Tableau récapitulatif – Vérifications intermédiaires d'exécution 84
4.7 84
4.8 Gestion des séquences et progression du chantier 85
4.8.1 Enchaînement des opérations 85
4.8.2 Interventions en zones partiellement aménagées 85
4.8.3 Mise en œuvre d'une alimentation aérienne provisoire 85
4.8.4 Déplacement de candélabre existant 87
4.8.5 Gestion des ouvrages non finalisés 88
4.8.6 Procédure interne en cas d'impossibilité d'exécution 88
4.8.7 Traçabilité interne de l'avancement 88
4.8.8 Tableau récapitulatif – Gestion des séquences et progression du chantier 89
4.9 Sécurisation, protection et remise en état 90
4.9.1 Sécurisation des ouvrages et équipements en cours d'exécution 90
4.9.2 Protection contre les intempéries, infiltrations et poussières 90
4.9.3 Sécurisation des cheminements, tranchées et zones de raccordement 91
4.9.4 Protection des installations finalisées pendant les phases transitoires 91
4.9.5 Remise en état progressive et nettoyage des zones d'intervention 91
4.9.6 Préparation à la transmission pour essais 91
5 DESCRIPTION DES OUVRAGES 92
6 ESSAIS ET CONTROLE DES OUVRAGES 93
6.1 Réglages et essais diurnes et nocturnes de l'éclairage 93
6.1.1 Réglages et essais nocturnes 93
6.1.2 Réglages photométriques définitifs 93

6.1.3 Moyens matériels mis à disposition 93
6.1.4 Protocoles spécifiques d'essais et de réglages 94
6.1.5 Exigences complémentaires applicables aux essais nocturnes 94
6.2 Essais SLT / EP 94
6.2.1 Essais de conformité électrique 94
6.2.2 Essais photométriques réglementaires (méthode des 9 points) 95
6.2.3 Essais de fonctionnement et réglage des contrôleurs 95
6.2.4 Essais d'éclairement et contrôles complémentaires 95
6.2.5 Recours à un organisme agréé et certification 95
6.2.6 Conditions de réception 95
6.3 Contrôles des installations d'Éclairage Public (EP) 96
6.3.1 Nature des contrôles à réaliser 96
6.3.2 Interventions du bureau de contrôle agréé 96
6.3.3 Schéma de l'installation et valeurs de terre 96
6.3.4 Certification de conformité (CONSUEL) 96
6.3.5 Levée des nonconformités 97
6.4 Contrôles des installations de Signalisation Lumineuse Tricolore (SLT) 97
7 RECEPTION, DOE, DIUO 98
7.1 Contenu DOE 98
7.2 Prescriptions pour l'éclairage public 99
7.2.1 Exigence spécifique télégestion 100
7.2.2 Opposabilité et conditions de reprise en exploitation 100
7.3 Spécificités pour la BT 101
7.4 Spécificités pour la SLT 102
7.5 Nombre d'exemplaires 102
7.6 DIUO 102

1 CADRE GENERAL SPECIFIQUE AU LOT 3

1.1 Objet du document

Les travaux décrits dans le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (C.C.T.P.) portent sur le lot n°3 Eclairage et Basse tension dans le cadre de l'aménagement de la tranche 1 du NPPRU Tarterêts, situé sur la commune de Corbeil-Essonnes (91).

1.2 Périmètre des prestations

Les prestations du présent Lot 3 – Éclairage public / Basse Tension comprennent, sans que cette liste soit limitative :

1. Études d'exécution EP/BT et livrables associés (plans, schémas, notes de calcul, bilans de puissance, intégrations au phasage), conformément au § 2.5 et au CCTP Général — Chapitre 4.
2. Massifs, supports et ensembles d'éclairage (fourniture/pose), y compris réglages photométriques et essais, dans le respect des normes et de la notice d'éclairage.
3. Câblage EP et BT (fourniture/pose), sous fourreaux posés par le Lot 1 dans l'emprise A et le Lot 2 dans l'emprise B, y compris têtes, repérages, raccordements et accessoires ; sections justifiées par notes de calcul.
4. Armoires d'éclairage EP équipées (télégestion le cas échéant), coffrets et armoires BT nécessaires au fonctionnement des installations du présent lot (classe II, protections, repérages, schémas).
5. Alimentation électrique BT d'équipements tiers implantés sur les espaces publics lorsqu'elle est requise par le projet (ex. bornes escamotables/motorisées, bornes de recharge vélos/IRVE, dispositifs lumineux intégrés), hors fourniture de ces équipements ; études, câbles, protections, repérages et schémas associés compris. Raccordements concessionnaires assurés par les gestionnaires compétents selon le LDP.
6. Essais, contrôles et réceptions (mesures électriques, CONSUEL, réglages photométriques, contrôles SLT), et DOE/DIUO selon les Chapitres 6 et 7.
7. Interfaces et coordination avec les Lots Principaux de chaque emprise (Lot 1 dans l'emprise A et Lot 2 dans l'emprise B) pour tranchées/fourreaux/chambres, et avec les concessionnaires (ENEDIS, télécom…) pour raccordements/visas ; éclairage et SLT provisoires relevant du Lot 1.

Hors périmètre (rappel) : pose des fourreaux et réalisation des tranchées (Lot 1 dans l'emprise A et Lot 2 dans l'emprise B) ; raccordements en point de livraison et travaux concessionnaires (ENEDIS, etc.) ; éclairage/SLT provisoires (Lot 1 dans l'emprise A et Lot 2 dans l'emprise B).

1.3 Forme du marché et allotissement

Le présent Lot 3 – Eclairage Public et Basse Tension est un marché à prix unitaires, rémunérée sur la base du Bordereau des Prix Unitaires (BPU), appliqué aux quantités réellement exécutées.
L'opération est structurée de la manière suivante :

- Marchés anticipés via l'accord-cadre travaux GPA :
  - Lot 0 – VRD secteurs 2A et 5A
  - Lot 5 – Assainissement secteur 1A
- Marché Appel d'Offre ouvert :
  - Lot 1 – Lot principal de l'emprise A (Travaux VRD) (Objet du présent CCTP
  - Lot 2 – Lot principal de l'emprise B (Aménagements paysagers & Serrurerie)
  - Lot 3 – Éclairage Public & Basse Tension (Emprises A et B)
  - Lot 4 – Espaces Verts (Emprise A)

Il n'est pas attendu de variante dans le cadre du présent lot.

Le présent lot comporte des tranches optionnelles :

- TO1 :
  - Aménagement de la rue Mandela ;

- Accotement de l'Avenue Blum au droit des lots G et H.
- TO2 :
  - Abords du Lot D1 sur Cézanne

1.4 Prestations rémunérées à prix unitaires (BPU)

Les prestations ci-après ne relèvent pas de la partie forfaitaire du marché et sont exclusivement rémunérées à prix unitaires, sur la base :

- Du Bordereau des Prix Unitaires (BPU),
- Et des quantités réellement exécutées, constatées par la Maîtrise d'œuvre.

Les quantités figurant au Détail Quantitatif Estimatif (DQE) ont un caractère purement indicatif et estimatif. Elles ne sauraient en aucun cas engager la Maîtrise d'Ouvrage sur les quantités effectivement commandées ou exécutées.
Le Titulaire est réputé avoir pris connaissance de l'ensemble des sujétions techniques du projet et avoir intégré, dans ses prix unitaires, toutes les contraintes liées à l'exécution des travaux décrits au présent CCTP.

1.4.1 Description technique des prestations

Le présent CCTP définit les prescriptions techniques générales applicables à l'ensemble des prestations du marché.
Les prestations rémunérées à prix unitaires sont définies, quant à leur nature, leur consistance et leurs modalités de rémunération, dans le Bordereau des Prix Unitaires (BPU).
Chaque prix du BPU est réputé comprendre l'ensemble des sujétions nécessaires à la parfaite exécution des ouvrages correspondants, y compris, de manière non limitative :

- les fournitures, transports, manutentions et mises en œuvre,
- les sujétions d'exécution liées au phasage et aux contraintes de site,
- les moyens humains et matériels,
- les dispositifs provisoires nécessaires (sécurité, signalisation, gestion des accès, etc.), sauf indication contraire explicite dans le BPU.

1.4.2 Nature des prestations concernées

L'ensemble des prestations décrites dans le cadre du présent marché est rémunéré à prix unitaires.
Toute prestation figurant au BPU est réputée être rémunérée à prix unitaires, indépendamment de son niveau de détail dans le présent CCTP.

1.4.3 Modalités d'exécution et de rémunération

Les prestations à prix unitaires sont exécutées en fonction des besoins du chantier, tels que définis par les documents contractuels et les ordres de service émis par la Maîtrise d'œuvre.
Elles ne donnent lieu à paiement que sur la base des quantités réellement mises en œuvre, dûment constatées contradictoirement.
Le Titulaire ne pourra prétendre à aucune indemnité ou réclamation au titre des écarts entre les quantités estimatives du DQE et les quantités réellement exécutées.

1.4.4 Articulation avec les autres pièces du marché

Les prescriptions techniques définies dans le présent CCTP, notamment celles relatives :

- aux matériaux et produits (Chapitre 3),
- aux méthodes d'exécution (Chapitre 4),
- aux essais et contrôles (Chapitre 6),

sont pleinement applicables à l'ensemble des prestations rémunérées à prix unitaires.
En cas de contradiction entre le CCTP et le BPU, les dispositions du BPU prévalent pour la définition du contenu et du mode de rémunération des prestations, sans préjudice du respect des exigences techniques du CCTP.

1.5 Interfaces et limites de prestations (VRD / Ville / Exploitant)

1.5.1 Contraintes géographiques

Voir CCTP « Généralités », partie $2.3.

1.5.2 Dispositifs de coordination générale

Voir CCTP Général, Chapitre 3 – Organisation opérationnelle du chantier.

1.5.3 Câblettes de terre

Il est précisé que la fourniture des câblettes de cuivre de mise à la terre nécessaires aux réseaux d'éclairage public et basse tension relève du Lot n°3 – Éclairage / BT.
Ces câblettes sont mises à disposition du Lot n°1 dans l'emprise A et du Lot n°2 dans l'Emprise B pour pose en fond de tranchée dans le cadre des travaux de génie civil réalisés par ce dernier, conformément aux dispositions du tableau des limites de prestations et aux coordinations inter-lots définies au marché.

1.5.4 Eclairage et SLT provisoire

L'éclairage provisoire et la SLT provisoire relèvent exclusivement du Lot Principal (Lot 1 dans l'emprise A, Lot 2 dans l'emprise B). Voir CCTP Général, §3.7.
Conformément au LDP, l'éclairage provisoire et la SLT provisoire (dépose/repose, câblages aériens, plots/massifs temporaires, alimentations provisoires, déplacements/phases, dépose finale) relèvent exclusivement du Lot 1 dans l'emprise A et du Lot 2 dans l'emprise B.
Le Titulaire (Lot 3) est consulté/informé pour assurer la compatibilité des provisoires avec les installations définitives (réservations, non-interférences, sécurité).

1.6 Documents contractuels & hiérarchie

Les prestations du présent lot sont exécutées conformément à l'ensemble des pièces contractuelles du marché, dont l'ordre de priorité est défini au CCAP.
En complément, le Titulaire respecte l'ensemble des prescriptions issues des documents mentionnés ci-après, dans leur domaine d'application respectif. Il est réputé avoir pris connaissance de l'ensemble de ces documents et ne peut se prévaloir d'une omission, d'une contradiction apparente ou d'une insuffisance de coordination entre pièces sans en avoir préalablement saisi la Maîtrise d'Œuvre.
Pour l'exécution du présent lot, les documents suivants sont notamment applicables :

- 1. L'Acte d'Engagement et ses annexes.
- 2. Le CCAP.
- 3. Le présent CCTP Lot 3 – Eclairage Public et Basse Tension – Emprises A&B.
- 4. Le CCTP Général – Aménagement des espaces publics – NPNRU Tarterêts – Tranche 1, pour l'ensemble des dispositions transversales applicables à tous les lots, notamment celles relatives à l'organisation du chantier, au phasage, aux dispositifs PPC, PBS, PMDR et ROUC, à la coordination inter-lots, à la sécurité, au SPS, au PAQ, aux contrôles, à la traçabilité documentaire, au DOE et au DIUO.
- 5. Le Tableau des Limites de Prestations (LDP), qui définit de manière opposable la répartition des prestations et responsabilités entre les différents lots ainsi qu'avec les concessionnaires et gestionnaires de réseaux. Pour toutes les interfaces techniques entre lots, le LDP constitue la pièce de référence.
- 6. Les CCTP des autres lots du marché, dans la seule mesure où leurs prescriptions concernent directement les interfaces avec le présent lot ou conditionnent l'exécution de ses prestations.
- 7. Les documents de la Maîtrise d'Ouvrage relatifs à la gestion des déchets, des déblais, des terres excavées et au réemploi des matériaux, joints au DCE, notamment :
  - « CCTP Travaux – Marchés – Articles déchets » ;

  Ces documents sont opposables au Titulaire pour toutes les prestations relevant de la gestion, du tri, de la caractérisation, de la traçabilité, du réemploi, de la valorisation et de l'évacuation des déchets, matériaux et terres excavées.

- 8. Les normes, fascicules du CCTG, guides techniques, recommandations professionnelles, prescriptions des concessionnaires et textes réglementaires explicitement cités dans le présent CCTP ou dans le CCTP Général.
- 9. Les documents d'exécution établis par le Titulaire et visés par la Maîtrise d'Œuvre, notamment les plans EXE, notes de calcul, procédures d'exécution, phasages particuliers et documents techniques associés.
- 10. Les études, rapports et données techniques remis au DCE, notamment les études géotechniques, environnementales, sanitaires et de gestion des terres. Ces documents constituent des documents de référence permettant au Titulaire d'apprécier les contraintes du site et de définir ses méthodes d'intervention. Ils ne se substituent ni aux prescriptions contractuelles des CCTP ni aux obligations de vérification incombant au Titulaire dans le cadre de son marché.

1.6.1 Hiérarchie en cas de contradiction

En cas de divergence ou de contradiction entre documents :

- 1. Les règles de priorité définies au CCAP s'appliquent strictement.
- 2. En cas de contradiction entre le présent CCTP Lot 4 et le CCTP Général, le présent CCTP prévaut pour les prescriptions techniques spécifiques aux prestations du lot Espaces Verts. Le CCTP Général demeure toutefois applicable pour toutes les dispositions organisationnelles, de coordination, de phasage, de sécurité, de gestion documentaire et de traçabilité.
- 3. Pour les interfaces et limites de prestations entre lots, le Tableau des Limites de Prestations (LDP) constitue la pièce de référence. Le LDP prévaut sur les CCTP de lots pour la répartition des prestations et responsabilités entre intervenants.
- 4. Les documents organisationnels validés (PPC, PBS, PMDR, PLC, PEP et PV de ROUC) sont opposables dans leur domaine d'application. La version en vigueur inscrite au Registre de coordination fait foi.
- 5. Pour les normes, fascicules, guides techniques et documents de référence, la version en vigueur à la date fixée par les pièces contractuelles du marché est applicable, sauf disposition plus contraignante du présent CCTP ou exigence réglementaire postérieure rendue obligatoire.

1.6.2 Opposabilité

Le Titulaire est tenu de vérifier la cohérence de ses études, plans d'exécution, méthodes et procédures avec l'ensemble des pièces contractuelles du marché.
Toute incohérence, ambiguïté ou contradiction identifiée par le Titulaire doit être signalée sans délai à la Maîtrise d'Œuvre avant exécution. À défaut de signalement, le Titulaire demeure responsable de la conformité des ouvrages réalisés.
L'absence de référence explicite à un document dans le présent CCTP ne dégage pas le Titulaire de son obligation de conformité dès lors que ce document est cité dans les pièces contractuelles du marché ou qu'il est applicable à ses prestations.
Le visa des études d'exécution par la Maîtrise d'Œuvre ne diminue en rien la responsabilité du Titulaire quant à l'exactitude de ses études, à la conformité réglementaire de ses ouvrages et au respect des prescriptions contractuelles.

1.7 Contraintes géographiques, urbaines et phasage

Le site présente les contraintes techniques et organisationnelles suivantes :

- Un environnement urbain dense, en interface directe avec plusieurs bâtiments de logement conservés, ainsi qu'avec des équipements publics en fonctionnement, notamment le groupe scolaire des Écoles Bleues ;
- La présence d'arbres existants à préserver strictement, y compris leurs systèmes racinaires, conformément aux prescriptions géotechniques et paysagères du projet ;
- Un phasage complexe des travaux, conditionné à la fois par :
  - la nécessité de maintenir en permanence les accès aux bâtiments existants, aux équipements publics et aux services (collecte, secours, livraisons) ;

- la continuité de service des réseaux existants et les interventions coordonnées des concessionnaires ;
- la coactivité avec les autres lots de travaux de l'opération ainsi qu'avec les chantiers tiers liés au PRU ;

- Une organisation des travaux dépendante du phasage inter-chantiers à l'échelle du quartier, tel que défini et mis à jour par l'OPCU/OPCIC.

Ces contraintes doivent être pleinement intégrées par le Titulaire dans :

- ses études d'exécution (EXE) ;
- son Plan de Phasage Coordonné (PPC) et ses déclinaisons en microphasages ;
- l'ensemble des documents organisationnels de chantier (PBS, PMDR, PLC).

Le Titulaire devra notamment :

- adapter en permanence ses méthodes, ses cadences et ses moyens à l'évolution des emprises, des phases et des interfaces ;
- garantir la continuité des circulations, des accès riverains, des cheminements piétons et des services urbains ;
- anticiper et intégrer les bascules de phases, y compris les interventions nocturnes ou en horaires décalés si nécessaires ;
- assurer la compatibilité de ses interventions avec les plannings OPC travaux et OPCIC, et participer aux réunions de coordination correspondantes ;
- prendre en compte les documents de phasage global du PRU (planning inter-chantiers, carnets de phasage, plans d'interface), étant précisé que seul le PPC validé en phase travaux est opposable pour l'exécution.

L'ensemble de ces contraintes constitue des sujétions normales d'exécution du marché. Elles sont réputées connues des Titulaires dès la remise de leur offre, intégrées dans leurs prix et ne peuvent donner lieu à aucune réclamation, ni prolongation de délai, sauf modification substantielle du périmètre des travaux décidée par le Maître d'Ouvrage.

1.8 Définitions et abréviations

Les termes, acronymes et abréviations utilisés dans le présent CCTP Lot 3 ont le sens défini ci-après. Lorsque ces termes sont définis dans le CCTP Général – NPNRU Tarterêts, les définitions du CCTP Général prévalent et sont réputées connues du Titulaire.

1.8.1 Documents et organisation de chantier

- CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières.
- CCAP : Cahier des Clauses Administratives Particulières.
- DCE : Dossier de Consultation des Entreprises.
- LDP : Tableau des Limites de Prestations, opposable entre lots et avec les concessionnaires.
- ROUC : Réunion d'Ouverture de Chantier (initiale et de phase) -> Réunions préalables obligatoires (initiale puis de phase) destinées à valider les emprises, le PBS, les cheminements, les arrêtés et les conditions d'ouverture/bascule ; donnent lieu à PV inscrit au Registre. (Référence : CCTP Général — Chapitre 3, §3.2.9).
- PBS : Plan de Balisage & de Signalisation ->Document établi par le Lot Principal (Lot 1 dans l'emprise A, Lot 2 dans l'emprise B) et validé en ROUC, définissant par phase les cheminements piétons/PMR/cycles, dispositifs de sécurité, déviations/fermetures, protections périphériques et la signalisation temporaire ; condition préalable à toute ouverture d'emprise. (Référence : CCTP Général — Chapitre 3, §3.2.7).
- PMDR : Plan de Mises à Disposition & Reprises ->Document décrivant les mises à disposition J-5, PV d'ouverture/reprise, périmètres, conditions d'accès/sécurité et balisage des emprises remises à un tiers (lots/concessionnaires), ainsi que les conditions de réouverture ; opposable et lié aux ROUC. (Référence : CCTP Général — Chapitre 3, §3.2.8).

- PPC : Plan de Phasage Coordonné -> Document contractuel consolidé par le Lot Principal (Lot 1 dans l'emprise A, Lot 2 dans l'emprise B) décrivant l'ensemble des phases/sous-phases, emprises, cheminements provisoires, basculements et jalons, tenu à jour et validé avant toute ouverture de phase. Aucun basculement ne peut intervenir sans PPC à jour validé. *(Référence : CCTP Général — Chapitre 3, § 3.2.6)*.
- REC : Responsable Environnement de Chantier (au sens du CCTP Général).
- SOGED : Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets.
- PAQ : Plan d'Assurance Qualité.
- PPSPS : Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé.
- DIUO : Dossier d'Interventions Ultérieures sur l'Ouvrage.
- DOE : Dossier des Ouvrages Exécutés.

1.8.2 Études et exécution

- EXE : Études d'Exécution réalisées par le Titulaire, comprenant plans, profils, notes de calcul, phasages et carnets de détails.
- Visa : Avis formel de la MOE (« Bon pour exécution » ou avec observations).
- G2 PRO : Étude géotechnique de type G2 – Phase Projet, fournie en annexe du DCE.

1.8.3 Réseaux humides et assainissement

- EP : Eaux Pluviales.
- EU : Eaux Usées.
- AEP : Adduction d'Eau Potable.
- SIARCE : Gestionnaire Assainissement EP & EU
- GPS-EAU : Gestionnaire Adduction d'Eau Potable

1.8.4 Réseaux secs

- BT : Basse Tension.
- MT : Moyenne Tension.
- SLT : Signalisation Lumineuse Tricolore.
- TPC : Tube de Protection des Câbles (fourreau PE).
- Chambres EP / L1T / L2T / L3T / L4T : Typologies normalisées de chambres de tirage (éclairage public, télécom/fibre, vidéosurveillance).

1.8.5 Voirie – Terrassements – Fondations

- PF1 / PF2 : Classes de plateformes conformément au rapport G2 PRO et au CCTG (PF2 = EV2 > 50 MPa sous chaussées ; PF1 sous circulations piétonnes).
- EV2 : Module de déformation mesuré par essai à la plaque.
- GNT / GNTP : Graves Non Traitées / Graves Non Traitées Poreuses.
- BB / GB : Béton Bitumineux / Grave Bitume.
- TV : Terre Végétale.
- ISDI / ISDND / ISDD : Filières d'élimination des terres selon leur classification (diagnostic A200/A260/A270).
- BSD : Bordereau de Suivi des Déchets.
- CAP : Certificat d'Acceptation Préalable pour les déblais excavés.
- Maille : Unité de découpage du plan de maillage des terres pour caractérisation et suivi.

1.8.6 Matériaux et géo synthétiques

- S7 : Classe de géotextile non tissé (fonction anticontamination).

- Pare-racines / géomembranes anti-racine : Textiles techniques destinés à protéger les réseaux des systèmes racinaires (ex. 363 g/m²).
- Géomembrane bentonitique : Géosynthétique d'étanchéité composé d'une couche de bentonite confinée entre géotextiles (GCL), assurant une barrière hydraulique par gonflement au contact de l'eau.
- D21 / D31 : Classes de matériaux de remblai selon NF P 11-300.
- 0/4 – 5/15 – 0/10 – 0/14 : Granulométries des sables et graves pour pose et enrobage.

1.8.7 Éclairage & autres équipements

- EP80 / L1T / L2T : Chambres normalisées pour Éclairage Public ou Télécom/Fibre.
- PEHD : Polyéthylène Haute Densité (canalisations AEP/arrosage).
- ACS / CLP : Attestation de Conformité Sanitaire et Liste Positive pour les matériaux en contact avec l'eau potable.

1.8.8 Exploitation – sécurité

- AIPR : Autorisation d'Intervention à Proximité des Réseaux.
- DICT / DT : Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux / Déclaration de Travaux.

2 EXIGENCES ORGANISATIONNELLES

2.1 Phasage et conditions d'intervention

Voir CCTP Général, §3.2 à 3.2.10.

2.2 Coordination / ROC / Base-vie

Voir CCTP Général, §3.2.10 (ROC), §3.2.8 (PBS), §3.4 (Base-vie).

2.3 Nuisances, environnement, tenue de chantier

Voir CCTP Général, §2.3, 2.4, 3.7.2.

2.4 Qualité, sécurité et astreinte

Pour toutes les dispositions générales relatives à la qualité, la sécurité, la santé, les obligations SPS, les points d'arrêt, les contrôles, les essais et les exigences d'astreinte, le Titulaire se conformera intégralement aux prescriptions du CCTP Général, et en particulier :

- Qualité & PAQ : Voir CCTP Général, Chapitre 4 — §4.4 "PAQ", §4.5 "Essais / contrôles", §4.7 "Traçabilité documentaire".
- Sécurité & SPS : Voir CCTP Général, Chapitre 2 — §2.1 "Sécurité & SPS".
- Astreinte : Voir CCTP Général, Chapitre 2 — §2.5.2 "Astreintes de chantier".

2.5 Etudes d'exécution (EXE) – Organisation, contenu, livrables et validations

2.5.1 Dispositions générales applicables aux études d'exécution

Les études d'exécution (EXE) du Lot n°3 – Éclairage Public (EP) et Basse Tension (BT) sont réalisées conformément aux prescriptions du présent CCTP et aux dispositions du CCTP Général – Chapitre 4, auxquelles il est systématiquement renvoyé pour les éléments suivants :

- Règles de production, de structuration et d'organisation des documents d'exécution ;
- Exigences de formats (DAO, PDF, sources natifs), indexation, traçabilité et gestion des versions ;
- Procédures d'élaboration, d'avis, de visa et de validation des documents ;
- Modalités de diffusion, de coordination inter-lots et de mise à jour des documents EXE ;
- Exigences relatives au PAQ, aux points d'arrêt et aux procédures de contrôle interne des Titulaires ;
- Obligations documentaires pour la constitution progressive du DOE.

Les études d'exécution ont pour vocation de traduire les prescriptions techniques, les hypothèses de conception et les exigences fonctionnelles du présent CCTP en un ensemble cohérent de plans, schémas, notes de calcul, synoptiques, nomenclatures et pièces justificatives permettant l'exécution conforme des ouvrages EP/BT.

Elles doivent intégrer, dès leur production :

- les contraintes d'implantation, d'emprise, de niveaux, d'accessibilité et de maintenance ;
- les interfaces avec les ouvrages des Lots 1 et 2, notamment tranchées, fourreaux, chambres, émergences et phasages successifs ;
- les exigences des gestionnaires concernés (Ville/EP, exploitant SLT, ENEDIS) selon les circuits de validation définis en phase préparation ;
- les prescriptions de performance (photométrie, sélectivité, protections, niveaux d'éclairement et facteur de maintenance, exigences SLT, contraintes de pilotage Wizard/DMX) ;
- les conditions d'évolution du chantier et les éventuels dispositifs transitoires nécessaires à la continuité de service.

L'ensemble des documents EXE du Lot 3 doit :

- être produit dans les délais fixés par le planning EXE ;
- être remis en versions Pour Avis, puis Pour Visa, avant tout démarrage des travaux correspondants ;
- respecter un niveau de précision suffisant pour permettre la réalisation sans ambiguïté des ouvrages ;
- être parfaitement cohérent entre familles (EP, BT, SLT), entre versions successives, et compatible avec les documents EXE des autres lots ;

- intégrer toutes les observations formulées par la Maîtrise d'Œuvre et, le cas échéant, par les gestionnaires.

Les documents EXE visés « Bon pour Exécution » constituent le référentiel unique et opposable pour l'exécution des ouvrages.
Aucun document non visé ne peut être utilisé pour la réalisation des travaux.

2.5.2 Études d'exécution Éclairage Public (EP)

Les études d'exécution relatives aux ouvrages d'Éclairage Public (EP) ont pour objectif de définir, avec un niveau de précision suffisant pour permettre une exécution conforme et sans ambiguïté, l'implantation, les caractéristiques techniques, les dimensionnements, les performances photométriques et les matériels nécessaires à la réalisation des installations d'éclairage du projet.
Elles sont établies conformément aux prescriptions du présent CCTP, aux normes en vigueur (notamment NF C 17-200, NF C 15-100, EN 13201) ainsi qu'aux exigences particulières du Maître d'Œuvre et du gestionnaire EP.
Les documents EXE EP sont soumis pour avis, puis pour visa du Maître d'Œuvre, conformément aux dispositions du § 2.5.1 et du CCTP Général – Chapitre 4. Les documents suivants sont interdépendants : les matériels d'éclairage ne seront validés définitivement qu'après validation des études photométriques et des plans d'exécution des ensembles.

2.5.2.1 Plans d'exécution EP

Les plans d'exécution EP sont produits à une échelle adaptée (type 1/200e ou 1/250e selon les zones) et intègrent obligatoirement :

- l'implantation précise de chaque support (candélabre, colonne, potence, ensemble luminaire),
- la localisation et le tracé des fourreaux utilisés pour les câbles EP, incluant les réservations fournies par les Lots 1 et 2,
- les conduites, boîtes de jonction, têtes de câbles, émergences et éléments de raccordement,
- les coupes, élévations et détails nécessaires lorsque la géométrie du site le justifie.

Ces plans doivent permettre, sans interprétation, la pose des supports, le déroulage des câbles, l'identification des cheminements, et la coordination avec les ouvrages VRD.

2.5.2.2 Notes de calcul EP

Le Titulaire fournit toutes les notes de calcul nécessaires à la justification des installations EP, notamment :

- Dimensionnement des câbles EP :

Justification des sections, chutes de tension, choix des protections, sélectivité, et conformité aux normes NF C 17-200 et NF C 15-100.
Les notes de calcul doivent intégrer l'ensemble des paramètres du projet : puissance, longueur de câbles, nature des circuits, valeurs de protection, effet des dispositifs de pilotage, etc.

- Dimensionnement des massifs de supports :

Ces notes tiennent compte :

  - des efforts au vent selon Eurocodes et EN 40,
  - des charges permanentes et d'exploitation, incluant les équipements additionnels prévus (crosses, multiple luminaires, caméras éventuelles, signaux SLT, panneaux, drapeaux…),
  - des caractéristiques géotechniques du sol lorsque nécessaire.

- Dimensionnement électrique des armoires EP :

Les notes de calcul justifient l'ensemble des protections, bilans de puissance, jeux de barres, dispositifs différentiels, sélectivité thermique et différentielle, et tout appareillage interne.

2.5.2.3 Études photométriques

Les études photométriques EP sont réalisées conformément à la norme EN 13201 et aux prescriptions du présent CCTP (notamment classes d'éclairement, uniformités minimales, contraintes d'environnement, nuisances lumineuses). Elles sont produites par secteur d'éclairage, et comprennent :

- les objectifs photométriques, classes visées, hypothèses de calcul (réflectances, surfaces, maillages) ;
- la sélection des optiques, hauteurs, inclinaisons, puissances et températures de couleur ;
- les résultats complets (Emoy, Emin, Uo, TI le cas échéant) ;

- la justification des choix de luminaires, drivers, optronique et dispositifs anti-éblouissement ;
- la démonstration de la cohérence avec les scénarios d'abaissement Wizard (si présents) ;
- les propositions de points de mesure in situ (grilles de mesures pour §essais nocturnes).

Les études photométriques sont soumises au visa MOE/MOA avant exécution et intégrées au DOE.

2.5.2.4 Fiches d'agrément EP

Le Titulaire fournit, pour visa MOE/MOA et avis du gestionnaire EP, l'ensemble des fiches techniques et catalogues :

- luminaires (performances photométriques IES/ULD, IP/IK, flux, efficacité, L80/B10, IRC),
- supports (EN 40, RAL, matériaux, trappes, anti-corrosion),
- crosses, brides, consoles, éléments de fixation,
- drivers (D4i/DALI, paramétrages, gradation, compatibilité Wizard),
- accessoires et dispositifs complémentaires.

Aucun matériel ne peut être approvisionné ni posé avant obtention de ces agréments.

2.5.2.5 Plans d'exécution des ensembles supports + luminaires

Le Titulaire produit des plans de détails avec cote en élévation et en plan de chaque typologie d'ensemble faisant figurer, et précisant :

- Le type de support : référence exacte, fournisseur
- Le positionnement, l'orientation et les dimensions des trappes de visite avec le système d'ouverture
- Le positionnement et la dimension des percements et fixations
- Le carré inscrit du support
- La semelle d'ancrage et l'entraxe des fixations à porter à connaissance des lots 1 et 2
- La cote du sol fini par rapport à la semelle
- Le type de luminaires et leur positionnement : référence exacte, fournisseur
- le RAL de l'ensemble
- Tout autre élément pouvant être utile à la parfaite compréhension avant exécution jugée nécessaire

Ces documents complètent les fiches d'agrément et doivent être fournies par le fournisseur de supports.

2.5.2.6 Plans de fonctionnement et schémas EP

Le Titulaire produit :

- les schémas de fonctionnement et de câblage des armoires EP, incluant l'ensemble des départs, protections, organes de coupure et blocs de commande ;
- un plan global EP indiquant l'ensemble des circuits, numéros de départs, puissances, niveaux de sélectivité ;
- les schémas électriques détaillés pour chaque armoire (unifilaires, multifilaires, borniers).

Ces documents assurent la compréhension complète du fonctionnement de chaque circuit d'éclairage et la coordination avec les autres lots.

2.5.2.7 Inventaire, repérage et nomenclature EP

Le Titulaire fournit :

- l'inventaire exhaustif des matériels EP (supports, luminaires, câbles, armoires, crosses, accessoires) ;
- la codification et le repérage de chaque élément (numéro de circuit, numéro de support, numéro de luminaire, identification de câble) ;
- les tableaux de correspondance support ↔ luminaire ↔ circuit ↔ adresse (si pilotage).

Ces documents constituent un pré-récolement EP destiné à être finalisé lors de la préparation du DOE.

2.5.3 Études d'exécution Basse Tension (BT)

Les études d'exécution relatives aux ouvrages de Basse Tension (BT) ont pour objet de définir l'ensemble des caractéristiques électriques et des modalités d'implantation nécessaires à la réalisation des installations BT du présent lot, y compris les alimentations d'armoires EP, coffrets BT, équipements tiers et dispositifs de commande associés.

Elles sont produites conformément aux normes applicables (NF C 15-100, NF C 17-200, prescriptions gestionnaires) et aux exigences du présent CCTP.

L'ensemble des documents BT est soumis pour Avis puis pour Visa du Maître d'Œuvre, conformément aux dispositions générales du §2.5.1.

2.5.3.1 Contenu général des EXE BT

Les études d'exécution BT comprennent au minimum :

- Plans d'implantation et de cheminement BT :
  - tracé des cheminements (fourreaux, chambres, regards),
  - localisation des départs BT, émergences et points de raccordement,
  - plans de câblage détaillant les chemins câble par câble,
  - repérage des coffrets, armoires, points de livraison et interfaces VRD.
- Schémas unifilaires et multifilaires :
  - organisation des circuits,
  - protections (calibres, DDR, sélectivité),
  - appareillages internes,
  - borniers, répartiteurs et jeux de barres.

Les schémas explicitent les circuits de puissance, de commande, de télérepport ENEDIS le cas échéant, et intègrent tous les éléments nécessaires à la lecture complète des installations.

2.5.3.2 Notes de calcul BT

Les notes de calcul BT justifient l'ensemble des paramètres nécessaires à la sécurité et au bon fonctionnement des installations. Elles intègrent notamment :

- sections de câbles, chutes de tension, longueurs maximales admissibles,
- courants de court-circuit (ICC),
- coordination des dispositifs de protection,
- sélectivité thermique et différentielle entre niveaux amont/aval,
- bilans de puissance par armoire et par circuit.

Les notes doivent démontrer la conformité complète aux prescriptions de la NF C 15-100 et, lorsque applicable, aux prescriptions spécifiques d'ENEDIS (cf. §2.5.8).

2.5.3.3 Dimensionnement et organisation des armoires / coffrets BT

Les documents EXE BT précisent :

- l'implantation et le mode de fixation des armoires/coffrets BT,
- le compartimentage interne (puissance / commande),
- l'architecture électrique interne,
- les réserves obligatoires pour extensions ultérieures (> 20 %),
- les schémas de câblage, repérages et correspondances borniers/circuits.

Lorsque des équipements tiers sont alimentés par le présent lot, les EXE BT incluent les circuits, protections, notes de calcul et dispositifs de télérepport associés (cf. §2.5.8.3).

2.5.3.4 Intégration au fonctionnement EP / pilotage

Les EXE BT garantissent la compatibilité :

- avec les schémas de fonctionnement des armoires EP (départs, protections, interfaces),
- avec les dispositifs de pilotage Wizard ou DMX lorsque le lot BT alimente les modules de commande,
- avec les scénarios de gradation et les priorités de fonctionnement.

Les interférences entre circuits de puissance et circuits de commande doivent être anticipées (séparation physique, compatibilité CEM).

2.5.3.5 Documents BT spécifiques aux phases de chantier

Le Titulaire fournit, pendant la période de préparation et avant chaque bascule de phase :

- les plans prévisionnels de déplacement de mobiliers BT/EP lorsque applicable,
- les implantations provisoires ou transitoires nécessaires au maintien des services,
- les compléments documentaires pour coordination VRD, SLT ou éclairage provisoire piloté par les Lots 1 ou 2 selon l'emprise.

2.5.3.6 Composantes BT du dossier EXE

Le dossier EXE BT remis pour Visa comprend :

- l'ensemble des plans d'implantation et de cheminement BT,
- tous les schémas unifilaires/multifilaires,
- l'intégralité des notes de calcul, bilans et analyses de sélectivité,
- les tableaux de repérage câble/circuit/borniers,
- les fiches d'agrément des armoires/coffrets BT,
- le pré-récolement BT (sous réserve de mise à jour à l'achèvement).

2.5.3.7 Conditions d'utilisation des EXE BT pour l'exécution

Aucun document BT non visé "Bon pour Exécution" ne peut être utilisé pour réaliser les travaux.
Toute exécution menée sur la base d'un document non validé l'est aux risques et frais du Titulaire, y compris en cas de modifications, retouches ou retards nécessaires pour mise en conformité.

2.5.4 Plans d'ensemble et schémas de coordination

Les plans d'ensemble et schémas de coordination ont pour objectif de garantir la cohérence globale des études d'exécution EP / BT / SLT, en assurant une vision consolidée des réseaux, de leurs interactions, des implantations, des capacités électriques et des liaisons fonctionnelles entre équipements.
Ils constituent une base commune de travail pour la Maîtrise d'Œuvre, les Lots Principaux de chaque emprise (1 ou 2), les gestionnaires et l'ensemble des intervenants concernés.
Ces documents synthétiques complètent les plans détaillés par familles (EP, BT, SLT) et doivent permettre une compréhension immédiate des principes d'organisation des installations.

2.5.4.1 Plan consolidé des réseaux EP / BT / SLT

Le Titulaire produit un plan consolidé unique intégrant l'ensemble des réseaux d'Éclairage Public, Basse Tension et Signalisation Lumineuse Tricolore, comprenant notamment :

- l'implantation de l'ensemble des supports et armoires (EP, BT, SLT) ;
- les tracés des fourreaux EP / BT / SLT, y compris fourreaux partagés le cas échéant ;
- la numérotation des circuits EP, l'identification des départs et sous-circuits, les cheminements électriques ;
- la numérotation des lignes de feux pour la SLT ;
- les conventions de repérage propres à chaque famille d'ouvrages.

Ce plan consolidé doit permettre de visualiser l'architecture d'ensemble, les interdépendances et les interfaces entre familles techniques.

2.5.4.2 Plan de fourreautage EP + SLT (si tranchée commune)

Lorsque des fourreaux EP et SLT sont mutualisés dans une même tranchée, le Titulaire établit un plan de fourreautage dédié, précisant :

- les diamètres, typologies et natures des fourreaux,
- les niveaux de profondeur et déports latéraux,
- les points d'émergence, chambres et regards associés,
- les réservations à la charge des Lots 1 et 2 (selon l'emprise),
- la compatibilité des cheminements avec les exigences SLT (longueur, sections, règles NF P 99-200).

L'objectif est d'assurer une coordination parfaite avec le génie civil exécuté par les Lots 1 ou 2 (selon l'emprise).

2.5.4.3 Schéma électrique global EP / SLT

Le Titulaire fournit un schéma électrique global présentant de manière synthétique :

- l'architecture fonctionnelle des armoires EP et SLT (armoire partagée ou dispositifs distincts selon EXE),
- les départs, protections, jeux de barres, borniers et circuits associés,
- les dispositifs spécifiques aux SLT (sélecteurs, relais, protections spécifiques),
- les liaisons entre circuits EP et SLT lorsque des équipements sont mutualisés dans une même armoire.

Ce schéma complète les schémas unifilaires et multifilaires détaillés fournis dans les EXE par famille.

2.5.4.4 Bilan de puissance par armoire EP / SLT

Pour chaque armoire, le Titulaire fournit un bilan de puissance détaillé, incluant :

- la puissance appelée par circuit et sous-circuit,
- la puissance totale de l'armoire,
- les réserves exploitées ou disponibles,
- les valeurs de chutes de tension associées,
- les hypothèses de calcul retenues.

Ces bilans sont utilisés pour vérifier les capacités des armoires et la cohérence d'ensemble des alimentations.

2.5.4.5 Inventaire, repérage et codification

Le Titulaire produit un inventaire consolidé regroupant l'ensemble des matériels EP / BT / SLT :

- supports, mâts et potences ;
- luminaires, optiques, drivers, crosses ;
- armoires EP / BT, coffrets, modules électroniques ;
- signaux R11/R12/R12m, répétiteurs, modules sonores ;
- câbles, fourreaux, chemins et accessoires.

Chaque élément est identifié à l'aide d'une codification unique permettant :

- le repérage sur plans,
- la correspondance avec les circuits et schémas,
- la préparation du récolement et du DOE.

Ce document constitue la base de la nomenclature finale à intégrer au DOE.

2.5.5 Livrables de pilotage (Wizard)

Les études d'exécution du Lot 3 incluent l'ensemble des documents nécessaires à la conception, à la configuration, à la coordination et à la validation du système de télégestion des installations d'éclairage.

Le pilotage des installations est assuré exclusivement par un système de télégestion de type Wizard (ou équivalent validé par la Maîtrise d'Œuvre et la Maîtrise d'Ouvrage).

Ces livrables sont produits conformément :

- au présent CCTP ;
- aux documents d'exécution visés ;
- aux prescriptions du gestionnaire.

Aucun équipement de télégestion ne pourra être approvisionné, configuré ou mis en service avant validation formelle par la Maîtrise d'Œuvre et, le cas échéant, par la Maîtrise d'Ouvrage.

2.5.5.1 Livrables de télégestion

Le Titulaire devra fournir l'ensemble des documents nécessaires à la conception, au déploiement, au paramétrage et à l'exploitation du système de télégestion.

2.5.5.1.1 Plan de télégestion

- architecture complète du réseau de télégestion (radio ou équivalent) ;
- positionnement des passerelles, antennes, concentrateurs ou équipements associés ;
- représentation de la couverture réseau et de la qualité de signal ;
- liaison entre passerelles, armoires EP et circuits BT ;
- identification et localisation des points lumineux télégérés.

2.5.5.1.2 Table d'adressage et structuration

- liste complète des points lumineux ;
- adressage individuel de chaque luminaire ;
- organisation en groupes et sous-groupes (zones, typologies, usages) ;
- correspondance : Point lumineux ↔ Adresse de télégestion ↔ Circuit BT ↔ Groupe fonctionnel
- export des données en formats natif et PDF.

2.5.5.1.3 Paramétrage des scénarios

- scénarios d'allumage / extinction ;
- profils d'abaissement conformes au §3.9.3 ;

- plages horaires et calendriers ;
- niveaux de variation par groupe ;
- règles de fonctionnement en mode dégradé ;
- stratégies de reprise après défaut ou perte de communication.

Les scénarios devront être strictement conformes aux prescriptions validées par le gestionnaire.

2.5.5.1.4 Synoptique de pilotage

- schéma fonctionnel global de la télégestion ;
- interactions entre luminaires, passerelles, armoires et supervision ;
- description des flux de commande et de retour d'état.

2.5.5.2 Livrables complémentaires

Le Titulaire devra fournir :

- tableaux de synthèse des scénarios :
  - niveaux (%) par phase,
  - plages horaires,
  - transitions et logiques d'abaissement ;
- tableaux des groupes de pilotage :
  - découpage des zones,
  - affectation des luminaires,
  - logique fonctionnelle ;
- documentation système :
  - fiches techniques des équipements de télégestion,
  - architecture réseau détaillée,
  - modalités d'exploitation.

2.5.5.3 Exigences de remise et validation

Les livrables seront fournis :

- en format PDF ;
- en formats natifs du système de télégestion ;
- avec une structuration claire et exploitable.

Ils devront être remis :

- en phase EXE, avant toute commande de matériel ;
- mis à jour en phase DOE.

Aucun système de télégestion ne pourra être :

- configuré ;
- mis sous tension ;
- mis en service ;

sans validation préalable de l'ensemble de ces documents par la Maîtrise d'Œuvre et la Maîtrise d'Ouvrage.

<u>Exigence générale :</u>

Le système de télégestion devra permettre :

- une modification des scénarios sans intervention sur site ;
- une supervision à distance ;
- une traçabilité des actions et des modifications ;
- une compatibilité avec les exigences d'exploitation du gestionnaire.

2.5.6 Études photométriques

Les études photométriques ont pour objet de démontrer que les installations d'Éclairage Public du présent lot sont conformes aux exigences de la norme EN 13201, aux prescriptions de performance du projet et aux engagements du Titulaire en matière de niveaux d'éclairement, d'uniformités, de maîtrise de l'éblouissement, de confort visuel et de limitation des nuisances lumineuses.

Elles constituent un document EXE à part entière, soumis pour Avis puis pour Visa selon les modalités du §2.5.1 et du CCTP Général – Chapitre 4.

Les études photométriques validées engagent le Titulaire et servent de référentiel opposable pour les réglages nocturnes et les essais de réception.

2.5.6.1 Objectifs et périmètre des études

Les études photométriques portent sur l'ensemble des zones d'éclairage du projet, y compris :

- les voiries, trottoirs, pistes cyclables et liaisons inter-quartiers ;
- les zones piétonnes, parvis, placettes, espaces mixtes et zones de rencontre ;
- les parkings, cheminements paysagers et zones spécifiques du site ;
- les secteurs particuliers identifiés dans le CCTP (mise en ambiance, zones sensibles, abords scolaires, etc.).

Chaque secteur fait l'objet d'une étude distincte, permettant une analyse fine de la conformité aux classes EN 13201 applicables.

2.5.6.2 Données d'entrée et hypothèses de calcul

Les études photométriques sont réalisées sur la base :

- des fichiers photométriques IES/ULD fournis par les fabricants ;
- des luminaires, optiques, drivers et accessoires proposés dans les fiches d'agrément ;
- des hauteurs d'installation, orientations, inclinaisons et géométries de supports issues des plans EXE ;
- du facteur de maintenance retenu (calculé ou issu des valeurs projet) ;
- des hypothèses de surfaces, matrices de calcul, maillages et réflectances ;
- des obstacles et masques (végétation, mobiliers ou ouvrages bâtis), intégrés lorsque requis ;
- des paramètres spécifiques du projet (températures de couleur, objectifs de confort visuel, zones sensibles).

Toutes les hypothèses doivent être tracées, lisibles et cohérentes d'un secteur à l'autre.

2.5.6.3 Résultats attendus et contenu des livrables

Chaque étude photométrique comprend au minimum :

- a) Résultats photométriques normatifs
  - valeurs Emoy, Emin, Uo, UL, TI si applicable (voies de circulation) ;
  - comparaison avec les classes EN 13201 visées (M, C, P, SC…) ;
  - représentation graphique du plan d'éclairement.
- b) Tableaux de résultats par zone
  - indicateurs normatifs en tableau synthétique,
  - valeurs mesurables lors des essais nocturnes,
  - tolérances admissibles.
- c) Plans photométriques
  - plans en niveaux de gris ou faux-couleurs,
  - Maillages de calcul, grilles, points et isolux,
  - identification de l'axe lumineux et des zones d'influence.
- d) Justification des choix techniques
  - luminaires retenus (optique, flux, température de couleur),
  - hauteur, inclinaison, entraxes, orientation,
  - Dispositifs anti-éblouissement et accessoires (coupe-flux, inclinateurs, visières).

2.5.6.4 Cohérence avec les dispositifs de pilotage

Les études photométriques doivent être parfaitement compatibles avec :

- les scénarios d'abaissement de flux Wizard (profils horaire, niveaux %, priorités),
- les scènes programmées dans les équipements DMX lorsque les zones sont communes,
- les niveaux résiduels attendus en période creuse,
- les exigences réglementaires de réduction d'intensité lumineuse.

Le Titulaire fournit un tableau de cohérence photométrie ↔ pilotage démontrant que les niveaux d'éclairement restent conformes aux classes visées après abaissement.

2.5.6.5 Études complémentaires de nuisances lumineuses

Lorsque requis par les prescriptions du projet :

- contrôle des valeurs limites définies par l'arrêté « nuisances lumineuses » ;
- analyse de flux sortant vers l'horizon ou les façades ;
- justification des dispositifs prévus (optique asymétrique, coupe-flux, 2700K/2200K, orientation).

2.5.6.6 Plan de mesures pour essais nocturnes

Le Titulaire fournit un plan de mesures pré-réception, comprenant :

- les grilles de mesures (maillage, distances, axes),
- les points de mesure proposés,
- les instruments requis (luxmètre classe A),
- les tolérances admissibles,
- la méthodologie de mesure et de comparaison entre études et terrain.

Ce plan constitue la base des essais nocturnes réalisés en fin de travaux (§6.1.5).

2.5.6.7 Conditions de visa et intégration au DOE

Les études photométriques sont produites en versions :

- Pour Avis,
- puis Pour Visa,
  avant toute installation de matériel.

Les versions visées sont intégrées :

- au dossier EXE,
- au DOE final (fichiers natifs, résultats validés, hypothèses de maintenance retenues, extraits des calculs, PV de mesures nocturnes).

Aucune mise en œuvre définitive de luminaires ne peut intervenir avant validation des études photométriques correspondantes.

2.5.7 Validations et visas gestionnaires (EP / SLT)

Les documents d'exécution relatifs aux installations d'Éclairage Public (EP) et de Signalisation Lumineuse Tricolore (SLT) sont soumis aux validations énoncées ci-après. Ces validations constituent des pré-requis stricts à toute mise en production, approvisionnement, installation ou mise sous tension des ouvrages concernés.
Les visas et avis obtenus ne déchargent en aucun cas le Titulaire de ses obligations de conformité réglementaire et contractuelle.

2.5.7.1 Champ des documents soumis à visa / avis

Sont concernés par les validations du présent paragraphe l'ensemble des EXE produits dans les familles :

- EP :
  - plans d'exécution EP,
  - notes de calcul (câbles, massifs, protections, armoires),
  - études photométriques (EN 13201) et choix des optiques,
  - schémas d'armoires, bilans de puissance, nomenclatures,
  - fiches d'agrément luminaires, supports, drivers, crosses, etc.
- SLT :
  - plans d'implantation et schémas d'interconnexion R11/R12/R12m,
  - numérotation des lignes de feux,
  - notes de calcul SLT (NF P 99-200),
  - études de sonorisation (XP S 32-002 / NF P 99-200),
  - fiches d'agrément SLT (lanternes, optiques, visières, modules sonores).

Ces documents sont produits en version Pour Avis, puis en version Pour Visa, conformément au processus décrit au §2.5.1 et au CCTP Général – Chapitre 4.

2.5.7.2 Visa Maîtrise d'Œuvre (MOE)

La Maîtrise d'Œuvre réalise une analyse technique de l'ensemble des documents EXE EP/SLT, incluant :

- cohérence interne des documents,
- conformité aux normes applicables (NF C 15-100, NF C 17-200, NF P 99-200, EN 13201),
- conformité aux prescriptions du CCTP,
- cohérence avec les autres lots (tranchées, chambres, fourreaux, phasages),
- compatibilité avec les dispositifs de pilotage DMX,
- intégration dans les phases successives du chantier.

Le Visa "Bon Pour Exécution" (BPE) de la MOE est impératif avant tout début de travaux sur le périmètre concerné.

Aucun document non visé ne peut être utilisé pour l'exécution.

2.5.7.3 Avis / Visa du gestionnaire EP

Selon les procédures en vigueur sur la commune et les exigences du gestionnaire EP, le Titulaire soumet pour validation :

- les luminaires, leurs optiques et drivers associés,
- les supports (mâts, colonnes, crosses),
- les notes de calcul électriques et massifs,
- les schémas d'armoire EP et bilans de puissance,
- les études photométriques sectorielles.

Le gestionnaire EP peut exiger :

- des compléments techniques,
- des essais ou démonstrations,
- des choix alternatifs de matériels.

Les observations du gestionnaire doivent être intégrées dans les documents EXE.

2.5.7.4 Avis / Visa du gestionnaire SLT et du CD93

Pour les ouvrages de signalisation lumineuse tricolore, le Titulaire obtient les validations du gestionnaire SLT (ex. CD93 ou entité désignée), conformément aux usages locaux et aux prescriptions de la NF P 99-200.

Sont soumis à validation :

- plans d'implantation SLT,
- schémas électriques, repérages, numérotations de lignes de feux,
- notes de calcul SLT,
- études de sonorisation (niveau sonore, couloir acoustique, orientations),
- matériels et accessoires (IK, IP, performances optiques).

Aucune implantation, déplacement, bascule ou mise en service SLT ne peut avoir lieu sans avis du gestionnaire.

2.5.7.5 Validations croisées EP / SLT

Lorsque des équipements EP et SLT sont mutualisés (supports communs, armoires intégrées ou câbles partagés), les documents EXE correspondants doivent :

- être validés par les deux gestionnaires,
- garantir l'absence de perturbation mutuelle (CEM, circuits de commande),
- assurer une lisibilité parfaite des responsabilités (répartition EP/SLT),
- respecter les limites de prestation du LDP.

2.5.7.6 Intégration des observations et gestion des révisions

Le Titulaire :

- intègre l'ensemble des observations MOE/MOA/gestionnaires dans les révisions EXE,
- transmet les versions corrigées pour visa final,
- met à jour l'ensemble des plans, schémas, notes de calcul et tableaux impactés,
- maintient une traçabilité complète des révisions (indices, dates, versions).

Aucune version partielle ou incomplète ne sera acceptée pour visa.

2.5.7.7 Opposabilité et portée des visas

Les documents visés :

- deviennent référentiels opposables à l'exécution,
- engagent le Titulaire sur leur conformité,
- sont repris intégralement dans le DOE.

Toute divergence entre les travaux exécutés et les EXE visés devra être corrigée à la charge exclusive du Titulaire.

2.5.8 Dossier ENEDIS R32325 (EXE BT – Visa obligatoire)

Le présent paragraphe définit les obligations du Titulaire concernant la constitution, le dépôt, le suivi et l'obtention du visa préalable ENEDIS du dossier technique R323-25, nécessaire à toute mise en service des installations basse tension relevant du périmètre du Lot 3 – Éclairage Public / BT / SLT.

Aucun tirage de câble BT, aucune mise sous tension et aucune mise en service ne peut intervenir sans obtention du visa "Bon pour Exécution" d'ENEDIS.

Cette exigence est impérative et opposable.

2.5.8.1 Objet et champ d'application

Le Dossier R323-25 couvre l'ensemble des installations BT relevant du présent lot, notamment :

- alimentation des armoires EP,
- alimentations BT d'équipements tiers implantés dans l'espace public (bornes motorisées, IRVE vélos, dispositifs lumineux dédiés…),
- alimentations et circuits BT associés aux équipements SLT lorsque présents dans les mêmes enveloppes,
- l'ensemble des câbles BT tirés dans les fourreaux installés par le Lot Principal (Lot 1 dans l'emprise A, Lot 2 dans l'emprise B).

Toutes ces installations sont soumises au visa ENEDIS avant mise en service.

2.5.8.2 Références contractuelles et interfaces

Les documents de référence et interfaces sont :

- CCTP Lot 3 – Éclairage / BT,
- Tableau des Limites de Prestations (LDP),
- CCTP Général – procédures EXE, visas et coordination,
- ENEDIS : destinataire, autorité de visa et exécutant du raccordement,
- Lot Principal (Lot 1 dans l'emprise A, Lot 2 dans l'emprise B) : tranchées, fourreaux, chambres, émergences (coordination PMDR / PPC).

Le Titulaire assure la cohérence de ses EXE avec l'avancement VRD et les réservations livrées.

2.5.8.3 Contenu minimal obligatoire du dossier R32325

Le dossier R323-25 remis par le Titulaire à la MOE (puis à ENEDIS après visa interne) comprend au minimum :

- a) Plans BT
  - plans d'implantation et de câblage BT (armoires/coffrets, cheminements, réservations, émergences Lot 1 ou Lot 2),
  - repérage des circuits, fourreaux et départs.
- b) Schémas électriques complets
  - schémas unifilaires et multifilaires,
  - repérage des protections, DDR, jeux de barres, borniers, sélectivité thermique et différentielle.
- c) Notes de calcul BT

Conformément à la NF C 15-100 :

  - sections, longueurs et chutes de tension,
  - ICC et sélectivité,
  - bilans de puissance par armoire/coffret.
- d) Fiches d'équipements BT
  - armoires, coffrets BT, dispositifs de télérepport,
  - compatibilité Classe II, repérages, références installées.

- e) Plan de phasage des travaux BT
  - compatibilité avec tranchées Lot 1 ou Lot 2,
  - éventuelles bascules provisoires,
  - jalons de raccordement ENEDIS.
- f) Tableaux de repérage
  - tableaux câble ↔ circuit ↔ borniers ↔ protections.
- g) Coordination avec l'éclairage
  - alimentations armoires EP et éventuelles fonctions de télégestion associées,
  - compatibilité avec dispositifs Wizard/DMX lorsque partagé en BT.

2.5.8.4 Processus de visa et responsabilités

- a) Visa interne préalable MOE

Le Titulaire transmet l'intégralité du dossier en versions Pour Avis / Pour Visa à la MOE.
Une fois les observations levées, la MOE autorise la transmission à ENEDIS.

- b) Dépôt et suivi auprès d'ENEDIS

Le Titulaire :

  - dépose le dossier R323-25 selon les formats et procédures ENEDIS,
  - assure le suivi jusqu'à obtention du visa "Bon pour Exécution",
  - transmet immédiatement à la MOE/MOA toute observation ou demande de complément,
  - met à jour les documents EXE en conséquence.

- c) Interdictions

Aucune des opérations suivantes n'est autorisée avant visa ENEDIS :

  - tirage des câbles BT,
  - essais BT sous tension,
  - mise en service des circuits BT.

- d) Raccordements au réseau public

Les raccordements au réseau ENEDIS sont exclusivement réalisés par ENEDIS.
Le Titulaire prépare les installations pour ces rendez-vous (isolement, continuités, repérages, protections).

2.5.8.5 Formats, données et délais

Le Titulaire remet :

- plans en formats DAO + PDF,
- schémas en PDF,
- calculs en PDF,
- tableaux en formats tableur,
- géoréférencement lorsque requis par ENEDIS.

Les délais de remise et de révision du dossier R323-25 doivent permettre :

- la prise en compte du phasage VRD (Lot 1 ou Lot 2),
- la programmation des raccordements,
- la disponibilité des ouvrages pour mise en service dans les délais du chantier.

2.5.8.6 Coordination avec les Lots Principaux et autres lots

Le Titulaire fournit aux Lots Principaux de chaque emprise (Lot 1 dans l'emprise A et Lot 2 dans l'emprise B) toute donnée nécessaire à la réalisation des ouvrages VRD :

- tracés BT, diamètres et typologies de fourreaux, profondeurs, réservations,
- localisation des émergences.

Les Lots 1 ou 2 exécutent tranchées, fourreaux et réfections ;
Le Lot 3 tire les câbles BT une fois les fourreaux livrés.
Les câbles de terre (valeur ≤ 10 Ω) et liaisons équipotentielles relèvent du Lot 3.

2.5.8.7 Contrôles, essais et réception liés au dossier R32325

Avant raccordement ENEDIS, le Titulaire réalise :

- contrôles d'isolement et de continuité,
- vérification des repérages,
- conformité aux schémas du dossier visé.

Après raccordement ENEDIS :

- essais BT réglementaires (NF C 15-100),
- mesures terre, DDR, tensions/intensités,
- PV remis MOE/MOA et intégrés au DOE.

Les essais d'éclairage / SLT (photométrie, SLT, Wizard, DMX) relèvent des chapitres 4 et 5.

2.5.8.8 Non-conformités et sanctions

En cas de retour négatif ENEDIS imputable au Titulaire :

- celui-ci corrige et redépose le dossier, sans surcoût ni délai supplémentaire pour la MOA ;
- tout retard sur la mise en service lié à un défaut du dossier est imputable au Titulaire, sans préjudice des pénalités prévues au CCAP.

2.5.8.9 Intégration du dossier R32325 au DOE

Le Titulaire intègre au DOE final :

- le dossier R323-25 visé "Bon pour Exécution",
- les schémas et notes de calcul définitifs,
- les bilans BT,
- les PV d'essais BT,
- la cartographie et les repérages définitifs des câbles BT.

2.5.9 Intégration des EXE au phasage et aux dispositifs transitoires

Les études d'exécution du Lot n°3 – Éclairage Public / Basse Tension / Signalisation Lumineuse Tricolore doivent être élaborées de manière compatible avec le phasage opérationnel du chantier, tel que défini dans les documents organisationnels du marché (PPC, PBS, PMDR, ROUC de phase) pilotés par les Lots 1 et 2 et la Maîtrise d'Œuvre.

Les EXE doivent intégrer nativement toutes les contraintes de phasage, d'emprises et de dispositifs transitoires, de manière à ce que les ouvrages EP / BT / SLT puissent être implantés, déplacés, mis en attente ou activés en fonction des bascules successives du chantier.

Cette exigence est impérative : aucun document EXE ne sera visé s'il n'intègre pas ces contraintes.

2.5.9.1 Compatibilité avec les phasages VRD (PPC / PBS / PMDR)

Les EXE EP / BT / SLT doivent être établis en prenant en compte :

- les phasages généraux communiqués par le Lot 1 ou le Lot 2 (PPC),
- les plans de bascule et micro-phasages (PBS),
- le programme de mise à disposition des ressources (PMDR),
- les limitations temporaires d'accès, de tranchées ou d'emprises successives.

Le Titulaire intègre ces données dès la production des versions Pour Avis, puis adapte ses EXE à chaque évolution validée en ROUC de phase.

2.5.9.2 Positionnements provisoires des équipements EP / SLT

Lorsque le chantier nécessite le déplacement, la dépose/repose ou le maintien temporaire de mobiliers EP ou SLT, le Titulaire doit intégrer dans ses EXE :

- les implantations provisoires des supports et signaux,
- les alignements temporaires, hauteurs et orientations nécessaires,
- les niveaux d'éclairement exigés en phase transitoire (sur la base des études photométriques adaptées),
- les positions provisoires des modules SLT (y compris modules sonores),
- les contraintes de visibilité, lisibilité et sécurité pour les usagers.

Ces document EXE provisoires sont soumis à validation MOE/MOA et, pour le SLT, au gestionnaire compétent (ex. CD93 le cas échéant).

2.5.9.3 Cheminements EP / BT / SLT dans les emprises VRD en cours de travaux

Les EXE doivent intégrer les conditions réelles du chantier VRD :

- fourreaux disponibles ou non encore livrés,
- émergences différées ou déplacées,
- contraintes liées à la réalisation successive des voiries, trottoirs, chambres et réseaux secs,
- impossibilités temporaires de tirage,
- zones où les cheminements doivent être mis en attente dans des conditions sécurisées (protection / surélévation / dévoiement provisoire).

Le Titulaire propose, lorsque nécessaire, des cheminements transitoires, compatibles avec les exigences du projet et les règles de sécurité.

2.5.9.4 Coupures, bascules et reconfigurations provisoires (SLT / EP / BT)

Les EXE doivent intégrer toutes les opérations prévisionnelles de :

- coupures temporaires (éclairage ou alimentation BT),
- bascules de circuits,
- reconfigurations de carrefours SLT,
- dévoiements d'alimentation,
- neutralisations ou remises en service provisoires.

Pour chaque bascule prévue :

- le Titulaire fournit les plans et schémas correspondants,
- indique la continuité de service assurée,
- fournit l'analyse technique des impacts EP/SLT,
- propose les protections et sécurisations intermédiaires nécessaires.

Aucune bascule ne peut intervenir sans validation EXE préalable par la MOE (et gestionnaire SLT si applicable).

2.5.9.5 Intégration des contraintes de coactivité

Les EXE doivent refléter :

- les zones de coactivité avec les autres lots,
- les restrictions de pose de supports et armoires en zones non stabilisées,
- les contraintes liées aux interventions des concessionnaires (ENEDIS…),
- les zones où les réseaux EP / SLT ne peuvent être posés qu'après finalisation VRD.

Les plans doivent clairement distinguer :

- ce qui est faisable en phase,
- ce qui est différé à la phase suivante,
- ce qui nécessite une implantation provisoire.

2.5.9.6 Mise à jour permanente des EXE selon les ROUC de phase

À chaque validation d'un ROUC de phase, le Titulaire :

1. vérifie l'impact sur ses documents EXE,
2. met à jour les plans, schémas et notes de calcul affectés,
3. transmet les versions révisées pour Avis / Visa,
4. assure la cohérence documentaire entre phases successives.

Ces mises à jour sont intégrées dans le tracking EXE et, en fin de chantier, dans la constitution du DOE.

2.5.10 Délais et modalités de remise des études d'exécution

Le Titulaire est tenu de remettre l'ensemble des documents d'exécution EP/BT selon les modalités, séquences et délais décrits dans le présent paragraphe, en conformité avec les exigences du CCTP Général – Chapitre 4 (production, visas, indexation) et avec le planning d'exécution approuvé en période de préparation.

Ces dispositions sont impératives et conditionnent :

- l'ordonnancement des travaux,

- les validations MOE/MOA/gestionnaires,
- l'autorisation d'exécuter les ouvrages et d'engager les approvisionnements.

2.5.10.1 Planning de production des EXE

Le Titulaire remet, en période de préparation, un planning détaillé de production des EXE, indiquant pour chaque famille d'études (EP, BT, SLT, photométrie, sonorisation, Wizard/DMX) :

- les dates de remise des versions Pour Avis,
- les dates de remise des versions Pour Visa,
- les délais de prise en compte des observations,
- les dates cibles d'obtention des validations gestionnaires (EP, SLT, ENEDIS),
- les jalons nécessaires au respect du planning général de chantier.

Ce planning, validé par la MOE, est opposable au Titulaire.

2.5.10.2 Remise des documents EXE (Pour Avis → Pour Visa)

Pour chaque document listé au §2.5, la remise s'effectue en deux étapes :

- a) Remise en version "Pour Avis"
  - Analyse technique préliminaire par la MOE.
  - Réponse consolidée formulée dans les délais contractuels.
  - Intégration des observations par le Titulaire.
- b) Remise en version "Pour Visa"
  - Transmission des documents révisés, complets et cohérents.
  - Vérification par la MOE du respect des prescriptions du CCTP.
  - Validation formelle permettant leur utilisation en chantier.

Aucun document ne peut être transmis en "Pour Visa" sans prise en compte préalable des observations formulées en "Pour Avis".

2.5.10.3 Interdiction d'exécution sans document visé

Aucun des documents suivants ne peut être utilisé pour l'exécution tant que le visa n'a pas été délivré :

- plans d'implantation EP/BT,
- schémas électriques unifilaires / multifilaires,
- notes de calcul EP/BT,
- études photométriques,
- études de sonorisation,
- plans consolidés et bilans de puissance,
- livrables Wizard/DMX (adressages, scénarios, scripts),
- dossier ENEDIS R323-25.

Toute exécution fondée sur un document non visé est réputée être aux risques et frais du Titulaire, y compris les remises en conformité et les impacts planning.

2.5.10.4 Contraintes de phasage et documents à remettre avant travaux

Avant le démarrage des travaux de chaque secteur ou sous-secteur, le Titulaire remet :

- la totalité des EXE relatifs au périmètre concerné, visés « Bon pour Exécution »,
- les plans prévisionnels des positions provisoires EP/SLT,
- les études et calculs nécessaires au maintien des niveaux d'éclairement en phase transitoire,
- les documents de coordination avec le Lot Principal de chaque emprise (Lot 1 dans l'emprise A, Lot 2 dans l'emprise B) pour les tranchées, fourreaux, chambres et émergences.

Aucun lancement de travaux n'est autorisé tant que l'ensemble de ces éléments n'a pas reçu le visa requis.

2.5.10.5 Mise à jour, révisions et indexation

Le Titulaire assure la mise à jour continue des EXE :

- intégration immédiate des observations MOE/MOA/gestionnaires,
- mise à jour des plans, schémas, notes et tableaux impactés,
- révision systématique des documents présentant un impact sur plusieurs familles (EP/BT),

- gestion rigoureuse des indices (A, B, C…) et diffusion contrôlée des versions en vigueur.

Aucune version partielle, ambiguë ou non indexée ne sera acceptée.

2.5.10.6 Modalités de diffusion

Le Titulaire remet les documents EXE en :

- PDF, pour avis, visa et archivage,
- format source natif (DWG, XLSX, formats Wizard/DMX/DALI, fichiers calculateurs) pour contrôle technique,
- formats complémentaires requis par les gestionnaires (ENEDIS, EP, SLT),
- fichiers compressés ou plateformes collaboratives validées par la MOE.

Chaque remise inclut un bordereau listant :

- les documents transmis,
- leur indice,
- leur statut (Pour Avis / Pour Visa / Validé),
- leur périmètre d'application (secteur / sous-secteur / armoire / circuit).

2.5.10.7 Non-respect des délais de remise

Tout retard dans la remise des EXE par rapport au planning validé engage la responsabilité du Titulaire et peut entraîner :

- blocage des travaux sur les zones concernées,
- impossibilité d'approvisionnement ou de réservation réseau,
- décalage de bascules de phase,
- pénalités contractuelles prévues au CCAP.

Le Titulaire demeure seul responsable des conséquences sur le planning général du chantier.

2.5.11 Documents à fournir en période de préparation

Durant la période de préparation, le Titulaire remet à la Maîtrise d'Œuvre l'ensemble des documents nécessaires au démarrage opérationnel du chantier ainsi qu'à l'organisation des études d'exécution EP/BT.

Ces documents constituent des prérequis indispensables au lancement des travaux et à la planification des phases successives.

Ils sont produits conformément aux dispositions du §2.5.1, du CCTP Général – Chapitre 4, et aux exigences spécifiques du présent lot.

2.5.11.1 Documents d'organisation générale

Le Titulaire transmet :

- Le calendrier général d'exécution, incluant les jalons EXE, validations gestionnaires, dates cibles de bascules et de mises en service.
- Le programme détaillé de production des études d'exécution, indiquant :
  - les dates de remise des versions "Pour Avis" et "Pour Visa",
  - les délais de traitement des observations,
  - les spécificités EP/BT et les interactions avec le Lot 1 ou le Lot 2.
- Les fiches procédures internes, décrivant les étapes de validation, d'auto-contrôle et de diffusion documentaire.

2.5.11.2 Documents techniques préparatoires

Avant tout démarrage d'exécution, le Titulaire fournit :

- Les demandes d'agréments de matériels incluant luminaires, supports, drivers, armoires, lanternes, modules sonores et accessoires.
- Les bordereaux d'approvisionnement des matériels prévus, indiquant quantités, références, délais et conditions de stockage.
- Les dispositions particulières de stockage et de gestion des matériels sur chantier : zones dédiées, protection en attente, conditions de manutention et de sécurité.
- Les plans généraux d'installations EP / BT, intégrant les éléments nécessaires à la coordination tous corps d'état (réservations, émergences, accès, contraintes géométriques).

2.5.11.3 Documents techniques préalables aux EXE définitifs

Lorsque requis par le Maître d'Œuvre, le Titulaire remet également :

- les premières études photométriques, par secteur, permettant de valider les principes d'implantation et de niveaux d'éclairement ;
- les premières notes de calculs (EP/BT) relatives aux ouvrages sensibles (massifs, câbles, protections, circuits SLT) ;
- toute information complémentaire utile à la coordination inter-lots (fourreaux, altimétries, contraintes d'accès, hauteurs, orientations, niveaux).

Aucune installation anticipée ne peut être engagée avant validation préalable de ces documents.

2.5.11.4 Conditions d'acceptation et opposabilité

Les documents remis durant la période de préparation :

- sont analysés par la MOE,
- peuvent faire l'objet de demandes de compléments, corrections ou ajustements,
- constituent la base de référence pour la production des EXE "Pour Avis", puis "Pour Visa".

Toute exécution débutée sans que ces documents aient été remis et validés reste sous la responsabilité exclusive du Titulaire, y compris en cas de reprise ou de replanification.

2.5.12 Démarches et autorisations (DT/DICT, exploitants de réseaux, AIPR)

Les démarches administratives et réglementaires préalables à l'exécution des travaux du Lot 3 – Éclairage Public / Basse Tension / Signalisation Lumineuse Tricolore relèvent de la responsabilité exclusive du Titulaire.
Elles s'appliquent en complément direct des obligations définies au CCTP Général – §2.2 "DT/DICT & réseaux", auquel il est expressément renvoyé pour le cadre général, les responsabilités légales et la procédure.
Le présent paragraphe précise les exigences spécifiques applicables aux études d'exécution (EXE) du Lot 3.

2.5.12.1 Déclarations réglementaires (DT / DICT)

Le Titulaire réalise l'ensemble des démarches liées :

- aux Déclarations de Travaux (DT),
- aux Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux (DICT),
- aux échanges avec les exploitants de réseaux concernés (ENEDIS, télécoms, SIARCE (assainissement), GPS (AEP et RCU), SLT, etc.),
- aux demandes d'informations complémentaires, rendez-vous réseaux et investigations complémentaires éventuelles.

Les éléments recueillis doivent être intégrés dans les études d'exécution : tracés réels, servitudes, contraintes d'accès, protections réseau, distances de sécurité, réservations à prévoir.
Aucun EXE ne peut être remis "Pour Visa" si les résultats DT/DICT ne sont pas pleinement intégrés.

2.5.12.2 Obligations relatives à l'AIPR

Le Titulaire garantit que :

- tous les personnels intervenant à proximité de réseaux,
- les encadrants,
- les opérateurs,
- ainsi que toute personne chargée de l'implantation ou de la reconnaissance des réseaux,

sont titulaires d'une AIPR valide, conformément à la réglementation en vigueur et aux prescriptions du CCTP Général.
Les justificatifs sont fournis à la MOE sur demande.

2.5.12.3 Relations avec les exploitants de réseaux

Le Titulaire assure :

- les échanges techniques avec les exploitants identifiés dans les DT/DICT,
- la transmission des plans, EXE et phasages impactant leurs ouvrages,
- la préparation des interventions, visites ou contrôles d'exploitation,

- la prise en compte des prescriptions particulières imposées (profondeurs, fourreaux spécifiques, distances réglementaires, protections mécaniques, blindages…).

Ces interactions doivent être tracées et intégrées aux études d'exécution EP/BT.

2.5.12.4 Coordination avec les démarches spécifiques du Lot 3

Le Titulaire met en cohérence les démarches réglementaires avec :

- le dossier ENEDIS R323-25 décrit au §2.5.8 (déclaration obligatoire BT),
- les validations gestionnaires EP et SLT (§2.5.7),
- les besoins de bascules provisoires, déposes/reposes ou repositionnements de mobiliers SLT,
- les travaux VRD du Lot Principal – Lot 1 dans l'emprise A, Lot 2 dans l'emprise B (tranchées, fourreaux, chambres, PMDR).

Toute incohérence identifiée entre les retours réseaux et les EXE doit être immédiatement corrigée.

2.5.12.5 Reconnaissances et sécurisation des réseaux

Avant production des EXE définitifs, le Titulaire :

- réalise les reconnaissances de terrain nécessaires (repérage d'affleurants, géolocalisation, inspections visuelles),
- confirme la présence et la position des réseaux sensibles,
- identifie les zones à risque nécessitant des méthodes particulières (aspiration, hydrolavage, terrassement léger),
- transmet à la MOE tout écart entre plans de réseaux et réalité constatée.

Ces éléments doivent être intégrés dans les plans EP/BT, notes de calcul, tracés de fourreaux et séquences de chantier.

2.5.12.6 Opposabilité et responsabilités

Les démarches et autorisations décrites ci-avant constituent des pré-requis à la validité des études d'exécution.
Le Titulaire demeure seul responsable :

- du dépôt et du suivi des DT/DICT,
- de la conformité de ses EXE aux prescriptions des exploitants,
- des mesures de prévention et de sécurité,
- des dommages éventuels aux réseaux tiers,
- des retards induits par l'absence ou la non-prise en compte de ces démarches.

Aucune demande de compensation ou de délai supplémentaire ne sera recevable en cas de manquement.

2.6 Gestion des travaux de nuit

Voir CCTP Général, §2.4.5.

2.7 Remise en état / constat initial / remise des lieux

Voir CCTP Général, §3.4.4 (Constat d'huissier) et §5.3 (Libération / restitution des emprises).
Ces dispositions s'appliquent intégralement au Titulaire du présent lot et définissent les conditions générales de constat initial, de remise des lieux, de nettoyage, de propreté, de sécurisation et de restitution.
En complément de ces prescriptions transversales, le Titulaire du Lot 3 – Éclairage / BT / SLT doit fournir les éléments spécifiques suivants relatifs aux ouvrages et installations dont il a la charge :

2.7.1 Nettoyage et remise en état des ouvrages du Lot 3

Avant toute demande de réception partielle ou finale, le Titulaire réalise un nettoyage complet et soigné des ouvrages d'éclairage public et de signalisation lumineuse tricolore, incluant notamment :

- L'enlèvement de toutes protections temporaires, emballages ou résidus issus de la pose des luminaires, armoires, coffrets ou mâts ;
- La vérification visuelle de la propreté des supports, lanternes, crosses, optiques LED, modules sonores et boîtiers associés ;
- La suppression des étiquettes provisoires et des repères de chantier non requis au DOE ;

- La mise en conformité des accès trappes / portes de visite et la fermeture sécurisée de l'ensemble des enveloppes EP et SLT.

Ces prestations viennent en complément du nettoyage général prévu au CCTP Général, notamment pour la libération d'emprise et l'ouverture au public.

2.7.2 Documents techniques pour la remise des ouvrages EP / BT / SLT

Avant toute demande de réception, le Titulaire transmet au Maître d'Œuvre l'ensemble des pièces techniques spécifiques suivantes :

- Les plans de récolement EP / BT / SLT, consolidés à partir des EXE visés ;
- Les récolements des numéros de lignes de feux, repérages circuits, hauteurs de pose, puissances et affectations électriques ;
- Les fiches de réglage ou paramétrage, lorsque nécessaire (drivers, dispositifs de gradation, modules sonores) ;
- L'ensemble des fiches d'agrément matériel mises à jour ;
- Les preuves des mesures de terre et contrôles réglementaires associés aux supports EP et SLT.

Ces documents complètent le DOE tel que décrit dans le CCTP Général, Chapitre 6.

2.7.3 Restitution des installations provisoires et sécurisation des ouvrages définitifs

Lorsque des dispositifs provisoires (déposes / reposes, déplacements temporaires de signaux, éclairage transitoire, raccordements provisoires) ont été réalisés dans le cadre du phasage, le Titulaire :

- Procède à leur dépose propre et sécurisée lorsque la phase n'en nécessite plus l'usage ;
- Remet en état les supports, câbles, têtes de câbles et boîtiers ayant pu être mobilisés ;
- Vérifie la continuité de service des circuits définitifs après retrait des dispositifs provisoires ;
- Assure la neutralisation ou la condamnation de toute gaine, fourreau, câble ou dérivation rendus inutiles.

2.7.4 Constat initial d'ouvrages ou équipements existants (EP / SLT)

Lorsque le Titulaire intervient sur ou à proximité d'ouvrages d'éclairage public ou de SLT existants et conservés, il peut, en complément du constat général prévu au §3.4.4 du CCTP Général :

- Demander un état initial contradictoire des équipements existants (mâts, signaux, armoires, luminaires), afin d'éviter toute ambiguïté lors de la restitution ;
- Signaler à la MOE et au gestionnaire toute anomalie préexistante (corrosion, défaut mécanique, câblage dégradé, trappe endommagée), constatée avant intervention.

En cas d'absence de constat spécifique, les matériels sont réputés remis au Titulaire en bon état initial, conformément aux règles du CCTP Général, §3.4.4.

2.7.5 Défaillance ou non-conformité du Titulaire

En cas de défaillance du Titulaire dans l'exécution des remises en état spécifiques EP/BT, le Maître d'Ouvrage peut faire exécuter les prestations par une entreprise tierce, aux frais du Titulaire, conformément au CCTP Général §3.4.4.

2.8 Tableau des responsabilités (RACI)

Le présent tableau synthétise la répartition des rôles pour les prestations du Lot 3 (EP/BT), en cohérence avec les renvois au CCTP Général (phasage, ROC, PBS, PMDR) et les prescriptions spécifiques du présent CCTP. Les visas/avis ne déchargent pas le Titulaire de ses obligations de conformité. Les responsabilités détaillées restent celles des articles du CCTP ; le tableau sert de guide opérationnel

Légende : Rea = Réalise · Res = Responsable · C = Consulté/visa) · I = Informé

Thème / Prestation	Lot 1 ou 2	Lot 3 – EP/BT	MOE	Gestionnaire EP / Exploitant SLT	Bureau de contrôle / CONSUEL
1.Éclairage & SLT provisoires (chantier)	REA/RES	C	C	C/I	I
2.Fourreaux en tranchée (EP/SLT)	REA/RES	C/RES	C	I	I
3. Réception du GC EP/SLT avant câblage	REA	RES	C	I	I
4.Massifs d'ancrage EP	I	REA/RES	C	I	C
5.Câblage EP (tirage, têtes, repères)	I	REA/RES	C	C (avis techniques)	C/RES
6.Câblage SLT (sections, liaisons)	I	REA/RES	C	C (audit carrefours)	I
7.Armoires EP (fourniture / équipement / TG)	I	REA/RES	C	C (visa si requis)	C/RES
8.Armoires / Coffrets BT	I	REA/RES	C	I	C/RES
9.Matériels SLT (mâts, R11/R12/R12m, modules sonores)	I	REA/RES	C	C/RES (audit/validation)	I
10.Réglages & essais EP (photométrie, mesures)	I	REA/RES	C	C	C/RES
11.Contrôles SLT (audit carrefour)	I	REA (commande/coord.)	C	RES (audit/validation)	I
12.DOE EP (récolements, schémas, nomenclatures)	I	REA/RES	C	C (formats/avis)	I
13.DOE SLT (dossiers carrefour, réglages)	I	REA/RES	C	C/RES (exigences d'exploitation)	I
14. Câbles de terre EP/BT (fourniture, déroulage, continuité)	REA (déroulage)	REA/RES (fourniture et contrôle)	C	I	C
15. Télégestion éclairage (Whizard et Paramétrage)	I	REA/RES	C	C/RES	I
16. Interfaces mise en service provisoire / phasage livraison	C/I	REA/RES	C	C	I
17. Interfaces raccordement ENEDIS	I	RES	C	I REA/RES (ENEDIS)	I

18. Réception du GC EP avant câblage	REA	RES	C	I	I
19. Dépose des équipements EP/SLT existants	REA/RES	C/I	C	C/I	I
20.Eclairage & SLT provisoires (chantier	REA/RES	C/I	C	C/I	I
21. Plans EXE et réception exploitant EP	I	REA	C	RES	I
22. Interfaces EP/VP/SLT	C	REA/RES	C	C/RES	I

3 EXIGENCES TECHNIQUES / SPECIFICATIONS DES MATERIAUX ET PRODUITS

3.1 Agréments des matériaux et des fournitures

Chacune des fournitures utilisées sur le chantier devra répondre aux normes AFNOR et européennes en vigueur au moment de la réalisation.
L'entrepreneur soumettra au Maître d'œuvre les fiches techniques et des échantillons des matériaux qu'il utilisera pour le présent marché, ainsi que les normes auxquelles ils se réfèrent.
Il fournira également les résultats des analyses qualitatives de ces matériaux réalisés auprès d'un laboratoire certifié.
L'agrément du matériau sera donné dans les quinze jours ouvrables suivant la réception des échantillons et des analyses correspondantes.
Aucun accord ne sera donné à l'entrepreneur sur l'emploi des fournitures si celles-ci ne sont pas normalisées et si les résultats des essais effectués ne sont pas satisfaisants.
Dans le cas de produits manufacturés, l'agrément des dits produits au regard de la norme sera produit et les conditions de pose et d'usage seront respectées, sans modification.

3.2 Equivalences

Les variantes en matière d'appareils et de supports ne sont pas admises : l'entreprise attributaire du lot s'y engage par l'offre qu'elle propose, la non-satisfaction de ce critère entraîne un rejet de l'offre.
Le respect du design du projet d'éclairage est un impératif auquel il est exclu de déroger.

On entend en revanche par équivalence des solutions qui sont conformes aux spécificités et aux détails du projet d'éclairage sur le plan esthétique et technique des supports comme des appareils (températures de couleurs, répartition des sources lumineuses propriétés photométriques, etc.)
Les matériels d'éclairage, les supports et les organes de contrôle ont fait l'objet d'un choix basé sur les données techniques, d'économie, d'exploitation et de respect du parti urbain. En conséquence, les dispositions retenues qui ont été étudiées en coordination étroite avec les autres lots ne doivent pas être remises en cause par le soumissionnaire.

Le soumissionnaire peut proposer d'autres marques de son choix, de qualités et de performances équivalentes à celles citées dans le dossier de consultation à condition que celles-ci soient annexées à l'offre de l'entreprise avec une étude technique structurelle et photométrique satisfaisante, pour examen par l'architecte et le maître d'œuvre avant signature du marché. Ils apprécient s'il y a concordance et équivalence avec les prescriptions des pièces du marché et dans le cas contraire, se réservent le droit d'exiger les marques et types citées dans le dossier de consultation.

3.3 Echantillons essais

3.3.1 Généralités

La présentation d'échantillons fait explicitement partie du présent marché et est un préalable à toute commande de matériel. A charge de l'entreprise de prévoir :

- L'ensemble des moyens humains et matériels et nécessaires à la présentation diurne et nocturne des échantillons
- Les impacts sur le planning : délais nécessaires d'études et d'approvisionnement, de présentations et d'essais
- Tous les appareils sont à fournir en échantillon de même que des échantillons de finition sur support métallique format A4 minium.

Ils doivent faire l'objet d'une présentation sur le site du projet de jour et de nuit, en présence du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre pour validation conjointe avec les autres équipements ou mobiliers du projet.
Les supports, fixations ou autre pièces spécifiques peuvent également être demandées (échantillon du matériau par exemple), dans le but d'assurer une cohérence d'ensemble au projet.

Il revient à l'entreprise attributaire de coordonner et d'anticiper la production de ces échantillons avec ceux des autres lots, afin que soit donnée à l'appréciation du maître d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre une vision de l'ensemble des matériaux conjointement sur une zone témoin.

Procédé :

Les appareils seront munis d'un potentiomètre, pour tester leur puissance de fonctionnement à retenir, et d'un mou de câble suffisant afin de faciliter l'orientation des appareils si ceux-ci doivent être réorientés ou déplacés.

Ces appareils devront être en état de marche pour être testés de nuits afin de valider :

- L'aspect général
- Le mode d'implantation définitif
- L'intensité retenue et le confort visuel
- La compatibilité avec les exigences en matière sécurité le cas échéant
- L'accessibilité des dispositifs pour les opérations de maintenance
- Toute autre critère jugé nécessaire par la maîtrise d'ouvrage ou l'exploitant

3.3.2 Liste des échantillons

Sans objet, l'ensemble des matériels d'éclairage étant des matériels catalogue.

3.3.3 Liste des prototypes

Sans objet.

3.4 Harmonisation terminologique et règles d'écriture normalisée

Afin d'assurer la cohérence du présent CCTP et d'éviter toute ambiguïté d'interprétation dans les études d'exécution, la consultation des fournisseurs, les visas gestionnaires et le DOE, les termes et désignations suivants sont utilisés de manière uniforme dans tout le document.

- Classe d'isolement
  Le terme « classe II » désigne exclusivement les équipements répondant aux exigences de double isolation au sens des normes NF C 15-100 et EN 60598. Toute variante d'expression (« double isolation », « équipement double isolé », « isolation renforcée ») est réputée renvoyer strictement à la notion de « classe II ». Les enveloppes d'armoires, coffrets, luminaires, supports, borniers et appareillages prescrits comme « classe II » doivent répondre intégralement à cette exigence.

- Désignations des câbles BT, EP et SLT
  Les dénominations des câbles utilisées dans le présent CCTP sont normalisées comme suit :
  - Câbles d'alimentation BT ou EP : « U1000 R2V » (ou R2V selon usage), complétés par la désignation normalisée de type « nGx mm² ».
  - Câbles souples d'appareillage ou de luminaires : « H07RN-F ».
  - Câbles multipaires torsadés et blindés SLT : « RVFV nG1.5 mm² ».
  - Boucles de détection SLT : câble « KY33 A05 » de section normalisée (1,39 mm²).

  Toute variante typographique (« R2V », « R2V 5G10 », « H07RNF », « KY33 », « RVFV 12G1.5mm² ») renvoie strictement aux désignations ci-dessus.

- Application contractuelle
  Dans les sections ultérieures du présent CCTP, toute occurrence de ces termes — y compris sous une forme abrégée ou légèrement différente — doit être interprétée selon la présente harmonisation. En cas de divergence apparente entre une écriture locale et la présente section, la présente section prévaut contractuellement.

3.5 Massifs et supports

L'entreprise titulaire du présent marché a à sa charge la réalisation des massifs d'ancrage des supports d'éclairage public.

Les massifs seront réalisés en béton conforme à la norme NF EN 206/CN. À titre indicatif, la composition minimale devra être équivalente à :

- ciment : 350 kg/m³ ;
- sable : 400 L ;
- gravillons : 800 L.

Le béton proviendra obligatoirement d'une centrale agréée (NF BPE). La fabrication sur site est interdite.

Le niveau supérieur du massif sera situé entre 0,10 m et 0,15 m sous le niveau du sol fini, sauf prescriptions particulières liées au revêtement.

La fixation du support sera réalisée par des tiges de scellement noyées dans le massif lors du coulage.

Des fourreaux en polyéthylène seront intégrés dans le massif afin de permettre l'alimentation du support.

- Note de calcul (exigence générale)

Pour tous les massifs, le Titulaire fournira systématiquement une note de calcul de dimensionnement comprenant notamment :

- les charges permanentes et d'exploitation ;
- les efforts au vent (NV65 modifiées ou Eurocodes) ;
- les caractéristiques du sol (ou hypothèses justifiées) ;
- les effets des équipements additionnels (luminaires, caméras, panneaux, SLT) ;
- les prescriptions des fabricants (EN 40, notices supports).

La note de calcul est transmise pour visa du Maître d'Œuvre dans le cadre des études d'exécution (§2.5) et intégrée au DOE.

3.5.1 Piquetage des ouvrages

L'implantation des massifs sera réalisée par le Titulaire en coordination avec le Maître d'Œuvre.

Une attention particulière sera portée à :

- la présence de réseaux existants ;
- la proximité des arbres (préservation racinaire).

Les fourreaux suivants seront prévus dans chaque massif :

- 2 fourreaux Ø 63 mm minimum pour l'alimentation (exigence GPS) ;
- 1 fourreau pour la terre ;
- fourreaux positionnés dans l'axe du support.

3.5.2 Massifs de fondation

3.5.2.1 Généralités

Après exécution des fouilles, un béton de propreté sera mis en place.

Les massifs seront :

- ferraillés si nécessaire ;
- coffrés si besoin ;
- coulés en une seule fois ;
- vibrés conformément aux règles de l'art.

La surface supérieure sera parfaitement plane et horizontale.

Les fourreaux seront intégrés au moment du coulage et remonteront d'au moins 1,50 m. Ils seront obturés provisoirement.

Aucun massif ne pourra être implanté au droit d'un réseau existant sans accord préalable du gestionnaire.

3.5.2.2 Dimensionnement

Le dimensionnement des massifs est réalisé par le Titulaire sur la base :

- des règles NV65 modifiées (1999/2000) ou Eurocodes ;
- d'une zone de vent « zone 2 normale » ;

- des caractéristiques géotechniques ;
- des équipements portés.

Les dimensions minimales suivantes devront être respectées (prescriptions GPS) :

- 3,5 à 4,5 m : 0,60 x 0,60 x 0,60 m
- 5 à 6 m : 0,60 x 0,60 x 0,80 m
- 8 à 9 m : 0,60 x 0,60 x 1,00 m
- 10 m : 0,60 x 0,60 x 1,10 m
- 12 m : 0,80 x 0,80 x 1,10 m

Ces valeurs sont des minima.

3.5.2.3 Caractéristiques des bétons

Le béton sera de type :

- C25/30 – XF1 – S3 – Dmax 20 – Cl 0,40.

es matériaux employés seront conformes aux normes en vigueur.

La composition minimale devra rester compatible avec :

- 350 kg de ciment au m³ (exigence GPS indicatif).

3.5.2.4 Exécution

Les massifs seront réalisés sur un sol propre et compacté.

La face supérieure sera soigneusement nivelée et, si nécessaire, ragréée.

Les massifs devront être coulés en une seule opération.

3.5.2.5 Tiges de scellement

Les tiges seront :

- positionnées au moyen d'un gabarit ;
- adaptées aux efforts ;
- équipées d'un écrou, contre-écrou et rondelles.

Elles ne dépasseront pas de plus de 8 cm du massif.

Les filetages seront protégés avant remblaiement (graisse, bouchon ou équivalent).

3.5.2.6 Passage des câbles

L'accès des câbles sera assuré par des fourreaux en PEHD :

- diamètre minimal : 60/72 mm (exigence GPS) ;
- nombre adapté au réseau (généralement 2 pour l'alimentation) ;
- positionnement dans l'axe du support.

Une liaison équipotentielle en cuivre nu 25 mm² sera mise en œuvre.

Pour les supports spécifiques (SLT), une tresse complémentaire pourra être exigée.

3.5.2.7 Massifs préfabriqués

Les massifs préfabriqués sont autorisés sous réserve :

- de conformité normative ;
- d'une note de calcul ;
- de validation en phase EXE.

3.5.2.8 Cas particuliers

En cas de contraintes de sol ou présence de réseaux :

- réalisation de sondages ;

- adaptation des massifs ;
- production d'une note de calcul spécifique.

Si nécessaire, une adaptation de l'implantation pourra entraîner une mise à jour des études photométriques.

Ces adaptations sont réputées incluses dans l'offre.

3.5.2.8.1 Massifs spécifiques

Dans le cas de massifs spéciaux ou de terrains particuliers, le Titulaire fera réaliser des études de sol pour connaître la portance de sol. Un plan explicatif de la réalisation et une note de calcul validée par un Bureau de Contrôle Technique seront demandés au titulaire.

Dans le cas de massif en présence de réseaux existants conservés, le Titulaire fera une demande de déplacement du massif avec réalisation d'un sondage au préalable ou si cela n'est pas possible et suivant le ou les réseaux, le massif sera adapté sur site. Si le déplacement du support est trop important, une nouvelle étude photométrique devra être réalisée et transmise pour validation à la MOE.

Le Titulaire fera une proposition d'adaptation. Il n'y a pas de prix pour rémunérer l'adaptation du massif et sondage mais le Titulaire devra en tenir compte dans son offre de prix.

3.5.2.8.2 Massifs déportés

Le Titulaire pourra être amené à réaliser des massifs déportés suivant la configuration du sous-sol. Il n'y a pas de prix pour rémunérer l'adaptation du massif et sondage mais le Titulaire devra en tenir compte dans son offre de prix.

3.5.2.9 Responsabilité

Le Titulaire est seul responsable :

- du dimensionnement des massifs ;
- de leur bonne exécution ;
- de leur adéquation aux conditions réelles.

Toute non-conformité pourra entraîner la reprise des ouvrages aux frais du Titulaire.

3.6 Câblage EP / BT / SLT

3.6.1 Eclairage

3.6.1.1 Câbles

Les câbles d'alimentation des réseaux d'éclairage public seront conformes aux normes en vigueur, notamment NF C 15-100 et NF C 17-200, ainsi qu'aux prescriptions de la Communauté d'Agglomération Grand Paris Sud (GPS).

Ils présenteront les caractéristiques suivantes :

- Les câbles seront de type U1000 RVFV armés, comportant une armature par double feuillard acier assurant leur protection mécanique.
- Ils seront obligatoirement posés sous fourreaux, mis en œuvre par le lot VRD, avec un seul câble par fourreau, sauf indication contraire des études d'exécution (EXE).
- Les câbles seront équipés d'un dispositif antivol, consistant en un système de blocage des câbles dans les mâts, au niveau de la semelle des candélabres.
- La section minimale des câbles sera de 5G10 mm², et sera systématiquement justifiée par note de calcul (chutes de tension, puissance, protections).
- La tension assignée des câbles sera de 0,6/1 kV.

Les caractéristiques constructives des câbles seront les suivantes :

- âme rigide en cuivre nu (classe 1 ou 2 selon section) ;
- ruban séparateur (facultatif) ;
- isolation en polyéthylène réticulé (PR) ;
- gaine de bourrage le cas échéant ;
- gaine d'étanchéité ;

- armure par feuillards acier ;
- gaine extérieure en PVC noir.

Les températures maximales admissibles à l'âme seront :
- 90°C en régime permanent ;
- 250°C en régime de court-circuit.

Mise en œuvre

Les câbles seront déroulés, posés et raccordés conformément aux règles de l'art et aux prescriptions des fabricants :
- Les cheminements seront réalisés en tranchée sous fourreaux, avec respect des niveaux, alignements et émergences définis aux EXE.
- Le rayon de courbure en pose ne sera pas inférieur à 8 fois le diamètre extérieur du câble (8D).
- Aucun tirage ne devra générer d'efforts susceptibles d'endommager les câbles (respect des abaques fabricants).
- Les câbles devront être en parfait état avant pose ; tout câble endommagé sera refusé et remplacé à la charge du Titulaire.
- Aucune jonction, boîte de dérivation ou raccordement intermédiaire ne sera admis s'il n'est pas explicitement prévu dans les EXE.

Les extrémités des câbles seront :
- protégées par capuchonnage en attente ;
- réalisées avec des systèmes d'étanchéité appropriés (têtes thermorétractables type E3R, E4R, E5R ou équivalent).

Tous les câbles feront l'objet d'un repérage indélébile, conforme aux plans EXE et aux plans de récolement.

3.6.1.2 Raccordement en pied de mât

Les raccordements des câbles d'alimentation des luminaires seront réalisés à l'intérieur des candélabres.
À ce titre, les prescriptions suivantes s'appliquent :
- Les câbles seront raccordés sur des borniers présentant un indice de protection minimal IP447, adaptés à une installation en pied de mât.
- Les bornes de raccordement devront présenter un indice de protection minimal IP2X contre les contacts directs (IPXX conformément aux prescriptions du gestionnaire) et être intégrées dans un dispositif assurant une protection globale adaptée à l'environnement (IP44 minimum recommandé en pied de mât).
- Chaque lanterne devra être équipée d'un dispositif de protection individuel par coupe-circuit approprié, installé dans le candélabre.

Les dispositifs de raccordement devront être compatibles avec les caractéristiques des câbles mis en œuvre et garantir :
- une tenue mécanique et électrique durable,
- une protection contre les infiltrations d'eau et les poussières,
- une accessibilité compatible avec les opérations de maintenance.

L'ensemble devra être conforme aux prescriptions du gestionnaire d'éclairage public (GPS) et validé en phase d'études d'exécution.

3.6.1.3 Conditions de tirage

Les opérations de tirage des câbles devront respecter les prescriptions suivantes :
- Les efforts de traction seront maintenus au niveau le plus faible possible et conformes aux recommandations des fabricants.
- Des dispositifs adaptés (tire-câble, treuil, galets) devront être utilisés afin de limiter les contraintes mécaniques.

3.6.1.4 Température de déroulage

Les matériaux constituants les câbles sont sensibles aux variations de température et peuvent devenir cassants au pliage à froid.
Il est donc interdit de dérouler les câbles lorsque la température ambiante est inférieure à 0°C.
En cas d'impératif (comme dépannage urgent autorisé par le Maître d'Ouvrage), les opérations de déroulage peuvent être entreprises en stockant préalablement, au minimum pendant douze heures, les câbles dans un local chauffé.

3.6.1.5 Rayon de courbure admissible au dévidage

Le rayon de courbure admissible lors du tirage et de la pose sera conforme aux prescriptions fabricants, et en tout état de cause être supérieur ou égal à 8 fois le diamètre extérieur du câble (8D).

3.6.1.6 Câbles de commande et liaisons de pilotage

Les systèmes de pilotage et de commande (Wizard, DMX/RDM, DALI, boutons poussoirs) utilisent des câbles de signal distincts des câbles de puissance.
Les prescriptions suivantes s'appliquent :

- Séparation physique des circuits :
  - Les liaisons de commande (DMX, DALI, retours BP, bus de communication) doivent être posées dans des fourreaux dédiés, physiquement séparés des circuits de puissance BT afin d'éviter tout couplage inductif ou perturbation CEM.
- DMX / RDM (le cas échéant)
  - Câble torsadé blindé (type DMX512) obligatoire.
  - Longueur maximale entre contrôleur et appareil : 250 m.
  - Toute dérivation doit être réalisée via un splitter DMX/RDM résiné IP66.
  - Terminaisons DMX conformes aux règles du bus (résistance de terminaison).
- DALI / D4i / Zhaga
  - câblage dans fourreaux séparés des circuits de puissance.
  - Polarité, continuité, et longueur maximale conforme aux prescriptions des fabricants.
- Boutons poussoirs
  - Câbles de commande posés dans fourreau dédié.
  - Continuité et sensibilité adaptées aux relais temporisés intégrés.
- Repérage
  - L'ensemble des câbles de commande fera l'objet d'un repérage clair, durable et cohérent avec les schémas électriques, plans EXE et synoptiques de pilotage.

3.6.2 Basse Tension (BT) — Prescriptions de câblage et mise en œuvre

3.6.2.1 Câbles et classes

Les câbles BT sont conformes à la NF C 15 100 (classe II), de type U1000 R2V (ou équivalent justifié), sections justifiées par notes de calcul (chutes de tension, ICC, échauffement), repérage indélébile en extrémités et en armoires/coffrets.
Les câbles de commande/pilotage (DALI/DMX, si utilisés en filaire) sont posés dans des fourreaux dédiés, physiquement séparés des circuits de puissance et repérés conformément aux EXE.

3.6.2.2 Fourreaux, cheminements et CEM

Pose sous fourreau (Lot 1) avec un seul câble par fourreau, sauf indication contraire aux EXE ; respect des rayons de courbure et efforts de tirage prescrits par les fabricants ; émergences capotées et étanchées ; regards de tirage positionnés aux changements d'axe et de pente.
Les cheminements BT respectent les règles CEM : séparation des circuits de puissance et de commande, croisements à 90° quand nécessaire, et interdistances minimales précisées aux EXE.

3.6.2.3 Conditions de tirage et de déroulage

Tirage avec efforts maîtrisés conformément aux abaques fabricant ; interdiction de déroulage < 0 °C, sauf conditionnement préalable conforme aux EXE ; rayon mini au tirage ≥ 8 D (sauf prescription fabricant plus sévère) ; protection des extrémités (capuchons).

3.6.2.4 Liaisons de protection / mises à la terre

Conducteur de protection vert/jaune dimensionné selon NF C 15 100 ; liaisons équipotentielles indémontables (sertissage en « C ») vers chaque ouvrage ; valeur de terre ≤ 10 Ω aux points de mise à la terre des structures ; conducteur de protection continu, non coupé avec dérivations serties ; mesures et PV intégrés au DOE.

3.6.2.5 Connexions et accessoires

Bornes, embouts et manchons adaptés aux sections ; têtes de câbles étanchées (manchons thermorétractables) ; presse étoupes et accessoires IP/IK adaptés ; repérage identique plans/récolement/étiquettes ; aucune boîte de dérivation non prévue aux EXE.

3.6.2.6 Protections, sélectivité et SPD

Les protections et réglages (calibres, DDR, courbes) sont dimensionnés d'après les notes de calcul EXE ; la sélectivité thermique et différentielle amont/aval est démontrée. Lorsque l'analyse de risque l'exige, des parafoudres (SPD) sont intégrés et schématisés (coordination avec EP / coffrets de pilotage).

3.6.2.7 Essais / mise sous tension

Continuité et isolement systématiques avant raccordement ; aucun essai sous tension ni mise en service avant visas internes MOE et visa ENEDIS lorsque applicable (R32325). PV de mesures (terre, DDR, continuité, isolement) remis au MOE/MOA et intégrés au DOE.

3.6.2.8 Documents EXE et récolement

Plans de cheminement (avec réservations/fourreaux Lot 1), schémas unifilaires/multifilaires, bilans de puissance, sélectivité, chutes de tension, tableaux de repérage (Câble ↔ Circuit ↔ Bornier ↔ Départ) remis pour visa (§ 4.2), puis récolement concordant au DOE.

3.6.3 SLT

Sans objet ; aucun câble SLT n'est prévu au programme des travaux du présent lot.

3.6.4 Câblette de terre

En application des mesures de protection définies par la publication UTE C 12-100 et des normes NF C 15-100 et NF C 17-200, l'ensemble des masses métalliques des installations d'éclairage public devra être mis à la terre, de manière à assurer la protection des personnes contre les effets des courants électriques.
L'utilisation de piquets de terre est proscrite.

3.6.4.1 Principe général de mise à la terre

La mise à la terre des ouvrages sera réalisée au moyen d'un conducteur en cuivre nu de section minimale 25 mm², assurant à la fois :

- la fonction de prise de terre,
- et la continuité des liaisons équipotentielles entre les supports.

Ce conducteur sera disposé en fond de tranchée ouverte, sur l'ensemble du linéaire des réseaux d'éclairage public.

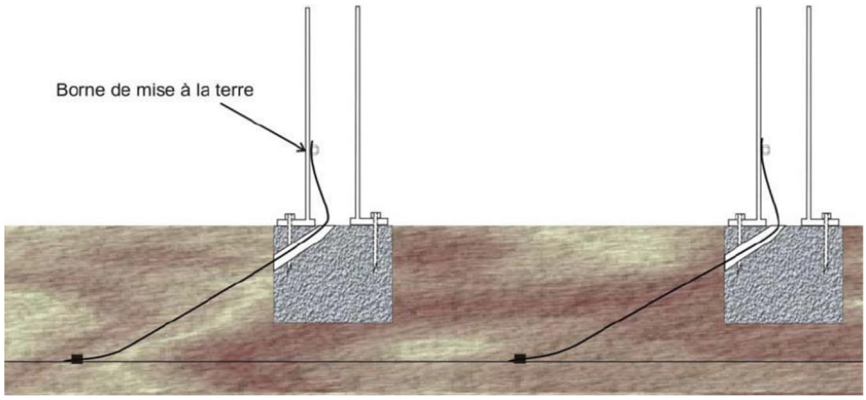
3.6.4.2 Exigences de mise en œuvre

Les prescriptions suivantes s'appliquent :

- Le conducteur de terre devra être continu sur toute la longueur du réseau et ne devra en aucun cas être coupé.

- Les dérivations vers chaque support seront réalisées à partir du conducteur principal au moyen de raccords sertis de type « C », assurant des liaisons indémontables.
- Tout raccordement de type boulonné est strictement interdit.
- Un unique conducteur issu du raccordement serti remontera vers chaque candélabre ou équipement à mettre à la terre.
- Les câbles d'alimentation comporteront un conducteur de protection (type 3G ou 5G), en complément du réseau de terre en cuivre nu.
- Les masses simultanément accessibles devront être reliées à une même prise de terre.

Mise en œuvre suivant le principe ci-dessous :



3.6.4.3 Performance de la prise de terre

La résistance de terre devra être inférieure ou égale à 10 ohms pour l'ensemble des masses métalliques raccordées.
Cette valeur devra être vérifiée par mesure et consignée dans les procès-verbaux d'essais intégrés au DOE.

3.6.4.4 Règles de sécurité et d'exploitation

Afin d'éviter la propagation de tensions dangereuses en cas de défaut :

- Les éléments conducteurs simultanément accessibles ne faisant pas partie de l'installation électrique (poteaux de signalisation, regards d'assainissement, mobilier urbain, glissières, clôtures, etc.) ne doivent pas être raccordés au réseau de terre de l'éclairage public.

Tous les supports conducteurs devront être mis à la terre, quelle que soit la classe des équipements qu'ils supportent.

3.6.4.5 Protection contre les phénomènes électrochimiques

Les liaisons entre matériaux de nature différente (acier, cuivre, aluminium ou équivalent) devront être réalisées de manière à éviter tout contact direct avec le sol.
À cet effet, des dispositifs appropriés (gaines isolantes, protections mécaniques, pièces d'interposition ou matériaux compatibles) devront être mis en œuvre afin de :

- prévenir les phénomènes de corrosion électrochimique (galvanique),
- garantir la pérennité des liaisons équipotentielles,
- éviter toute dégradation prématurée des conducteurs ou des ouvrages.

Cette exigence est impérative, notamment en milieu humide ou en présence de sols agressifs.

3.7 Armoires EP / BT / SLT

3.7.1 Armoire EP

3.7.1.1 Modèle, agrément et implantation

L'armoire d'éclairage public devra être conforme aux prescriptions de la Communauté d'Agglomération Grand Paris Sud (GPS).
Elle sera de type armoire à façade, comportant deux portes permettant un accès complet à l'ensemble des équipements.
Le modèle, le dimensionnement (nombre de départs), ainsi que l'ensemble des équipements seront :

- définis en phase EXE sur la base du bilan de puissance,
- soumis pour validation obligatoire du gestionnaire EP avant toute commande.

Aucun modèle prédéfini n'est imposé, mais l'armoire devra être conforme aux standards GPS.
L'armoire sera installée sur un massif béton conforme aux prescriptions suivantes :

- socle béton encastré :
  - profondeur : 0,50 m minimum,
  - émergence : 0,40 m environ hors sol,
- intégration des fourreaux d'alimentation et de commande dans le socle.

3.7.1.2 Enveloppe, ferrures et accès

L'armoire devra présenter les caractéristiques suivantes :

- Structure en acier galvanisé thermolaqué (RAL au choix du MOA / gestionnaire) ;
- Conception anti-affichage et anti-vandalisme ;
- Deux portes avec :
  - fermeture 3 points,
  - serrure type triangle cadenassable,
  - serrure conforme à l'organigramme gestionnaire (type DENY ou équivalent) ;
- Présence obligatoire d'un compartiment séparé pour le comptage ENEDIS ;
- Cloison de séparation interne entre :
  - partie compteur,
  - partie distribution EP.
- Caractéristiques minimales :
  - Indice de protection : IP ≥ 43 ;
  - Résistance mécanique adaptée au site urbain ;
  - Ventilation naturelle protégée.

Une zone technique distincte sera prévue pour les équipements de télégestion.
Les schémas électriques et la signalétique réglementaire seront affichés dans l'armoire.

3.7.1.3 Équipements électriques obligatoires

- a) Distribution générale
  - Disjoncteur d'abonné adapté au point de livraison ENEDIS (type DB90 ou équivalent) ;
  - Protection en tête conforme aux exigences ENEDIS :
    - courbe B,
    - sensibilité 300 mA ;
  - Interrupteur général tétrapolaire à coupure visible, cadenassable ;
  - Tableau de répartition avec :
    - disjoncteurs modulaires,
    - protections différentielles 300 mA.
- b) Départs EP

Le nombre de départs sera défini en EXE.
Chaque départ comprendra a minima :

- protection par disjoncteur adapté,
- dispositif différentiel,

- bornier repéré,
- protection individuelle de lanterne.

- c) Services internes
  - Prise 230 V / 16 A avec protection différentielle 30 mA ;
  - Éclairage intérieur de type réglette LED ;
  - Réserve d'espace ≥ 20 % pour extensions.

3.7.1.4 Système de commande

L'armoire sera équipée :

- d'un système de commande automatique par horloge astronomique type THEBEN SEL 17 ou équivalent validé ;
- d'une commande manuelle locale ;
- des contacts auxiliaires permettant le report d'informations vers un système de supervision.

3.7.1.5 Télégestion / pilotage

Le projet intègre un système de télégestion des installations d'éclairage, de type Wizard ou équivalent validé, conforme aux prescriptions de la Communauté d'Agglomération Grand Paris Sud (GPS).
L'armoire d'éclairage public devra intégrer l'ensemble des équipements nécessaires à la mise en œuvre de ce système.

3.7.1.5.1 Équipements

Les équipements comprendront a minima :

- un contrôleur / passerelle de télégestion compatible avec le système Wizard ;
- une alimentation dédiée protégée ;
- les interfaces de communication nécessaires (radio ou équivalent) ;
- des borniers dédiés et clairement repérés.

Les luminaires devront être équipés d'interfaces compatibles avec la télégestion (type Zhaga / D4i ou équivalent).

3.7.1.5.2 Exigences de compatibilité

Le Titulaire devra garantir :

- la compatibilité complète entre les équipements de télégestion et les luminaires installés ;
- l'intégration dans le système d'exploitation du gestionnaire ;
- la continuité de service du pilotage ;
- la pérennité et l'évolutivité du système.

3.7.1.5.3 Paramétrage du système

Le Titulaire assurera le paramétrage complet de la télégestion, incluant :

- l'adressage de chaque point lumineux ;
- l'organisation du réseau (topologie, nœuds, passerelles) ;
- les regroupements fonctionnels ;
- les profils d'abaissement et calendriers horaires ;
- les règles de fonctionnement en mode normal et dégradé.

Ces éléments devront être conformes :

- aux prescriptions du §2.5.5 (livrables de télégestion) ;
- aux scénarios définis au §3.9.3 ;
- aux exigences du gestionnaire.

3.7.1.5.4 Documents de paramétrage

Le Titulaire remettra :

- les exports complets de configuration (formats natifs + PDF) ;
- le plan d'adressage complet : Point lumineux ↔ Adresse de télégestion ↔ Circuit BT ↔ Groupe fonctionnel.

3.7.1.5.5 Validation

Les paramètres devront être :

- validés en phase EXE avant toute mise sous tension ;
- cohérents avec l'étude photométrique et les prescriptions d'abaissement ;

- intégrés au dossier des ouvrages exécutés (DOE).

Aucun système de télégestion ne pourra être mis en service sans validation préalable par la Maîtrise d'Œuvre et la Maîtrise d'Ouvrage.

3.7.1.6 Antenne et communication

Lorsque le système de télégestion nécessite l'utilisation d'une communication radio, le dispositif pourra comprendre une antenne intégrée ou déportée.

Le Titulaire devra :

- réaliser les mesures de qualité de signal (RSSI) en phase EXE ;
- proposer l'emplacement optimal de l'antenne ;
- garantir la protection CEM des équipements ;
- assurer l'étanchéité des pénétrations dans l'enveloppe (presse-étoupes adaptés IP/IK).

Les câblages associés seront distincts, repérés et protégés.

3.7.1.7 Essais et recette

Avant mise en service, le Titulaire exécute les essais de télégestion :

- Vérification des remontées d'alarmes (perte secteur/DDR/défauts départs) ;
- Remaillage et continuité radio ;
- Tests des abaissements programmés et des commandes depuis l'interface ;
- Contrôle croisé avec l'analyseur de réseau (mesures cohérence).

Les PV d'essais sont signés et intégrés au DOE.

3.7.1.8 Schémas et documents EXE

Le dossier EXE comprend les schémas électriques détaillés du coffret (protections, interfaces Modbus, borniers, alimentations auxiliaires) et le synoptique de télégestion (nœuds ↔ passerelle ↔ armoire EP ↔ circuits BT), en cohérence avec le §2.5.5 (Livrables de pilotage).

3.7.1.9 Commande locale et forçage

L'armoire d'éclairage public devra intégrer un dispositif de commande locale permettant :

- le fonctionnement en mode automatique (pilotage par horloge et/ou télégestion) ;
- le forçage manuel de l'allumage et de l'extinction ;
- la mise en sécurité et l'exploitation en mode dégradé.

Le dispositif comprendra notamment :

- un commutateur de sélection Auto / Manuel ;
- un organe de commande permettant le forçage ;
- un contacteur de puissance adapté aux départs EP.

L'ensemble devra être conçu de manière à :

- garantir la continuité de service en cas de défaillance du système de télégestion ;
- être compatible avec les prescriptions du gestionnaire EP ;
- assurer la cohérence entre commande locale et télégestion (priorités, reprise automatique).

3.7.1.10 Exigences de conformité, tests et coordination

Avant mise en service, l'armoire devra respecter :

- Les normes NF C 15-100, NF C 17-200, prescriptions du gestionnaire ;
- La sélectivité thermique & différentielle, démontrée dans les notes de calcul EXE ;
- La cohérence avec les circuits EP, SLT et BT tiers raccordés ;
- Tests d'isolement, DDR, calibration, continuité, repérages ;
- Vérification du bon fonctionnement du système de télégestion le cas échéant

3.7.1.11 Livrables EXE et DOE

Le Titulaire remettra :

- Schémas de câblage détaillés ;
- Schéma électrique global ;

- Bilan de puissance + analyse de sélectivité ;
- Fiches techniques de tous équipements réellement posés ;
- Note de calcul complète (sections, ICC, protections, DDR, sélectivité) ;
- Repérage harmonisé (plans / schémas / bornes / étiquettes).

Ces pièces sont indispensables au visa EXE et au DOE (§ 7.2).

3.7.2 Armoire/Comptage BT - Equipements tiers

Lorsque le projet nécessite l'alimentation électrique d'équipements tiers implantés sur l'espace public — tels que des bornes énergie ou tout autre équipement nécessitant une alimentation indépendante — le Titulaire du Lot 3 fournit, installe, équipe, câble et met en service une armoire ou un coffret BT dédié conformément aux prescriptions suivantes.

3.7.2.1 Caractéristiques générales et conformité normative

L'armoire ou le coffret BT sera conçu en classe II, conforme à la NF C 15-100, et adapté aux contraintes du site en termes :

- D'indice de protection : IP adapté à l'environnement extérieur et IK conforme aux sollicitations mécaniques attendues ;
- De matériaux, résistances mécaniques et anticorrosion ;
- De double isolation et séparation puissance/commande lorsque nécessaire.

L'armoire intégrera un compartimentage interne évitant tout risque de contact direct ou indirect conformément aux exigences de la NF C 15-100, incluant :

- Répartition BT complète,
- Appareillage modulaire,
- Dispositifs différentiels,
- Dispositifs généraux de coupure,
- Borniers de raccordement repérés,
- Réserves proportionnées aux extensions.

3.7.2.2 Comptage, dispositif ENEDIS et téléreport

Selon les besoins du projet et la nature des équipements tiers, l'armoire pourra intégrer un comptage ENEDIS dédié.

Le cas échéant, le Titulaire :

- Met en œuvre l'emplacement normalisé pour compteur ENEDIS (coffret/compartiment),
- Intègre les liaisons téléreport en conformité avec les prescriptions ENEDIS,
- Coordonne les interfaces avec le gestionnaire conformément au dossier R32325 (§ 2.5.2.2).

Aucun raccordement au réseau public, aucune mise sous tension des circuits tiers ne pourra être engagée avant obtention du visa "Bon pour Exécution" ENEDIS lorsqu'un branchement ou comptage dédié est requis.

3.7.2.3 Distribution, protections et appareillage interne

L'armoire/coffret BT comportera a minima :

- Un dispositif de coupure générale accessible et verrouillable ;
- Des interrupteurs différentiels conformes aux prescriptions du gestionnaire (calibres, types, seuils) ;
- Des disjoncteurs magnétothermiques adaptés aux courants assignés ;
- Un répartiteur ou jeu de barres dimensionné conformément aux bilans de puissance EXE ;
- Des bornes décrochables par circuit,
- Un schéma interne lisible et affiché en porte (unifilaire, affectation des circuits, repérages).

Les circuits destinés aux équipements tiers devront être strictement séparés des circuits EP et SLT, tant physiquement (réservations distinctes) que fonctionnellement (protections dédiées).

3.7.2.4 Implantation, massif et raccordements

L'implantation de l'armoire/coffret BT est réalisée :

- Sur un massif ou socle conforme aux prescriptions du § 3.7.1 (armoires EP),

- Avec émergence des fourreaux BT posés par le Lot Principal (Lot 1 dans l'emprise A, Lot 2 dans l'emprise B) conformément au LDP,
- En garantissant l'accessibilité maintenance et la protection mécanique contre les chocs.

Les raccordements BT depuis l'armoire vers les équipements tiers comprennent :

- Câbles conformes NF C 15-100 (classe II, U1000 R2V ou équivalent),
- Repérage indélébile en extrémité et en armoire,
- Têtes de câbles étanchées,
- Liaison de protection/terre conforme au § 3.6.4.

Aucune boîte de dérivation non prévue aux EXE ne sera acceptée.

3.7.2.5 Repérage, schémas et documentation

Le Titulaire fournit et affiche dans l'armoire :

- Le schéma unifilaire complet,
- Les schémas multifilaires,
- La correspondance circuits ↔ borniers ↔ repères terrain,
- Les étiquetages et repérages harmonisés avec les EXE et les récolements.

L'ensemble des circuits alimentant les équipements tiers doivent être identifiés de manière univoque et cohérente sur :

- Plans EXE,
- Schémas électriques,
- Armoires/coffrets,
- DOE.

3.7.2.6 Études, notes de calcul et bilans

Les documents suivants sont produits dans le cadre des études d'exécution (§ 2.5) :

- Notes de calcul complètes (section des câbles, chutes de tension, ICC, sélectivité différentielle et thermique),
- Bilans de puissance par armoire/coffret,
- Analyse de sélectivité avec les protections existantes ou amont,
- Données d'entrée pour le dossier R32325, si applicable.

Ces documents sont fournis Pour Avis / Pour Visa au MOE et intégrés au DOE.

3.7.2.7 Essais, mise en service et conformité

Avant toute mise en service, le Titulaire réalise les essais suivants :

- Contrôle de continuité, isolement, terre,
- Test et déclenchement des protections,
- Test des circuits d'alimentation des équipements tiers,
- Vérification de la cohérence repérage ↔ schémas ↔ armoires,
- PV d'essais BT intégrés au DOE.

Lorsque le comptage ENEDIS est requis :

- Mise en service réalisée uniquement après raccordement ENEDIS,
- PV associés intégrés au DOE.

3.7.2.8 Intégration au DOE

Le Titulaire intègre au DOE, conformément aux prescriptions du § 7 :

- Schémas unifilaires/multifilaires définitifs,
- Notes de calcul et bilans validés,
- Fiches techniques et références des équipements installés,
- PV d'essais BT,
- Dossier R32325 visé (si applicable),
- Plan de récolement géoréférencé incluant l'armoire/coffret et circuits associés.

3.7.3 SLT – Armoires / Commandes

Aucune nouvelle armoire/commande SLT n'est prévue au présent lot.

3.7.4 Coffrets et armoires BT

Les coffrets et armoires Basse Tension (BT) nécessaires au fonctionnement des installations du présent lot seront fournis, posés, câblés et équipés par le Titulaire, conformément aux prescriptions ci-après.

3.7.4.1 Conformité normative et exigences générales

Les coffrets et armoires BT doivent être :

- Conformes à la NF C 15-100 et aux prescriptions complémentaires du gestionnaire lorsque applicable ;
- De classe II, avec double isolation effective sur l'ensemble des enveloppes et appareillages ;
- Dotés d'un indice de protection IP/IK adapté au site d'implantation (chocs, intempéries, accès public) ;
- Conçus pour l'installation extérieure (matériaux anticorrosion, ventilation adaptée, absence de condensation).

Les équipements internes devront respecter les principes suivants :

- Appareillage modulaire normalisé (interrupteurs différentiels, disjoncteurs, répartiteurs, bornes) ;
- Séparation des circuits puissance / commande lorsque exigé par la NF C 15-100 ;
- Espace réservé pour extensions mineures ou ajouts d'équipements (≥ 20 % de réserve).

3.7.4.2 Protections, distribution et appareillage interne

Les coffrets et armoires BT intégreront a minima :

- Un dispositif de coupure générale avec condamnation possible ;
- Des interrupteurs différentiels adaptés à la nature et la sensibilité des circuits ;
- Des protections magnéto-thermiques dimensionnées selon les notes de calcul EXE ;
- Un répartiteur ou jeu de barres adapté au courant assigné ;
- Des bornes repérées (type décrochable lorsque pertinent) pour les départs et dérivations.

Le Titulaire mettra en œuvre une sélectivité cohérente entre protections amont/aval, démontrée dans les notes de calcul.

3.7.4.3 Implantation, câblage et interfaces VRD

L'implantation des coffrets/armoires BT se fera :

- Sur massif, socle ou support adapté, conformément aux prescriptions du fabricant ;
- Avec émergence dans les fourreaux posés par le Lot Principal (Lot 1 dans l'emprise A, Lot 2 dans l'emprise B), conformément au Tableau des Limites de Prestations ;
- En garantissant une accessibilité maintenance et une protection contre les chocs de véhicules ou d'engins.

Les câblages BT seront conformes aux prescriptions du §3.3.2 (U1000 R2V, classe II, repérage indélébile, têtes de câbles étanchées).

3.7.4.4 Schémas, repérages et documentation

Le Titulaire fournit dans le cadre des études d'exécution (§2.5.2) :

- Les schémas unifilaires et multifilaires des coffrets et armoires,
- La table de correspondance circuits ↔ borniers ↔ repères terrain,
- Le repérage harmonisé (armoire/coffret, schémas, plans EXE, DOE),
- Les notes de calcul (sections, chutes de tension, ICC, sélectivité, coordination DDR).

Les schémas unifilaires doivent être affichés dans chaque coffret/armoire, protégés sous pochette.

3.7.4.5 Essais, contrôles et mise en service

Les coffrets et armoires BT font l'objet d'essais et contrôles réalisés conformément au Chapitre 4 :

- Mesures de continuité, isolement, terre ;
- Essais fonctionnels des protections et DDR ;
- Contrôle des serrages et repérages ;
- Tests de mise sous tension (hors alimentation ENEDIS lorsqu'un visa R32325 est requis).

Les PV correspondants sont intégrés au DOE.

3.7.4.6 Coffrets et armoires BT affectés à des équipements tiers (complément)

Lorsque le projet prévoit l'alimentation d'équipements tiers (ex. bornes escamotables/motorisées, bornes énergie, IRVE vélos, mobiliers actifs, dispositifs techniques embarqués), le Titulaire fournit et équipe des coffrets/armoires BT dédiés incluant :

- Conformité NF C 15-100, classe II ;
- Protections différentielles dédiées ;
- Téléreport ENEDIS si comptage requis ;
- Repérage des circuits et affectations ;
- Schémas unifilaires/multifilaires, bilans de puissance et notes de calcul.

Les raccordements au réseau public sont réalisés par les gestionnaires conformément au LDP et au R32325 (si présence d'un comptage dédié).

3.7.4.7 Remise des documents EXE et DOE

Les documents relatifs aux coffrets/armoires BT sont remis :

- En EXE : schémas UF/MF, notes de calcul, bilans de puissance, repérages, choix matériels,
- Au DOE : schémas définitifs, notes finales, PV d'essais, fiches techniques et repérages actualisés,
- En cohérence avec les prescriptions du § 7.3 (documentation BT).

3.8 Bornes de distribution d'énergie (type EDF 24 ou équivalent)

3.8.1 Généralités

Le présent marché comprend la fourniture et la mise en œuvre de bornes fixes de distribution d'énergie destinées à l'alimentation d'équipements temporaires ou d'usage urbain (manifestations, maintenance, équipements techniques, etc.).

Les bornes seront de type cylindrique, hors sol, en acier haute résistance, ou équivalent validé par la Maîtrise d'Œuvre.

Elles devront être conformes aux normes en vigueur, notamment :

- NF C 15-100 ;
- NF C 17-200 ;
- réglementation électrique applicable aux installations extérieures.

3.8.2 Caractéristiques mécaniques

Les bornes présenteront a minima les caractéristiques suivantes :

- corps en acier d'épaisseur ≥ 4 mm ;
- diamètre de l'ordre de 300 à 350 mm ;
- hauteur hors sol de l'ordre de 1,20 m à 1,30 m ;
- traitement anticorrosion par métallisation zinc suivie d'un revêtement poudre époxy ;
- finition teinte RAL au choix du Maître d'Ouvrage.

Les bornes seront conçues pour résister aux conditions d'exploitation en milieu urbain (chocs, vandalismes, intempéries).

3.8.3 Accès et sécurité

Les bornes seront équipées :

- de deux portes d'accès verrouillées par serrure de sécurité ;
- d'un système de fermeture résistant au vandalisme ;
- d'un dispositif permettant le passage de câbles en position fermée.

Les éléments accessibles devront garantir la sécurité des usagers et des exploitants.

3.8.4 Équipements électriques

Les bornes intégreront sur une platine interne en acier inoxydable les équipements suivants :

- des prises de courant 230 V ;

- des dispositifs de protection par disjoncteurs différentiels ;
- un dispositif de coupure générale (interrupteur-sectionneur 63 A ou 125 A) ;
- une alimentation en courant triphasé 400 V ;
- un indice de protection des équipements minimal IP44.

La configuration précise (nombre et implantation des prises, équipements associés) sera définie en phase études d'exécution (EXE) et soumise à validation de la Maîtrise d'Œuvre.
Il est toutefois précisé que :

- la Ville souhaite une configuration limitée à des prises 230 V exclusivement ;
- la puissance d'alimentation devra rester compatible avec un abonnement de type « tarif bleu », soit une puissance maximale de 36 kVA.

Le Titulaire devra garantir la cohérence entre la configuration retenue, le dimensionnement des protections et les caractéristiques de l'alimentation électrique.

3.8.5 Massifs et mise en œuvre

Les bornes seront installées sur un massif béton dimensionné spécifiquement en fonction :

- des caractéristiques mécaniques de la borne ;
- des efforts d'exploitation ;
- des prescriptions du fabricant.

Le massif devra être compatible avec :

- la platine de fixation (dimension indicative 360 x 360 mm) ;
- le gabarit de scellement fourni par le fabricant.

Les tiges de fixation seront mises en place avec précision à l'aide du gabarit fourni.
Les fourreaux nécessaires aux raccordements seront intégrés au massif (électricité, et le cas échéant eau ou autres réseaux associés).

3.8.6 Raccordements

Le raccordement électrique sera réalisé conformément aux règles de l'art et aux normes en vigueur.
Les câbles d'alimentation seront protégés et cheminés dans des fourreaux adaptés jusqu'à la borne.
Les connexions internes devront être :

- repérées ;
- accessibles pour maintenance ;
- protégées contre les agressions extérieures.

3.8.7 Essais et mise en service

Avant mise en service, le Titulaire réalisera :

- les essais de conformité électrique ;
- la vérification des dispositifs de protection ;
- le contrôle de bon fonctionnement de l'ensemble des prises ;
- la vérification de la coupure générale.

Les résultats seront consignés dans les procès-verbaux intégrés au DOE.

3.8.8 Documents à fournir

Le Titulaire remettra :

- les fiches techniques des bornes installées ;
- les schémas électriques spécifiques ;
- les notices d'utilisation et de maintenance ;
- les caractéristiques des équipements intégrés.

Ces documents seront intégrés au DOE.

3.9 Ensembles et matériels d'Eclairage

Le matériel devra être en classe II.
Le RAL est 7016 sablé.
Les études photométriques devront prendre l'ensemble des luminiaires et devront être validées par la MOA, la CA GPS et la commune de Corbeil-Essonnes.

3.9.1 Prescriptions générales des ensembles d'éclairage

3.9.1.1 Les niveaux d'éclairement

Une étude photométrique doit être fournie par l'entrepreneur avant toute commande de matériel, afin de valider les caractéristiques des équipements proposés (références, optiques, puissances, flux, performances, accessoires éventuels).
Une étude est fournie pour chaque secteur du site ; elle doit faire apparaître clairement les zones et typologies suivantes : chaussées, trottoirs, pistes cyclables, espaces piétons, espaces partagés, placettes, cheminements secondaires, espaces sportifs et ludiques.
Les études photométriques seront réalisées en référence à la norme EN 13201, adaptée au contexte du projet., comprenant :

- Le rapport technique RT 13201-1,
- Les exigences d'éclairage EN 13201-2,
- Le calcul des performances EN 13201-3,
- La méthode de mesure des performances EN 13201-4.

3.9.1.2 Objectifs photométriques

Le dimensionnement de l'installation d'éclairage public est basé sur l'étude photométrique du projet jointe au DCE, réalisée à partir des matériels retenus et des implantations projetées.
Cette étude constitue le document de référence pour la définition des niveaux d'éclairement du projet.
Les hypothèses de calcul intègrent notamment :

- les caractéristiques photométriques des luminaires (flux, optiques, puissances) ;
- les hauteurs de feux et dispositions géométriques ;
- un facteur de maintenance de l'ordre de 0,90.

Les résultats de cette étude présentent des niveaux d'éclairement adaptés aux usages des différents espaces du projet, notamment :

- voiries : niveaux moyens de l'ordre de 10 à 15 lux ;
- espaces de type place : niveaux de l'ordre de 8 à 12 lux ;
- cheminements et espaces secondaires : niveaux adaptés à l'usage et à la fréquentation.

Les valeurs indiquées sont issues de l'étude et ne constituent pas des seuils normatifs contractuels, mais des objectifs de conception. Ces valeurs constituent les objectifs de référence du projet pour l'éclairage en régime nominal (« éclairage définitif »), en l'absence de prescription spécifique du gestionnaire.

3.9.1.2.1 Principe de conformité

Le Titulaire devra garantir la conformité de l'installation réalisée avec l'étude photométrique fournie, notamment en termes :

- d'implantation des points lumineux ;
- de caractéristiques des luminaires ;
- de réglages de fonctionnement.

Les valeurs obtenues en phase études d'exécution (EXE) pourront présenter des ajustements limités liés notamment :

- à l'implantation précise des ouvrages ;
- à la présence d'obstacles ou de masques (végétation, mobilier, bâti).

Tout écart significatif par rapport aux niveaux issus de l'étude initiale devra être :

- argumenté par une note technique ;
- accompagné, le cas échéant, d'une mise à jour de l'étude photométrique ;
- soumis à validation préalable de la Maîtrise d'Œuvre et de la Maîtrise d'Ouvrage avant toute commande de matériel.

3.9.1.2.2 Réglages et vérifications

Les niveaux d'éclairement feront l'objet :

- de réglages en phase de mise en service ;
- de vérifications nocturnes sur site ;
- d'une validation par la Maîtrise d'Œuvre.

Les réglages effectués devront être cohérents avec les niveaux issus de l'étude et les usages des espaces.

3.9.1.2.3 Articulation avec les scénarios d'abaissement

Les niveaux d'éclairement seront modulés en exploitation par des scénarios d'abaissement définis au §3.9.3 du présent CCTP.

Le Titulaire devra garantir la cohérence entre :

- les niveaux nominaux issus de l'étude photométrique ;
- les niveaux réduits résultant des scénarios d'abaissement ;
- les capacités de variation des équipements installés.

3.9.1.3 Exigences de validation

Les études photométriques de chaque phase de travaux (provisoires, bascules, définitives) seront soumises pour validation à la Maîtrise d'Œuvre et mises à disposition du gestionnaire pour avis.

3.9.1.4 Facteur de maintenance

Un facteur de maintenance global Mf sera intégré dans les calculs, conformément à EN 13201 :

- Mf = Mfa × Mfb
- Mfb : facteur de maintenance de la source
- Mfa : facteur de maintenance du luminaire

Le facteur de maintenance retenu pour les simulations est Mf = 0,90, en cohérence avec l'étude photométrique fournie au DCE.

3.9.1.5 Contraintes d'environnement — Effets de masques

Les études photométriques doivent tenir compte des obstacles existants et projetés (plantations, ouvrages, mobilier).

Lorsque la végétation est dense ou constituée de houppiers couvrants, un facteur de masquage doit être appliqué dans l'étude photométrique EXE, avec l'hypothèse de 50% d'effet de masque et un houppier à 4m.

Le Titulaire propose, le cas échéant, des recalages de hauteurs ou d'orientations pour maintenir les niveaux d'éclairement.

3.9.1.6 Les nuisances lumineuses

Le projet d'éclairage sera conforme à l'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses.

L'ensemble des espaces sont soumis aux règlementations liées aux extérieurs en agglomération (catégorie A).

Où ? Cas général, sur tout le territoire	Installations d'éclairage auxquelles les dispositions s'appliquent	ULR	Code Flux CIE n°3	Température de couleur	Densité surfacique de flux lumineux installé (lumen / m²)	
					En agglomération	Hors agglomération
	Eclairages extérieurs (a)	< 1 % (données fabricant) < 4% sur luminaire installé	> 95 %	≤ 3000 K	< 35	< 25

L'entreprise vérifiera la conformité aux exigences de limitation des nuisances lumineuses, notamment en termes de densité surfacique, conformément à la réglementation en vigueur.

3.9.1.7 Installations type

3.9.1.7.1 Généralités

L'installation fera l'objet du plus grand soin tant dans la technique de fixation mise en œuvre que dans le choix précis du point d'implantation. S'il devait varier par rapport à celui initialement prévu, pour quelque raison que ce soit, dans tous les cas, l'accord express du Maître d'œuvre sera requis, au risque pour l'entreprise de se voir refuser l'implantation réalisée et donc de la corriger à ses frais.
Les détails techniques de l'implantation des appareils peuvent nécessiter des interventions de maçonnerie, de serrurerie ou autre, à charge de l'entreprise d'en prévoir l'exécution pour aboutir, dans les délais prévus, au résultat final escompté.

3.9.1.7.2 Pose des supports

Les candélabres seront levés en une seule pièce et équipés, avant levage, des crosses et des luminaires.
L'élingage ne pourra se faire ni avec une chaîne, ni à l'aide d'une élingue métallique. Toutes les précautions nécessaires seront prises pour que la protection contre la corrosion ne soit pas détériorée.
Au cas où, malgré les précautions prises, la protection contre la corrosion serait détériorée, il appartiendrait à l'entrepreneur d'exécuter les travaux de réfection sur toutes les zones abîmées. Il appartiendra au Maître d'Œuvre de refuser ledit matériel si la réfection doit porter préjudice de la tenue dans le temps de ce matériel.

3.9.1.7.3 Pose des luminaires et des lampes sur les candélabres

Les luminaires devront être disposés de manière correcte par rapport aux surfaces à éclairer de façon à obtenir la meilleure uniformité possible.
Ils devront être manipulés avec le plus grand soin, afin d'éviter toute dégradation. Leur fixation aux supports devra être effectuée sans jeu.
Exigences d'orientation et réglages préliminaires

- Avant essais nocturnes, le Titulaire procède à des réglages pré-orientés de tous les appareils.
- Les luminaires seront installés avec un pré-pointage conforme aux plans EXE et réglages photométriques prévisionnels.
- Aucun réglage définitif ne pourra être réalisé sans présence MOE/MOA.

3.9.1.7.4 Raccordement

Les luminaires sont raccordés au coffret / borne de raccordement en pied de mât (classe II), conforme aux prescriptions du présent CCTP) par un câble H07RN-F 2×2,5 mm² posé sous gaine, avec repérage conforme aux EXE. Les raccordements peuvent être réalisés avant ou après le levage.

3.9.2 Spécifications des supports et accessoires

3.9.2.1 Accès maintenance et conformité mécanique des supports

Les supports d'éclairage public devront être conformes aux normes en vigueur, notamment la norme EN 40, ainsi qu'aux Eurocodes applicables et aux prescriptions du gestionnaire d'éclairage public.
Ils devront être dimensionnés pour reprendre l'ensemble des efforts en service (vent, équipements portés, accessoires), en conformité avec l'Eurocode 1 (EN 1991-1-4), en tenant compte de la zone de vent et de la catégorie de terrain du site.
Le dimensionnement des supports fera l'objet de notes de calcul fournies par le Titulaire en phase EXE et soumises à validation de la Maîtrise d'Œuvre.

3.9.2.1.1 Traitement et durabilité

Les supports métalliques devront présenter une durabilité adaptée aux conditions d'environnement urbain et être protégés contre la corrosion par :

- une galvanisation à chaud conforme à la norme EN ISO 1461 ;
- un thermolaquage de finition, dont la teinte sera validée par la Maîtrise d'Œuvre.

L'ensemble des dispositifs devra garantir une tenue dans le temps compatible avec les exigences d'exploitation du gestionnaire.

3.9.2.1.2 Exigences d'accessibilité et de maintenance

Les supports devront intégrer des dispositifs permettant un accès aisé, sécurisé et durable aux équipements internes (borniers, dispositifs de protection, raccordements, modules de pilotage).
À ce titre, les candélabres devront comporter :

- une trappe de visite en pied de mât, dimensionnée pour permettre l'accès aux équipements électriques et aux dispositifs de mise à la terre ;
- une porte de visite :
  - rigide, parfaitement ajustée, démontable et interchangeable,
  - positionnée côté accessible pour les opérations d'exploitation (trottoir ou chaussée), conformément aux prescriptions du gestionnaire ;
- un système de fermeture sécurisé :
  - de type vis triangulaire inox,
  - avec dispositif de verrouillage assurant la tenue et la sécurité de l'ensemble ;
- des dispositifs garantissant la pérennité de la fermeture (absence de jeu, résistance aux vibrations, protection contre le vandalisme).

Tout système de porte sciée ou à recouvrement est proscrit.

3.9.2.1.3 Interfaces en tête de mât

Les dispositifs en tête de mât devront être compatibles avec les luminaires installés et conformes aux standards du marché.

Ils devront notamment prévoir :

- un embout lisse de diamètre nominal 60 mm (ou équivalent) ;
- une compatibilité avec les crosses éventuelles et accessoires associés ;
- une stabilité mécanique garantissant la tenue des équipements dans le temps.

3.9.2.1.4 Conditions d'intervention

Les supports devront permettre une intervention en sécurité par nacelle ou tout moyen d'élévation adapté.

Ils devront garantir un accès complet aux équipements pour les opérations d'entretien, de maintenance et de remplacement.

3.9.2.2 Mise à la terre des supports et documents d'exécution

Le Titulaire devra fournir, dans le cadre des études d'exécution (EXE), l'ensemble des documents nécessaires à la validation des supports d'éclairage, comprenant notamment :

- fiches techniques des supports (matériaux, dimensions, traitements, caractéristiques mécaniques) ;
- notes de calcul conformes à la norme EN 40 et aux Eurocodes ;
- plans d'implantation et de détail (trappes de visite, interfaces, accessoires) ;
- certificats de conformité des fabricants.

3.9.2.2.1 Mise à la terre des supports

Chaque support d'éclairage public devra être équipé d'un dispositif de mise à la terre conforme aux normes en vigueur et aux prescriptions du présent CCTP.

Les supports métalliques devront être raccordés au réseau de terre conformément aux dispositions du §3.6.4.

3.9.2.2.2 Exigences techniques

La conception des supports devra garantir :

- un point de raccordement à la terre :
  - clairement identifiable,
  - accessible depuis la trappe de visite ;
- une continuité électrique durable entre :
  - les masses métalliques du support,
  - le conducteur de protection (PE) ;
- la protection des connexions :
  - contre la corrosion,
  - contre les agressions mécaniques,
  - contre l'humidité ;
- une tenue dans le temps compatible avec les conditions d'exploitation.

Les documents EXE devront être fournis préalablement à toute commande de matériel.

3.9.2.2.3 Accessibilité et maintenance

Les dispositifs de mise à la terre devront permettre :

- un contrôle visuel aisé ;

- des opérations de vérification et de maintenance sans démontage lourd ;
- un remplacement ou une intervention en toute sécurité.

3.9.2.2.4 Conformité

Les dispositions retenues devront garantir la conformité de l'installation aux exigences réglementaires et aux prescriptions du gestionnaire, notamment en matière de sécurité des personnes et de continuité de la protection électrique.

3.9.2.3 Dispositifs et serrurerie de fixation

Les dispositifs de fixation des luminaires et équipements associés devront être conçus de manière à garantir :

- la stabilité mécanique de l'ensemble ;
- la durabilité des assemblages ;
- la sécurité des personnes et des biens ;
- la pérennité des équipements en conditions d'exploitation.

Les dispositifs devront être dimensionnés pour reprendre les efforts mécaniques transmis par les luminaires et accessoires, notamment les effets dynamiques liés au vent.

3.9.2.3.1 Exigences générales

Le Titulaire est chargé de l'étude, de la fourniture et de la mise en œuvre de l'ensemble des dispositifs de fixation nécessaires à l'installation des équipements d'éclairage, y compris :

- supports spécifiques ;
- platines ;
- équerres ;
- pièces de serrurerie ;
- systèmes de fixation en façade, sur colonnes ou sous ouvrages.

Ces dispositifs devront être adaptés :

- aux supports de pose (mâts, façades, ouvrages existants) ;
- aux caractéristiques des luminaires ;
- aux contraintes mécaniques et environnementales du site.

3.9.2.3.2 Caractéristiques des matériaux

Les éléments de serrurerie devront respecter les prescriptions suivantes :

- pièces métalliques : acier galvanisé à chaud conforme à la norme EN ISO 1461 ou acier inoxydable ;
- éléments de fixation (visserie, écrous, tiges filetées) : en acier inoxydable de type A2 minimum (A4 recommandé en environnement exposé) ;
- protection complémentaire :
  - thermolaquage de finition lorsque requis pour l'intégration architecturale ;
  - teinte soumise à validation de la Maîtrise d'Œuvre.

L'ensemble des dispositifs devra présenter une résistance adaptée à la corrosion, aux chocs et aux conditions climatiques.

3.9.2.3.3 Exigences de mise en œuvre

Les dispositifs de fixation devront :

- garantir un maintien durable sans desserrage ni déformation ;
- éviter tout risque de vibration ou de bruit en exploitation ;
- permettre le démontage et le remplacement des équipements sans dégradation du support ;
- assurer la compatibilité avec les matériaux support (béton, acier, maçonnerie, etc.).

Les fixations en façade ou sur ouvrage existant devront faire l'objet :

- d'une étude spécifique en phase EXE ;
- d'une validation préalable de la Maîtrise d'Œuvre.

3.9.2.3.4 Présentation et validation

Le Titulaire devra présenter, en phase de préparation de chantier :

- un prototype ou échantillon représentatif des dispositifs de fixation ;
- les fiches techniques et justificatifs des matériaux utilisés.

La Maîtrise d'Œuvre et la Maîtrise d'Ouvrage se réservent le droit de refuser toute solution ne présentant pas les garanties techniques, esthétiques ou de durabilité attendues.

3.9.2.4 Numérotation des points lumineux

Chaque support d'éclairage public devra être équipé d'un dispositif d'identification permanent. Le positionnement devra garantir une lisibilité depuis le domaine public.
Pour les supports métalliques, il sera mis en œuvre une étiquette gravée :

- en matériau plastique adapté à un usage extérieur ;
- de type fond clair avec marquage noir ou fond sombre avec marquage clair ;
- fixée par au moins deux rivets type POP ;
- positionnée à environ 3,00 m du sol fini.

3.9.2.4.1 Caractéristiques minimales

- dimensions : 100 mm x 25 mm minimum ;
- hauteur de gravure : 20 mm minimum.

3.9.2.4.2 Exigences de durabilité

Les dispositifs d'identification devront présenter :

- une résistance aux UV ;
- une tenue aux intempéries ;
- une résistance aux agressions mécaniques et au vandalisme ;

garantissant leur lisibilité dans le temps.

3.9.2.4.3 Cohérence des données

La numérotation des points lumineux, définie par le gestionnaire (GPS), comportera 5 caractères.
Le Titulaire devra assurer la cohérence entre :

- les plans d'exécution (EXE) ;
- les plans de récolement ;
- les données SIG ;
- les équipements installés sur site.

3.9.3 Spécification des matériels lumineux

Le présent chapitre définit les spécifications techniques des luminaires et équipements associés.

3.9.3.1 Prescriptions fonctionnelles générales des luminaires

Les luminaires seront de technologie LED, de classe II, et conformes aux normes en vigueur, notamment :

- NF EN 60598 (luminaires) ;
- NF EN 62471 (sécurité photobiologique) ;
- NF EN 55015 et NF EN 61547 (compatibilité électromagnétique).

Ils devront être compatibles avec les dispositifs de pilotage et de gestion de l'éclairage mis en œuvre sur l'opération, notamment DALI / D4i, interfaces Zhaga (Book 18) et systèmes de télégestion (Wizard ou équivalent).
Les luminaires devront permettre la mise en œuvre de scénarios d'éclairage intégrant :

- abaissement de puissance ;
- variation de flux ;
- adaptation dynamique des niveaux d'éclairement.

Ces fonctionnalités devront être assurées sans dégradation :

- des performances photométriques ;
- de la durée de vie des composants ;
- des conditions de sécurité.

La compatibilité avec les systèmes de télégestion devra être démontrée en phase EXE.

3.9.3.2 Caractéristiques générales

Les luminaires devront présenter au minimum :

- indice de protection : IP66 ;
- résistance mécanique : IK08 minimum (IK10 si H < 5 m) ;

conformément à la norme NF C 17-200.
Ils devront être constitués de matériaux garantissant une résistance élevée :

- aux contraintes mécaniques ;
- aux agents climatiques ;
- aux phénomènes de corrosion.

Chaque luminaire devra comprendre :

- un système optique adapté à l'usage ;
- un compartiment électrique intégrant alimentation et pilotage ;
- un dispositif de fixation compatible avec les supports (§3.8.2) ;
- des dispositifs d'ouverture permettant une maintenance aisée ;
- un système d'étanchéité pérenne.

Chaque luminaire devra être équipé d'un dispositif de protection adapté.

3.9.3.3 Modules LED et performances photométriques

Les modules LED devront respecter les performances minimales suivantes :

- durée de vie : L80B10 ≥ 50 000 h à température nominale de fonctionnement ;
- cohérence chromatique : MacAdam ≤ 2 ;
- rendu des couleurs : IRC ≥ 80 (≥ 70 pour températures de couleur ≤ 2200 K) ;
- température de couleur conforme à la notice lumière ;
- conformité à l'arrêté nuisances lumineuses du 27 décembre 2018.

Le groupe de risque photobiologique sera de préférence de groupe 0, et exceptionnellement groupe 1 sous validation du concepteur lumière.

Les équipements devront limiter le scintillement (flicker), conformément aux recommandations de la norme IEEE P1789.

3.9.3.4 Projecteurs

Les projecteurs devront être adaptés aux conditions d'exploitation et résister :

- aux contraintes mécaniques ;
- aux variations thermiques ;
- aux agressions climatiques.

Caractéristiques minimales :

- indice de protection : IP66 minimum ;
- filerie interne adaptée aux températures de fonctionnement ;
- conducteurs de section ≥ 1,5 mm² avec isolation haute température.

Les optiques seront sélectionnées en cohérence avec l'étude photométrique du projet.

3.9.3.5 Drivers

Les drivers devront être compatibles avec les modules LED et le système de pilotage.

Exigences :

- protocole : DALI / D4i compatible Zhaga Book 18 ;
- conformité aux normes EN 61347 et EN 62384 ;
- réduction du flicker conforme IEEE P1789 ;
- rendement élevé et facteur de puissance ≥ 0,9 ;

Les drivers devront permettre une modulation stable et précise du flux lumineux, compatible avec les scénarios définis au §3.9.3.

Une réserve de fonctionnement pourra être prévue afin de permettre des ajustements photométriques ultérieurs, dans la limite des prescriptions du projet.

3.9.3.6 EXE et validation

Le Titulaire devra fournir en phase EXE :

- fiches techniques complètes des luminaires ;
- courbes photométriques ;
- caractéristiques électriques ;
- justificatifs de conformité aux normes.

Tout matériel non conforme pourra être refusé par la Maîtrise d'Œuvre.

3.9.4 Dispositions générales, agréments et finitions par typologies de matériels

3.9.4.1 Agréments des matériels

L'ensemble des matériels d'éclairage (luminaires, projecteurs, mâts, crosses, accessoires, dispositifs de pilotage et interfaces) devra faire l'objet d'un agrément préalable par la Maîtrise d'Œuvre et la Maîtrise d'Ouvrage, avant toute commande.

À ce titre, le Titulaire devra fournir des fiches d'agrément complètes mentionnant a minima :

- la référence fabricant et la désignation du matériel ;
- les caractéristiques photométriques (optique, flux, distribution) ;
- la puissance électrique et les courants d'alimentation ;
- la température de couleur ;
- les indices de protection IP et IK ;
- la classe électrique ;
- les interfaces de pilotage (Zhaga, D4i, DALI, DMX/RDM selon cas) ;
- les finitions et teintes ;
- les accessoires associés ;
- les conditions de garantie.

Les caractéristiques proposées devront être conformes à l'étude photométrique du projet, qui fait foi.

3.9.4.2 Conformité normative

Les équipements devront être conformes à l'ensemble des normes et référentiels en vigueur, notamment :

- EN 13201 (éclairage extérieur) ;
- EN 60598 (luminaires) ;
- EN 40 (supports) ;
- NF C 17-200 et NF C 15-100 (installations électriques) ;

ainsi qu'aux prescriptions spécifiques du présent CCTP et aux exigences des systèmes de pilotage définis au chapitre 3.9.

3.9.4.3 Cohérence avec le projet et l'étude photométrique

Les matériels proposés (luminaires, optiques, puissances, réglages) devront être strictement compatibles avec les hypothèses et résultats de l'étude photométrique jointe au DCE.

Toute proposition alternative (« ou équivalent ») devra :

- démontrer un niveau de performance au moins équivalent ;
- être accompagnée d'une étude photométrique actualisée ;
- être soumise à validation préalable de la Maîtrise d'Œuvre et de la Maîtrise d'Ouvrage.

3.9.4.4 Exigences environnementales

Les luminaires devront être conçus de manière à limiter leur impact environnemental et répondre aux exigences suivantes :

- taux de recyclabilité élevé (objectif ≥ 90 %) ;
- conformité aux directives RoHS et DEEE ;
- limitation des nuisances lumineuses conformément à la réglementation en vigueur.

3.9.4.5 Étanchéité et résistance mécanique

Les luminaires et projecteurs devront présenter au minimum :

- un indice de protection IP66 (optique et appareillage) ;
- un indice de résistance mécanique IK08 minimum (IK10 si implantation basse ou exposée) ;

conformément aux normes applicables et au §3.8.3 du présent CCTP.

3.9.4.6 Raccordement électrique

Le raccordement des luminaires devra être réalisé de manière à garantir :

- la sécurité électrique des intervenants ;
- la fiabilité des connexions dans le temps ;

- la facilité de mise en œuvre et de maintenance.

À ce titre :

- les connexions devront être réalisées au moyen de dispositifs adaptés (connecteurs, borniers) ;
- les entrées de câbles devront être assurées par des dispositifs garantissant l'étanchéité (presse-étoupe ou équivalent) ;
- les dispositions mises en œuvre devront être conformes aux exigences de la NF C 17-200.

3.9.4.7 Finitions et intégration architecturale

Les supports, luminaires, projecteurs et accessoires recevront une finition de type thermolaquage par poudrage polyester.

Sauf indication contraire, la teinte sera de type RAL 7016 sablé, ou équivalent validé par la Maîtrise d'Œuvre et la Maîtrise d'Ouvrage.

Les exigences suivantes devront être respectées :

- homogénéité des teintes entre les différents équipements ;
- cohérence des finitions (aspect, texture, niveau de brillance) ;
- tenue dans le temps face aux UV, aux intempéries et aux agressions urbaines.

3.9.4.8 Interfaces de pilotage

Les luminaires destinés à l'éclairage fonctionnel devront être équipés :

- de drivers compatibles DALI / D4i ;
- d'interfaces de type Zhaga Book 18 ou équivalent ;
- compatibles avec les systèmes de télégestion définis au §3.9.

Les équipements spécifiques (mise en valeur, scénographie, sport) pourront intégrer des protocoles DALI ou DMX/RDM selon les besoins du projet.

3.9.4.9 Maintenance et accessibilité

Les matériels devront être conçus de manière à faciliter les opérations d'entretien et de maintenance, notamment :

- accès aisé aux composants internes ;
- ouverture sans outil ou avec outillage standard ;
- dispositifs garantissant la pérennité de l'étanchéité après intervention ;
- limitation des opérations lourdes (démontage, dépose complète).

Les dispositions détaillées relatives aux accès et aux équipements internes des supports sont précisées au §3.8.2.

3.9.5 Prescriptions détaillées par matériels

Les matériels décrits ci-après correspondent aux références issues de l'étude photométrique du projet et constituent la base de dimensionnement de l'installation.

Ils sont fournis à titre de référence pour définir les performances attendues.

Des solutions équivalentes pourront être proposées, sous réserve de démontrer :

- une équivalence photométrique (niveaux d'éclairement, uniformité, répartition des flux) ;
- une équivalence fonctionnelle (puissance, gradation, pilotage) ;
- une compatibilité totale avec les systèmes de pilotage et de télégestion du projet.

Toute variante devra être :

- justifiée par une étude photométrique complète ;
- accompagnée des fiches techniques correspondantes ;
- soumise à validation préalable de la Maîtrise d'Œuvre et de la Maîtrise d'Ouvrage, avant toute commande.

Les caractéristiques détaillées (optiques, puissances, flux) sont définies par l'étude photométrique du projet, qui fait foi.

3.9.5.1 Types A à F – Ensembles double feux

Ces ensembles correspondent à des configurations d'éclairage double feu, comprenant :

- un mât acier cylindro-conique conforme EN 40 ;

- une ou deux crosses acier galvanisé (longueur 0,5 m à 1 m, inclinaison adaptée) ;
- un ou deux luminaires montés à différentes hauteurs (6 m et/ou 4 m selon typologie).

Les luminaires seront de type TSANA 45 ou équivalent, et devront présenter :

- une optique adaptée aux besoins photométriques du projet (type ERL, ERS, ERE, PFA ou équivalent) ;
- une compatibilité avec les interfaces de pilotage (DALI / D4i / Zhaga) ;
- des caractéristiques conformes au §3.8.3.

La répartition des hauteurs, orientations et optiques devra être conforme aux plans d'implantation et à l'étude photométrique.

3.9.5.2 Types G à M – Ensembles simple feu

Ces ensembles correspondent à des configurations d'éclairage simple feu comprenant :

- un mât acier cylindro-conique conforme EN 40 ;
- une crosse simple (longueur 0,5 m ou 1 m selon cas) ;
- un luminaire unique.

Les luminaires seront de type TSANA 45 ou équivalent, intégrant :

- une optique adaptée au contexte d'implantation ;
- une puissance et un flux conformes à l'étude photométrique ;
- une compatibilité avec les systèmes de pilotage définis au §3.9.

3.9.5.3 Types N à S – Ensembles bas (3 m à 4 m)

Ces ensembles correspondent à des installations d'éclairage de proximité (cheminements, espaces publics), comprenant :

- un mât acier cylindro-conique de hauteur 3 m à 4 m ;
- un luminaire en tête de mât (montage direct ou incliné).

Les luminaires seront de type TSANA 45 ou équivalent, avec :

- une optique adaptée aux usages piétons ;
- des niveaux lumineux conformes à la notice lumière ;
- une température de couleur adaptée aux ambiances définies (ex. 2200 K / 2700 K).

3.9.5.4 Prescriptions communes à l'ensemble des typologies

Pour l'ensemble des types A à S :

- les supports devront être conformes aux exigences du §3.8.2 ;
- les luminaires devront être conformes aux exigences du §3.8.3 ;
- les interfaces de pilotage devront être conformes au §3.9 ;
- les implantations et orientations devront être conformes aux plans du projet.

Les réglages (orientation, inclinaison, flux) seront ajustés en phase chantier afin de garantir l'atteinte des performances photométriques.

3.9.5.5 Accessoires

Les accessoires associés (crosses, adaptateurs, pièces de fixation, interfaces) devront être :

- compatibles avec les supports et luminaires ;
- conformes aux prescriptions du §3.8.2.3 ;
- validés en phase EXE.

3.9.5.6 Exigences de documentation (EXE / DOE)

Pour chaque typologie posée, le Titulaire devra fournir en phase EXE, puis au DOE :

- fiches techniques et fiches d'agrément validées ;
- fichiers photométriques (IES / LDT) ;
- notes de calcul et simulations associées ;
- plans et schémas de câblage ;
- nomenclature des matériels posés ;
- paramétrages des équipements (DALI / D4i / DMX / Zhaga) ;
- comptes rendus de réglages et essais nocturnes (niveaux, uniformité, scénarios) ;

- exports des systèmes de pilotage et de supervision lorsque applicables.

Ces documents devront être fournis préalablement à toute commande de matériel et mis à jour en fin de chantier.

3.10 Pilotage — Télégestion Wizard

3.10.1 Télégestion Wizard

Le Titulaire fournit, installe, paramètre et met en service le système de télégestion de type Wizard (ou équivalent validé) pour l'ensemble des installations d'éclairage fonctionnel.

3.10.1.1 Compatibilité matérielle

Les luminaires devront être équipés d'interfaces compatibles avec la télégestion (prise Zhaga Book 18, drivers D4i ou équivalent), permettant :

- la gradation ;
- la remontée d'informations (télémétrie) ;
- l'intégration dans le système de supervision.

Les certificats et compatibilités devront être fournis en phase EXE.

3.10.1.2 Réseau de communication

Le réseau de télégestion reposera sur une technologie de communication adaptée (type radio maillée ou équivalent), intégrant :

- une architecture de communication entre points lumineux ;
- des passerelles (gateways) positionnées selon les études EXE ;
- une alimentation dédiée protégée ;

La qualité de communication (niveau de signal) devra être démontrée et validée.

3.10.1.3 Programmation

Le système permettra :

- la gestion des groupes de luminaires ;
- l'application des scénarios d'éclairage ;
- la programmation des calendriers et paliers d'abaissement ;
- la gestion des modes dégradés et des reprises après défaut.

3.10.1.4 Supervision

Le système devra permettre :

- une supervision centralisée ;
- une modification à distance des scénarios ;
- une remontée des états et défauts ;
- une traçabilité des actions.

3.10.1.5 Livrables

Les livrables associés sont définis au §2.5.5.

Les paramétrages seront fournis en EXE et mis à jour dans le DOE.

3.10.2 Exigences techniques détaillées du système de télégestion

Le système de télégestion de type Wizard ou équivalent devra être conforme aux exigences ci-après, couvrant l'architecture, les équipements, les fonctionnalités, la cybersécurité, l'exploitation et les caractéristiques matérielles détaillées.

3.10.2.1 Architecture générale du système

Le système reposera sur une architecture distribuée comprenant :

- un réseau de luminaires communicants ;

- une ou plusieurs passerelles de communication ;
- une plateforme de supervision centralisée.

Les luminaires, équipés individuellement d'un module de communication, devront :

- communiquer entre eux par radiofréquence selon un protocole ouvert et standardisé de type Zigbee (ou équivalent) ;
- constituer un réseau maillé (mesh) assurant la robustesse et la redondance des communications ;

Les luminaires communiqueront avec une passerelle centralisée, laquelle assurera :

- la collecte des données terrain ;
- la transmission vers la supervision via GSM, Ethernet ou équivalent ;
- l'absence de modem individuel dans chaque luminaire.

L'installation devra :

- fonctionner en mode autonome en cas de perte de communication avec le serveur ;
- assurer la continuité des scénarios stockés localement dans les luminaires.

3.10.2.2 Interfaces luminaires et modules de communication

Chaque luminaire devra être :

- équipé d'un connecteur type Zhaga Book 18 ;
- compatible avec des drivers D4i ou DALI ;

Les modules de communication :

- devront être directement intégrés au luminaire, sans équipement en pied de mât ;
- devront être remplaçables et évolutifs sans modification du luminaire ;
- devront permettre une mise à jour à distance.

Chaque module intégrera :

- une fonction de géolocalisation (GPS ou équivalent) permettant la cartographie automatique du parc ;
- une capacité de gestion de plusieurs équipements DALI (jusqu'à 5 modules indépendants le cas échéant).

3.10.2.3 Modules communicants déportés

Pour les luminaires ne disposant pas de connecteur Zhaga :

Un module communicant déporté sera mis en œuvre :

- compatible D4i ou DALI ;
- permettant l'intégration complète dans le réseau de télégestion ;

Caractéristiques techniques minimales :

- alimentation : 230V – 50 Hz ;
- consommation : ≤ 0,5 W ;
- protection :
  - IP66 sans détecteurs,
  - IP65 avec détecteurs ;
- résistance mécanique : IK08 minimum ;
- matériau : polycarbonate ou aluminium moulé ;
- couleur : RAL neutre (gris ou équivalent).

Interfaces électriques :

  - Version D4i :
  - DALI+, DALI-, +24V
  - Version DALI :
  - DALI+, DALI-, phase IN, phase OUT, neutre

- Implantation :
  - montage sur mât, façade ou poteau béton ;
  - passage de câble via presse-étoupe ;
  - sortie arrière ou inférieure selon configuration.

3.10.2.4 Antenne de communication

Chaque luminaire devra intégrer une antenne :

- compatible Zhaga Book 18 ;

- communicant en réseau radio maillé (Zigbee ou équivalent).

Caractéristiques physiques :

- diamètre : 75 à 85 mm ;
- hauteur totale : 30 à 40 mm ;
- émergence maximale : 40 mm ;
- couleur : gris clair (RAL 9022 ou équivalent).

Elle devra intégrer :

- une puce GPS ;
- les fonctions émission/réception radio ;

3.10.2.5 Passerelle de communication

La passerelle constituera l'interface entre le réseau terrain et la supervision.

- Fonctionnalités :
  - communication Zigbee avec les luminaires ;
  - communication GSM / Ethernet vers le cloud ;
  - gestion des commandes et remontées d'information ;
- Caractéristiques électriques :
  - alimentation : 230 V – 50 Hz ;
  - fonctionnement permanent.
- Caractéristiques physiques :
  - longueur : 175 à 205 mm ;
  - largeur : 68 à 85 mm ;
  - hauteur : 55 à 67 mm ;
  - protection : IP66.
- Interfaces :
  - sorties relais AC ;
  - entrée DC (5 à 18 V, ≥ 3W) ;
  - entrée contact sec ;
  - interface TIC compteur Linky ;
- Équipements complémentaires : antenne 4G déportée avec câble ~5 m.

3.10.2.6 Fonctionnalités du système

Le système devra permettre :

- la gestion individuelle ou groupée des luminaires ;
- la programmation calendaire ;
- la variation de puissance (gradation) ;
- l'ajustement aux éphémérides ;
- la gestion des détecteurs :
  - infrarouge (piétons, cycles),
  - radar (véhicules),
  - logique de "train lumineux" ;
- l'intégration de capteurs (smart city) ;
- le pilotage d'équipements tiers ;

3.10.2.7 Supervision et exploitation

Le système devra fournir :

- une interface web sécurisée ;
- un accès multi-support (PC, tablette) ;
- des retours en temps réel et historiques : états, consommations et défauts ;
- des alertes automatiques (mail ou équivalent) ;

Une formation à l'utilisation du système devra être assurée.

3.10.2.8 Interopérabilité et standards

Le système devra :

- être certifié TALQ (version en vigueur) ;
- permettre l'échange avec des systèmes tiers (GMAO, supervision) ;

3.10.2.9 Cybersécurité et gestion des données

Le système devra garantir :

- chiffrement des communications :
  - AES128 minimum côté terrain,
  - HTTPS 256-bit minimum côté supervision ;
- sécurisation des accès :
  - gestion de profils utilisateurs,
  - authentification forte (2FA) ;
- hébergement :
  - cloud localisé en France ou
  - serveur local au choix du maître d'ouvrage.

3.10.2.10Exigences d'exploitation

Le système devra :

- inclure les coûts de communication pour une durée minimale de 10 ans ;
- fonctionner sans abonnement imposé ;
- permettre la mise à jour à distance des équipements.

3.10.3 Scénarios d'éclairage – Exigences

Les scénarios d'éclairage définissent les modalités de fonctionnement temporel, photométrique et fonctionnel des installations.

Ils sont établis conformément :

- aux prescriptions du présent CCTP ;
- à l'étude photométrique du projet ;
- au document de validation des scénarios d'abaissement du gestionnaire.

Les scénarios devront être programmés, testés et validés avant mise en service.

Ils devront être intégrés dans le système de pilotage (Wizard ou équivalent) et rester modifiables à distance.

3.10.3.1 Régime 1 – Éclairage public fonctionnel (intra-muros)

S'applique aux :

- voiries ;
- cheminements ;
- trottoirs ;
- espaces publics courants.

<u>Fonctionnement :</u>

- 1. Allumage : Automatique à la tombée de la nuit (détection crépusculaire).
- 2. Paliers d'abaissement
  - Phase 1 – de l'allumage à 23h : fonctionnement à 60 % du flux nominal
  - Phase 2 – de 23h à 05h : abaissement à 30 %
  - Phase 3 – de 05h à extinction : remontée à 60 %
- 3. Extinction : Automatique à l'aube.

<u>Exigences :</u>

Les niveaux de variation devront être réalisés via le système de télégestion Wizard.

Les niveaux photométriques résultants devront rester cohérents avec ceux définis au §3.8.1.3.

3.10.3.2 Régime 2 – Parcs et jardins

S'applique aux espaces de type parc (dont Parc Gauguin).

Fonctionnement :

- 1. Allumage : Automatique à la tombée de la nuit.
- 2. Scénario temporel :
  - - Phase 1 – de l'allumage jusqu'à l'horaire de fermeture du parc (+30 minutes) : fonctionnement à 60 %
  - Phase 2 – période de fermeture : extinction complète
  - Phase 3 – 30 minutes avant réouverture jusqu'à extinction : remise en service à 60 %
- 3. Extinction : Automatique à l'aube.

Exigences :

La température de couleur devra être adaptée aux ambiances nocturnes (type 2200K / 2400K conformément à la notice lumière).

3.10.3.3 Régime 3 – Sentes piétonnes avec détection

S'applique aux :

- allée Renoir ;
- mail vert ;
- parc Césaire ;
- cheminements assimilés.

Ces installations seront équipées de détecteurs de présence.

Fonctionnement :

- 1. Allumage : Automatique à la tombée de la nuit.
- 2. Fonctionnement nominal (sans détection) :
  - Phase 1 – de l'allumage à 23h : abaissement à 20 %
  - Phase 2 – de 23h à 05h : extinction
  - Phase 3 – de 05h à extinction : abaissement à 20 %
- 3. Fonctionnement en cas de détection.Toute détection entraîne :
  - remontée du niveau lumineux à 60 % ;
  - maintien pendant une temporisation paramétrable ;
  - retour au niveau nominal en l'absence de présence.

Exigences :

Les détecteurs devront être compatibles avec les systèmes de pilotage et correctement paramétrés (sensibilité, temporisation, zones).

3.10.3.4 Compatibilité et hiérarchisation des commandes

Les systèmes de pilotage devront respecter la logique de priorité suivante :

- 1. sécurité électrique et défauts
- 2. scénarios programmés (télégestion Wizard)
- 3. mode de repli automatique en cas de défaut ou perte de communication

En cas de conflit ou d'anomalie, le système devra garantir un fonctionnement sécurisé et cohérent.

3.10.3.5 Validation, essais et réglages

Le Titulaire devra procéder aux essais suivants :

- vérification des scénarios Wizard (calendriers, niveaux, groupes) ;
- tests de fonctionnement des détecteurs (sentes) ;
- vérification de la bonne remontée des informations vers le système de supervision ;
- vérification des transitions entre phases ;
- contrôles nocturnes des niveaux d'éclairement ;
- validation de la cohérence photométrique avec le projet.

Les scénarios ne seront réputés conformes qu'après :

- essais nocturnes ;
- établissement de procès-verbaux ;
- validation par la Maîtrise d'Œuvre et la Maîtrise d'Ouvrage.

Exigence générale :

Les scénarios devront rester modifiables sans intervention sur site (via télégestion), et toute modification devra être tracée et documentée.

3.11 SLT, signaux, modules sonores et implantation

Sans objet ; aucun matériel de SLT n'est prévu au programme des travaux du présent lot.

3.12 Alimentation des abris bus

Les abribus alimentés par l'éclairage devront être protégés aux pieds des candélabres par un disjoncteur différentiel 1 module courbe C 16A, différentiel 30 mA type AC, à associer à un coupe-circuit sectionneur équipé d'un fusible 4A gG.

4 MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX

4.1 Objet et principes généraux

Le présent chapitre définit les méthodologies d'exécution applicables aux travaux du Lot n°3 – Éclairage Public et Basse Tension.
Il établit les principes opérationnels à respecter pour la mise en œuvre des ouvrages prévus au marché, depuis la préparation des zones de pose jusqu'aux opérations de raccordement et de sécurisation intermédiaire.
Ces méthodes d'exécution ont pour vocation de préciser comment les travaux du Lot 3 doivent être réalisés sur le terrain, sans se substituer :

- ni aux exigences techniques et prescriptions de performance décrites au Chapitre 3,
- ni aux obligations d'études et de livrables définies au §2.5,
- ni aux essais, contrôles et opérations de réception décrits au Chapitre 6,
- ni aux prescriptions organisationnelles, de phasage, de coordination, de sécurité et de qualité relevant du CCTP Général.

Elles complètent les documents d'exécution (EXE) visés, en décrivant les principes de pose, d'assemblage, de raccordement, de manutention et de mise en œuvre propres aux ouvrages EP/BT, tout en garantissant :

- la bonne intégration des travaux dans les zones de chantier successives,
- la continuité des usages et des circulations maintenues,
- la sécurité du public et des intervenants,
- la préservation des ouvrages déjà exécutés par les autres lots.

Les modes opératoires décrits ci-après doivent être appliqués par le Titulaire pour assurer une exécution soignée, progressive, maîtrisée et conforme aux règles de l'art, aux notices des fabricants et aux exigences du maître d'œuvre.

4.2 Préparation et organisation des interventions

La préparation des interventions constitue une étape essentielle du bon déroulement des travaux du Lot n°3 – Éclairage Public et, Basse Tension.
Elle vise à garantir une exécution maîtrisée, progressive et compatible avec les contraintes du chantier et l'installation des ouvrages définitifs.
Les dispositions décrites ci-après définissent les méthodes de préparation et d'organisation opérationnelle, en complément des documents d'exécution visés et sans duplication des prescriptions exposées au CCTP Général.

4.2.1 Reconnaissances préalables des zones de travail

Avant toute intervention, le Titulaire procède à une reconnaissance systématique des zones concernées, incluant notamment :

- l'appréciation de l'accessibilité réelle des sites de pose (supports, armoires, signaux, cheminements de câbles) ;
- la vérification des emprises disponibles pour les manutentions, poses et raccordements ;
- l'identification des obstacles éventuels, mobiliers urbains, réseaux aériens ou éléments bâtis pouvant influencer les méthodes de pose ;
- la localisation précise des émergences, cheminements et réservations prévus à l'EXE ;
- la mise en évidence d'éventuelles contraintes d'exploitation temporaire (flux piétons, maintien de circulation, présence d'équipements sensibles).

Toute incohérence ou impossibilité constatée est immédiatement signalée à la Maîtrise d'Œuvre pour adaptation du mode opératoire ou des documents d'exécution.

4.2.2 Vérification préalable des supports, fourreaux et émergences

Avant la pose des équipements ou le tirage des câbles, le Titulaire réalise les contrôles suivants :

- vérification du bon état, de la continuité et de l'intégrité des fourreaux mis à disposition ;
- contrôle visuel des émergences (absence de débris, bouchonnage, verticalité, accessibilité) ;
- vérification de la compatibilité géométrique entre les massifs et les supports à installer ;
- contrôle du cheminement prévu du câblage (absence d'obstruction, aiguillabilité, longueur disponible).

Ces vérifications sont consignées par le Titulaire dans ses procédures internes, sans constituer des essais au sens du Chapitre 5.

4.2.3 Préparation du matériel, de l'outillage et des zones de montage

La préparation du matériel et des zones d'intervention comprend :

- l'assemblage préalable en zone dédiée des éléments nécessitant un pré-montage (luminaires, modules SLT, lanternes, visières, crosses, équipements électroniques), conformément aux notices des fabricants ;
- la vérification du marquage, de l'intégrité et des références des équipements avant acheminement ;
- la préparation de l'outillage spécifique (treuils légers, barres de guidage, équipements de sertissage, contrôleurs de continuité, EPI adaptés) ;
- l'organisation des zones de stockage temporaire permettant de maintenir les matériels à l'abri des chocs, intempéries et contaminations ;
- l'anticipation des opérations nécessitant une manutention mécanique (levage des mâts ou signaux, installation d'armoires).

Les zones de montage sont maintenues propres, sécurisées et distinctes des cheminements publics.

4.2.4 Méthodes de protection provisoire des zones et équipements

Afin de garantir la sécurité des usagers et la préservation des ouvrages, le Titulaire met en œuvre les protections provisoires adaptées :

- balisage local des zones d'intervention pour prévenir toute interaction entre travaux et flux piétons ;
- protection mécanique des fourreaux affleurants, câbles en attente, têtes de câbles et connectiques non encore raccordées ;
- protection temporaire des massifs ouverts, trappes, armoires non fermées ou enveloppes encore en phase de montage ;
- stabilisation des équipements partiellement posés (supports, signaux, luminaires) jusqu'à leur fixation définitive ;
- mise en place de dispositifs contre les chutes d'objets ou la détérioration des matériels sensibles (notamment optiques, modules électroniques, borniers).

Ces protections sont retirées de manière progressive au fur et à mesure de l'avancement du chantier, sans compromettre la sécurité ou l'intégrité des ouvrages.

4.3 Méthodes d'exécution des ouvrages

Le présent article décrit les méthodologies d'exécution applicables à l'ensemble des ouvrages d'Éclairage Public (EP) et de Basse Tension (BT).

Elles s'appliquent à tous les matériels du lot, indépendamment de leurs caractéristiques techniques détaillées au Chapitre 3.

4.3.1 Pose et montage des supports

4.3.1.1 Vérifications préalables et préparation

Avant installation d'un support (candélabre, colonne, poteau SLT), le Titulaire procède obligatoirement aux opérations suivantes :

- contrôle du massif : planéité ±3 mm, propreté, alignement de la platine, perpendicularité ≤ 2 mm/m ;
- dégagement des tiges d'ancrage, nettoyage du filetage, pose d'un film anti-grippage si nécessaire ;
- vérification de la compatibilité entre entraxe massif / platine support ;
- contrôle du débouché des fourreaux (diamètre utile, absence d'obstacle, axe conforme au plan EXE) ;
- préparation du dispositif de levage (élingues textiles certifiées, anneaux adaptés aux points prévus par le fabricant).

4.3.1.2 Manutention et levage

Le levage est réalisé :

- avec un équipement de capacité suffisante (bras auxiliaire VL, grue 10–30 t selon hauteur),

- à l'aide de sangles non abrasives, positionnées sur les zones autorisées par le fabricant,
- en assurant un guidage permanent par opérateur au sol.

Toute prise directe sur bras ou optiques est interdite.

4.3.1.3 Mise en place et fixation

La mise en place comprend :

- positionnement progressif du support sur les tiges d'ancrage, sans choc ni torsion ;
- réglage de la verticalité (tolérance < 0,5 %) avant serrage final ;
- serrage au couple prescrit du fabricant, en croix, avec contrôle final au dynamométrique ;
- vérification de l'orientation du bras, de la croix ou des optiques intégrées (alignement sur axe de voie ou de carrefour).

4.3.2 Mise en œuvre des bornes de distribution d'énergie

La mise en œuvre des bornes de distribution d'énergie sera réalisée conformément aux règles de l'art, aux prescriptions du présent CCTP et aux recommandations du fabricant.

4.3.2.1 Implantation

L'implantation des bornes sera réalisée conformément aux plans d'exécution validés, en tenant compte :

- des contraintes d'accessibilité (maintenance, exploitation) ;
- des usages (accès aux prises, sécurité des usagers) ;
- des autres équipements présents (mobilier urbain, réseaux).

Le positionnement précis sera validé en phase EXE.

4.3.2.2 Réalisation des massifs

Les bornes seront installées sur des massifs béton spécifiques réalisés conformément au §3.5.

Le Titulaire devra :

- mettre en place le gabarit de scellement fourni par le fabricant ;
- garantir le positionnement précis des tiges de fixation ;
- vérifier l'altimétrie et la planéité du massif avant pose.

Les fourreaux nécessaires aux raccordements seront intégrés lors du coulage.

4.3.2.3 Pose de la borne

La pose comprendra :

- la mise en place de la borne sur les tiges de scellement ;
- le réglage de la verticalité ;
- le serrage des écrous (avec contre-écrous) ;
- la protection des assemblages contre la corrosion.

Une attention particulière sera portée à :

- la qualité de l'assise ;
- l'absence de contrainte mécanique sur l'enveloppe ;
- la bonne fermeture des accès.

4.3.2.4 Raccordements électriques

Le raccordement sera réalisé conformément aux normes en vigueur (NF C 15-100, NF C 17-200) et aux schémas validés en EXE.

Le Titulaire devra :

- raccorder les câbles d'alimentation aux équipements internes ;
- assurer le repérage des circuits ;
- vérifier la continuité de la mise à la terre ;
- garantir l'étanchéité des pénétrations.

Les connexions seront réalisées de manière à garantir :

- la sécurité ;
- la maintenabilité ;

- la durabilité des installations.

4.3.2.5 Mise en service

Avant mise en service, le Titulaire réalisera :

- les vérifications de conformité électrique ;
- les essais des dispositifs de protection ;
- les essais de fonctionnement des prises ;
- la vérification de la coupure générale.

Toute anomalie devra être corrigée avant mise en service.

4.3.2.6 Nettoyage, protection et réception

Après travaux, le Titulaire assurera :

- le nettoyage complet de la zone d'intervention ;
- la remise en état des abords (revêtements, espaces publics) ;
- la protection de l'ouvrage jusqu'à la réception.

La borne ne sera réceptionnée qu'après validation de :

- sa bonne implantation ;
- son bon fonctionnement ;
- la conformité des essais.

4.3.3 Installation des armoires

4.3.3.1 Mise en place sur socle

La mise en place s'effectue selon les étapes suivantes :

- présentation de l'armoire sur socle ou massif à l'aide d'un lève armoire ou minigrue ;
- vérification de son horizontalité via niveau électronique (tolérance ±5 mm) ;
- fixation mécanique selon les points prévus par le fabricant (ancrages M10 à M12 typiquement).

4.3.3.2 Pré-équipement interne

Avant raccordements :

- pose et serrage des appareillages internes selon les plans d'armoire (rails DIN, protections, borniers, modules de pilotage) ;
- mise en forme des cheminements internes (torons, rilsans, goulottes) afin d'assurer une ventilation optimale ;
- préparation des arrivées (dénudage contrôlé, embouts de câblage, gaines thermorétractables en attente).

Tout percement d'enveloppe est interdit hors zones prévues (presse-étoupes, réservations).

4.3.4 Pose des luminaires et matériels lumineux

4.3.4.1 Préparation

Les luminaires sont préparés en zone propre :

- montage des optiques, brides, visières et extensions conformément aux notices ;
- vérification du serrage usine ;
- réglage initial de l'inclinaison (valeur EXE ±2°).

4.3.4.2 Installation en tête de support

En tête de mât :

- insertion du luminaire dans la console ou rotule ;
- alignement visuel ou laser selon la géométrie du site ;
- serrage des fixations au couple prescrit par le fabricant (8–20 Nm typiquement) ;
- raccordement via connecteurs prévus (IP66 minimum) ou borniers internes.

4.3.4.3 Protection et maintien provisoire

En attente de mise sous tension, le Titulaire :

- maintient les zones de raccordement protégées (capotage, film PE),
- évite toute torsion des connectiques internes et drivers,
- empêche l'exposition des optiques à des chocs ou rayures.

4.3.5 Assemblage et implantation des signaux lumineux tricolores

4.3.5.1 Assemblage en atelier de chantier

Le Titulaire assemble les ensembles SLT :

- modules rouge / orange / vert,
- visières et capots anti-pluie,
- platines de fixation,
- blocs sonores (si présents).

Chaque module est testé en tension réduite (test lumière simple) pour vérifier la polarité et l'intégrité.

4.3.5.2 Implantation sur site

Lors de la mise en place :

- réglage directionnel de la lanterne par rapport à l'axe de circulation (tolérance ±2°) ;
- fixation des bras ou potences sur les mâts préalablement posés ;
- maintien mécanique des câbles internes (colliers, gaines) pour éviter tout arrachement lors de la pose.

4.3.5.3 Réglages préliminaires

Avant essais formels :

- contrôle de la concordance des couleurs,
- test individuel des modules,
- alignement visuel exact des visières directionnelles.

4.3.6 Mise en œuvre des liaisons

4.3.6.1 Préparation au tirage

Avant tirage, le Titulaire :

- effectue un aiguillage complet ;
- introduit un lubrifiant diélectrique si nécessaire ;
- prépare les longueurs de câble avec repères amont / aval ;
- installe guides et protections aux points de changement de direction.

4.3.6.2 Tirage

Le tirage est réalisé :

- à l'aide d'un treuil contrôlé (effort max conforme aux abaques fabricants),
- avec dispositif dynamométrique si traction mécanique,
- en assurant la surveillance permanente du câble en tête et en pied,
- en respectant le rayon mini recommandé (ex. : ≥ 8D pour R2V standard).

Toute traction excessive ou à-coup est interdite.

4.3.6.3 Mise en attente et organisation

Une fois tiré :

- les extrémités sont protégées (capuchon, manchon thermo),
- une sur-longueur minimale (0,5–1,0 m selon contexte) est conservée pour connexions,
- les câbles sont identifiés de manière provisoire puis définitive (repères indélébiles).

4.3.6.4 Raccordements

Les raccordements sont effectués :

- en armoires via borniers adaptés,
- en tête de mât via dispositifs prévus (connectique IP66, bornier interne),
- en SLT via borniers spécifiques (neutres séparés, repérage modulaire).

Les sertissages sont réalisés avec outillage homologué (matrices calibrées).

4.3.7 Tableau récapitulatif – Méthodes d'exécution des ouvrages

Famille d'ouvrage	Opérations à réaliser	Méthodologie d'exécution (principes techniques)
Supports EP / SLT (mâts, colonnes, candélabres)	Vérifications préalables	Contrôle massif (planéité, perpendicularité), compatibilité entraxe, dégagement tiges d'ancrage, contrôle débouché fourreaux.
	Manutention et levage	Levage par élingues textiles homologuées ; guidage opérateur ; interdiction de prise sur bras/optique ; contrôle d'équilibrage.
	Mise en place	Positionnement progressif ; réglage verticalité < 0,5 % ; alignement par rapport aux axes EXE.
	Fixation définitive	Serrage croisé au couple prescrit ; protection des fixations ; maintien des protections provisoires jusqu'au raccordement.
Armoires EP / BT / SLT	Implantation sur socle	Vérification horizontalité ±5 mm ; fixation mécanique par ancrages ; protection enveloppe contre chocs.
	Pré-équipement interne	Mise en place appareillages ; organisation borniers ; mise en forme des torons ; préparation des arrivées câbles.
	Ventilation et accessibilité	Maintien des dégagements autour des modules ; absence d'obstruction passages internes ; rangement préliminaire conforme aux EXE.
Luminaires et équipements lumineux	Préparation en zone dédiée	Montage optiques, visières, adaptateurs ; contrôle enveloppes ; réglage initial inclinaison ±2°.
	Installation en tête de support	Fixation mécanique contrôlée ; serrage au couple constructeur ; alignement optique conforme aux EXE.
	Connexions	Connexion via connecteurs ou borniers prévus ; respect polarité ; protection étanchéité en tête de mât.
	Protection provisoire	Capotage raccordements, protection optique contre chocs, maintien jusqu'à mise en service.
Signaux Lumineux Tricolores (SLT)	Assemblage hors site	Montage modules Rouge/Orange/Vert ; pose visières ; tests lumière simple (polarité/intégrité).
	Implantation sur site	Alignement directionnel ±2° ; fixation sur mâts SLT ; sécurisation des câbles internes.
	Modules sonores	Fixation du boîtier ; orientation selon EXE ; maintien mécanique anti-vibration.
	Vérifications préliminaires	Test de concordance des modules ; contrôle niveau fixations ; vérification des passages internes.
Liaisons EP / BT / SLT	Préparation	Déroulage sans vrillage ; repérage amont/aval ; préparation surlongueur.

	Tirage	Tirage manuel ou mécanique ; contrôle continu de l'effort ; respect rayon courbure ; guidage simultané.
	Mise en attente	Couronne large (≥10D) ; capuchonnage ; protection mécanique ; marquage provisoire.
	Raccordements	Connexions en tête de mât ou armoire ; embouts adaptés ; serrage normé ; contrôle continuité.

4.4 Cheminement, tirage et raccordement des câbles

Le présent article décrit les méthodes d'exécution applicables au cheminement, au tirage et au raccordement des câbles d'Éclairage Public (EP) et de Basse Tension (BT), depuis leur préparation jusqu'à leur mise en attente ou leur connexion finale dans les ouvrages.
Ces méthodes complètent les prescriptions techniques du Chapitre 3 sans les répéter.

4.4.1 Préparation au tirage

Avant tout tirage, le Titulaire procède aux opérations préparatoires suivantes :

4.4.1.1 Contrôle d'aiguillage

- passage systématique d'un jonc ou aiguille sur l'ensemble du parcours prévu ;
- localisation précise des points de frottement, angles et changements de direction ;
- vérification du nombre de fourreaux utilisables par tronçon.

4.4.1.2 Vérification de l'état des fourreaux

- contrôle visuel des émergences (capuchonnage, propreté, absence d'écrasement) ;
- vérification de la continuité mécanique (absence de contre-pente excessive, de pincement ou d'écrasement) ;
- contrôle des diamètres utiles par rapport aux câbles à tirer.

4.4.1.3 Préparation des câbles

- déroulage sur touret ou dévidoir dédié, en évitant tout vrillage ;
- mesure et découpe des longueurs nécessaires, avec surlongueur d'attente adaptée (0,5 à 1 m) ;
- repérage amont/aval par étiquettes indélébiles, conformément aux EXE.

4.4.1.4 Mise en place des dispositifs d'aide au tirage

- installation de guides de courbure aux changements de direction ;
- lubrification diélectrique si nécessaire, appliquée conformément aux notices ;
- mise en place de protections temporaires pour éviter l'abrasion des câbles à l'entrée/sortie des fourreaux.

4.4.2 Méthodes de tirage des câbles

4.4.2.1 Procédé de tirage

Le tirage est réalisé :

- manuellement jusqu'aux limites de faisabilité (petits tronçons, câbles commande) ;
- à l'aide d'un treuil léger au-delà, avec contrôle de l'effort de traction ;
- avec un guidage simultané à l'amont et à l'aval pour prévenir les torsions et accrochages.

L'utilisation de treuil doit intégrer un dispositif de limitation d'effort lorsque requis par les câbles.

4.4.2.2 Maîtrise des efforts de traction

- effort maximum conforme aux abaques fabricants ;
- vitesse de tirage régulière, sans à-coups ;
- interdiction de traction brute directe sans émerillon adapté ;

- surveillance continue des angles et zones de friction.

4.4.2.3 Respect des rayons de courbure

- respect strict du rayon minimal de courbure imposé par le fabricant ;
- installation de pièces de guidage (sabots, rouleaux) lorsque l'angle dépasse les valeurs usuelles ;
- absence de pli, de torsion ou d'aplatissement du câble pendant le tirage.

4.4.3 Mise en attente, protection et organisation des câbles

Une fois les câbles tirés :

4.4.3.1 Mise en attente

- surlongueur maintenue conformément aux EXE ;
- enroulement doux en couronne large (rayon ≥ 10 × diamètre câble) ;
- absence de traction résiduelle en tête ou en pied.

4.4.3.2 Protection

- capuchonnage étanche des extrémités, sans contact avec le sol ;
- protection mécanique contre chocs et arrachement pendant les phases transitoires ;
- identification provisoire visible.

4.4.3.3 Organisation dans les ouvrages

- rangement ordonné dans les regards, émergences ou armoires ;
- séparation des circuits puissance / commande selon les EXE ;
- maintien en hauteur ou sur supports pour éviter toute immersion temporaire en cas d'intempéries.

4.4.4 Raccordements en têtes de mâts

4.4.4.1 Préparation

- dénudage à longueur maîtrisée, sans entaille de conducteur ;
- pose d'embouts, cosses ou connecteurs prévus par l'EXE ;
- vérification de l'état des borniers internes, reprise éventuelle des serrages.

4.4.4.2 Raccordement

Les raccordements comprennent :

- insertion des conducteurs dans les borniers prévus (alimentation, neutre, terre, commande) ;
- respect de la polarité et des repères définis aux EXE ;
- mise en place de gaines thermorétractables ou isolants si requis.

4.4.4.3 Contrôles après raccordement

- test de continuité simple,
- vérification du serrage mécanique,
- inspection visuelle des passages de câbles dans les cheminements internes du mât.

4.4.5 Raccordements en armoire

4.4.5.1 Acheminement interne

À l'intérieur des armoires :

- cheminement ordonné des câbles en conformité avec les schémas d'armoire ;
- maintien des torons par colliers et goulottes dédiées ;
- séparation stricte des câbles de puissance et des câbles de commande/pilotage.

4.4.5.2 Connexions sur appareillage

Les raccordements sont réalisés :

- sur borniers dédiés, protections, modules de pilotage ou appareillages internes ;
- avec embouts adaptés à la section ;
- avec serrage contrôlé (au couple si prescrit par fabricant).

4.4.5.3 Finitions

- mise en forme des torons pour garantir une accessibilité future,
- nettoyage final de l'enceinte,
- fermeture provisoire de l'armoire jusqu'aux essais du Chapitre 5.

4.4.6 Raccordements spécifiques SLT

Pour les signaux lumineux tricolores :

4.4.6.1 Liaisons modules / bornier

- câblage interne selon la séquence fonctionnelle rouge–orange–vert ;
- repérage systématique des conducteurs ;
- sécurisation des connexions contre les vibrations.

4.4.6.2 Dispositifs sonores

- branchement sur les borniers dédiés,
- fixation rigide des câbles internes et maintien anti-traction,
- contrôle du positionnement et du sens de rayonnement.

4.4.6.3 Contrôles après raccordement

- test à blanc hors tension nominale (continuités),
- vérification de l'ordre des modules,
- rangement du câble dans les volumes internes.

4.4.7 Tableau récapitulatif – Méthodes d'exécution du cheminement, tirage et raccordement des câbles

Phase	Opérations à réaliser	Méthodologie d'exécution (principes techniques)
Préparation au tirage	Aiguillage des fourreaux	Passage d'aiguille sur l'intégralité du parcours ; localisation des points durs ; contrôle de la continuité.
	Vérification des fourreaux	Contrôle visuel des émergences ; vérification du diamètre utile ; absence de pli, pincement, contre-pente excessive.
	Préparation des câbles	Déroulage sans vrillage ; découpe avec surlongueur ; repérage amont/aval par marquage indélébile.
	Mise en place d'aides au tirage	Installation de guides aux changements d'angle ; lubrification diélectrique adaptée ; dispositifs d'entrée/sortie pour éviter abrasions.
Tirage des câbles	Tirage manuel	Utilisé pour petits tronçons ; guidage simultané amont/aval ; vitesse régulière.
	Tirage mécanique	Utilisation d'un treuil léger avec limitation d'effort ; émerillon anti-torsion ; surveillance permanente du trajet.
	Maîtrise des efforts	Respect des efforts max constructeurs ; absence d'à-coups ; traction contrôlée continuement.
	Respect des rayons de courbure	Rayon ≥ valeur fabricant (ex. ≥ 8D pour R2V) ; mise en place de sabots/rouleaux aux zones de forte courbure.

Mise en attente et protection	Surlongueur	Conservation d'une réserve suffisante (0,5 à 1 m selon EXE).
	Mise en attente	Couronne large (≥ 10 × D) ; absence de tension résiduelle ; pas de contact au sol.
	Capuchonnage et protection	Extrémités protégées (capuchons/manchons) ; protection mécanique temporaires ; marquage lisible.
Organisation dans ouvrages	Rangement en regards / émergences	Maintien hors zone humide ; séparation puissance / commande ; fixation propre et lisible.
	Pré-rangement en armoire	Passage dans chemins internes ; maintien des torons ; fixation provisoire avant connexions.
Raccordement en tête de mât	Préparation	Dénudage contrôlé ; pose d'embouts/cosses ; contrôle des borniers.
	Connexions	Respect polarité ; connexion sur borniers adaptés ; serrage maîtrisé ; protections thermorétractables si requises.
	Contrôles	Continuité simple ; serrage mécanique ; inspection du cheminement interne.
Raccordement en armoire	Acheminement interne	Organisation des torons ; séparation puissance / commande ; fixation par goulottes/coliers.
	Connexion sur appareillage	Connexions sur borniers, protections ou modules ; embouts adaptés à la section ; serrage au couple si prescrit.
	Finitions	Mise en forme des torons ; nettoyage ; fermeture provisoire.
Raccordements SLT spécifiques	Modules lumineux	Respect séquence R–O–V ; repérage strict ; sécurisation anti-vibration.
	Modules sonores	Connexion sur bornier dédié ; maintien mécanique ; orientation conforme aux EXE.
	Contrôles préalables	Test à blanc (continuité) ; vérification de l'ordre ; rangement interne.

4.5 Mise en œuvre des réseaux de commande et de pilotage (Wizard / DMX / Commandes locales)

Le présent article définit les méthodes d'exécution relatives à l'installation des réseaux de commande et de pilotage associés aux dispositifs d'éclairage fonctionnel, ludique, scénographique et sportif.
Les prescriptions techniques détaillées (types de câbles, architectures, performances, protections, formats de livrables, exigences constructeurs) relèvent du Chapitre 3 et des documents d'exécution visés, et ne sont pas répétées ici.

4.5.1 Pose et organisation des liaisons de commande

4.5.1.1 Préparation des cheminements

Avant la mise en œuvre des câbles de commande (bus Wizard, liaisons DMX/RDM, bus DALI, fils de commande BP), le Titulaire :

- contrôle la continuité et l'aiguillabilité des fourreaux réservés aux commandes ;
- identifie les zones de séparation physique vis-à-vis des circuits de puissance ;
- vérifie la compatibilité des rayons de courbure et les longueurs maximales admissibles selon les EXE.

4.5.1.2 Déroulage et installation

La pose des câbles de commande est réalisée :

- par déroulage contrôlé, sans vrillage ni torsion du bus ;

- par introduction progressive dans les fourreaux dédiés, avec lubrification légère si nécessaire ;
- en respectant les distances minimales d'éloignement vis-à-vis des conducteurs de puissance pour limiter les perturbations électromagnétiques.

4.5.1.3 Organisation dans les ouvrages

Dans les regards, armoire ou émergences :

- les câbles de commande sont regroupés et fixés de manière distincte des câbles d'alimentation ;
- les bus sont posés de façon linéaire et continue (éviter boucles et couronnes serrées) pour conserver l'intégrité du signal ;
- le repérage provisoire est mis en place dès la pose (code chantier).

4.5.2 Installation et adressage des équipements électroniques Wizard / DMX

4.5.2.1 Préparation des modules

Avant installation des modules (nœuds Zhaga/D4i, passerelles Wizard, drivers déportés, contrôleurs DMX, splitters RDM), le Titulaire :

- vérifie l'intégrité mécanique des connectiques et boîtiers ;
- contrôle les références matériel / adresses prévues dans les EXE ;
- prépare les supports ou interfaces d'accroche selon les prescriptions fabricants.

4.5.2.2 Fixation des équipements

La mise en place s'effectue :

- sur les supports ou dans les armoires prévus aux EXE,
- en respectant les zones de ventilation et les distances de sécurité,
- avec un serrage mécanique limitant les vibrations et les risques de rupture de connectique.

4.5.2.3 Adressage et préparamétrage

Avant toute mise sous tension :

- les adresses matérielles (DMX, RDM, DALI, Wizard) sont appliquées conformément aux plans d'adressage EXE ;
- les modules sont connectés aux bus ou interfaces dédiés, sans activation fonctionnelle ;
- les éventuelles configurations de base (ID de groupe, identification réseau) sont renseignées selon les procédures internes fournies en EXE.

Aucun paramétrage final ni test fonctionnel n'est effectué à ce stade (cf. Chapitre 5).

4.5.3 Continuité, tests internes et contrôles préessais

Les tests décrits ci-après ne constituent pas les essais réglementaires ou de mise en service (réalisés au Chapitre 6), mais des contrôles internes préalable au bon achèvement des travaux d'installation.

4.5.3.1 Contrôle de continuité du bus

Le Titulaire vérifie :

- la continuité physique des liaisons Wizard/DMX/DALI ;
- l'absence d'inversion de polarité ou de rupture de blindage ;
- la cohérence des longueurs et topologies installées.

4.5.3.2 Contrôle mécanique et visuel

Avant la fermeture des enveloppes :

- les connecteurs sont vérifiés (enfoncement, clipsage, absence de jeux),
- les câbles sont mis en forme pour éviter les pliages serrés,
- les boîtiers électroniques sont fixés de manière rigide, sans contrainte mécanique sur les connecteurs.

4.5.3.3 Prétests hors charge

Lorsque requis par la nature du matériel :

- un test de communication basique peut être réalisé (sans activation scénaristique),
- un test d'alimentation basse tension (hors service) peut être appliqué sur certains composants basse consommation, si prévu par les notices,
- l'intégrité de la chaîne (enchaînement des modules) est vérifiée de manière documentaire.

Ces pré-tests ne remplacent en aucun cas les essais formels du Chapitre 6.

4.5.4 Mise en attente, protection et sécurisation

Après installation et avant essais :

4.5.4.1 Mise en attente des câbles et modules

- les liaisons non encore raccordées sont protégées (capuchons, manchons, enveloppes étanches),
- les câbles excédentaires sont rangés en couronne large,
- les entrées de bus sont obturées pour éviter toute pénétration d'humidité.

4.5.4.2 Protection des interfaces

Les éléments sensibles (connecteurs Wizard, modules DMX, drivers électroniques) sont :

- protégés contre les chocs, les projections d'eau et la poussière ;
- maintenus hors tension jusqu'à la séquence d'essais du Chapitre 5 ;
- sécurisés physiquement pour éviter toute manipulation non autorisée.

4.5.4.3 Verrouillage des équipements

Les enveloppes (coffrets, armoires, boîtiers) sont refermées provisoirement afin de :

- prévenir tout arrachement ou contact accidentel,
- assurer la sécurité des intervenants et du public,
- préserver les équipements avant mise en service.

4.5.5 Conformité aux documents EXE et coordination interne

L'ensemble des travaux de mise en œuvre doit être compatible avec :

- les plans de topologie Wizard/DMX,
- les synoptiques de pilotage,
- les plans d'adressage et de groupement,
- les schémas électriques spécifiques aux coffrets de commande.

Toute divergence constatée en phase d'installation doit être immédiatement signalée à la Maîtrise d'Œuvre pour correction ou mise à jour des documents.

4.5.6 Tableau récapitulatif – Méthodes d'exécution des réseaux de commande et de pilotage (Wizard / DMX / Commandes locales)

Phase	Opérations à réaliser	Méthodologie d'exécution (principes techniques)
Préparation & cheminements	Vérification des cheminements dédiés	Contrôle aiguillabilité des fourreaux de commande ; séparation physique vis-à-vis des circuits de puissance ; repérage des longueurs et contraintes géométriques.
	Préparation des câbles de commande	Déroulage sans vrillage ; découpe avec surlongueur ; repérage amont/aval ; contrôle du blindage (bus DMX/RDM).
	Pose des liaisons de commande	Introduction progressive en fourreaux ; respect des rayons de courbure ; éloignement constant des câbles de puissance pour limiter les perturbations CEM.
Organisation dans les ouvrages	Rangement dans regards / émergences	Regroupement linéaire des bus ; absence de boucles serrées ; fixation mécanique distincte des câbles EP/BT.

	Rangement dans armoires	Séparation stricte puissance/commande ; torons propres ; mise en forme permettant ventilation et accessibilité aux modules.
Modules Wizard / DMX / DALI	Préparation modules électroniques	Contrôle intégrité boîtiers, connecteurs, interfaces ; vérification références vs. EXE ; préparation supports.
	Fixation modules	Fixation mécanique rigide, sans contrainte sur câbles ; respect zones de ventilation ; installation conforme aux notices fabricants.
	Raccordement sur bus	Connexion aux bus Wizard, DMX, DALI ou BP ; respect polarité et schémas EXE ; blindage raccordé si requis.
Adressage & pré-paramétrage	Application des adresses	Configuration des adresses matérielles (DMX, RDM, DALI, Wizard) selon tableau EXE ; saisie des IDs de groupe si applicable.
	Pré-paramétrage	Pré-configuration minimale hors charge ; aucun envoi de trames fonctionnelles ; simple cohérence documentaire du réseau.
Contrôles internes (pré-essais)	Vérification continuité bus	Test de continuité ; absence d'inversion polarité ; blindage intact ; conformité longueur avec EXE.
	Contrôle mécanique & visuel	Vérification serrages, clipsages, mise en forme des câbles ; absence de contraintes mécaniques sur modules.
	Pré-tests communication	Vérification basique du dialogue (réseau Wizard/DMX) si prévu ; aucun test scénaristique.
Sécurisation & mise en attente	Protection des interfaces	Capuchonnage des connecteurs ; isolation des ports libres ; protection contre chocs et humidité.
	Mise en attente des câbles commande	Couronnes larges ; fixation hors zone humide ; identification provisoire visible.
	Verrouillage temporaire des équipements	Fermeture armoires/boîtiers ; désactivation des modules ; mise hors tension avant essais formels (Chapitre 5).

4.6 Vérifications intermédiaires d'exécution

Les vérifications intermédiaires d'exécution ont pour objectif de s'assurer de la conformité progressive des ouvrages posés avant la réalisation des essais formels définis au Chapitre 6.
Elles constituent des contrôles internes de bonne exécution, réalisés au fil de l'avancement du chantier, et portent sur les aspects mécaniques, électriques, fonctionnels élémentaires et de sécurité.
Ces vérifications ne se substituent ni aux essais réglementaires (BT, EP, SLT, photométrie), ni aux opérations de réception, mais en garantissent la préparation.

4.6.1 Contrôles visuels, géométriques et mécaniques des ouvrages posés

À chaque étape de progression, le Titulaire effectue les contrôles suivants :

4.6.1.1 Supports EP et SLT

- vérification de la verticalité des mâts et candélabres (écart < 0,5 %) ;
- contrôle du serrage mécanique des ancrages (écrous d'appui / contre-écrous) ;
- inspection des trappes de visite (fermeture correcte, absence de déformation) ;
- contrôle de la position et de l'orientation des bras et consoles ;
- vérification de l'intégrité du traitement de surface (pas de choc ni rayure profonde).

4.6.1.2 Armoires EP / BT / SLT

- contrôle de la stabilité et du positionnement sur socle ;

- vérification du bon positionnement des appareillages internes avant raccordement ;
- contrôle des passages de câbles (étanchéité, absence de pincement).

4.6.1.3 Luminaires, optiques et projecteurs

- vérification de la fixation mécanique (serrage conforme, absence de jeu) ;
- orientation préliminaire des optiques selon les valeurs EXE ;
- inspection des enveloppes (optique, filtres, dissipateur thermique).

4.6.1.4 Signaux SLT et modules sonores

- contrôle de l'alignement directionnel des lanternes ;
- vérification de la fixation des modules R/O/V et visières ;
- maintien mécanique et orientation des modules sonores.

Ces contrôles préliminaires sont réalisés à chaque implantation ou ensemble posé.

4.6.2 Vérifications électriques préalables (hors essais formels)

Avant toute mise sous tension, et sans réaliser les essais réglementaires, le Titulaire procède aux vérifications suivantes :

4.6.2.1 Continuités et isolements simples

- contrôle de continuité des conducteurs via mesure ohmique simple ;
- vérification de l'absence de court-circuit manifeste entre conducteurs ;
- contrôle de l'intégrité visuelle des liaisons équipotentielles internes.

4.6.2.2 Raccordements en tête de mât et en armoire

- vérification de l'identification des câbles (repères provisoires et définitifs) ;
- contrôle de la cohérence des connexions (phase / neutre / terre / commande) ;
- inspection du serrage des bornes, embouts et connecteurs.

4.6.2.3 Vérification des alimentations commandées

Sans mise sous tension définitive :

- contrôle documentaire des circuits et départs avant activation ;
- vérification mécanique des dispositifs de coupure, protections et borniers.

4.6.2.4 Sécurisation avant essais

- capuchonnage ou isolement de tous conducteurs non raccordés ;
- fermeture provisoire des enveloppes pour éviter toute intervention extérieure.

4.6.3 Contrôles intermédiaires des réseaux de commande et pilotage (Wizard)

Ces vérifications sont préalables aux essais fonctionnels définis au Chapitre 5.
Elles portent sur l'ensemble du système de télégestion, incluant les luminaires, les nœuds de communication, les passerelles et les liaisons associées.

4.6.3.1 Réseau de télégestion (Wizard)

Le Titulaire procédera aux contrôles suivants :

- vérification de la mise en service des nœuds de télégestion sur chaque point lumineux ;
- contrôle de la communication entre luminaires et passerelles ;
- validation de l'intégration des équipements dans le réseau (appairage, reconnaissance) ;
- vérification de la cohérence de la topologie réseau (maillage, groupes, hiérarchie) ;
- contrôle de la qualité du signal (RSSI ou indicateur équivalent) ;
- identification des éventuelles zones de couverture insuffisante ;
- vérification du bon fonctionnement des passerelles et de la remontée d'information vers le système de supervision.

4.6.3.2 Équipements de télégestion

- inspection du bon positionnement et maintien des nœuds de télégestion (Zhaga / D4i) ;
- contrôle du raccordement des passerelles et équipements associés ;
- vérification de l'absence de contrainte mécanique sur les connecteurs et interfaces ;
- contrôle de la cohérence des adresses et identifiants matériels avec les documents EXE ;
- vérification de la correspondance : Point lumineux ↔ Adresse de télégestion ↔ Circuit BT ↔ Groupe fonctionnel.

4.6.3.3 Prétests de communication

- activation des indicateurs de fonctionnement des équipements (LED d'état, statuts) ;
- vérification de la remontée des états des luminaires (présence, défaut, communication) ;
- contrôle de la capacité à envoyer des commandes simples (ON/OFF, variation) sans déclenchement des scénarios complets ;
- vérification du comportement en cas de perte de communication (mode dégradé) ;
- validation de la reprise de fonctionnement après rétablissement du réseau.

Exigence générale :
Tout dysfonctionnement du réseau de télégestion (perte de communication, défaut de maillage, incohérence d'adressage) devra être corrigé avant le passage aux essais fonctionnels du Chapitre 5.

4.6.4 Nettoyage, protection et sécurisation progressive des ouvrages

Les ouvrages sont systématiquement sécurisés au fur et à mesure de leur installation :

4.6.4.1 Protection des équipements sensibles

- capuchonnage des connecteurs non raccordés ;
- protection contre projections, poussières et intempéries (films PE, boîtiers) ;
- mise en sécurité des optiques et modules électroniques.

4.6.4.2 Propreté de la zone de travail

- nettoyage des têtes de mâts, consoles, trappes, armoires avant fermeture ;
- évacuation des chutes de câble, cartons, films et éléments d'emballage ;
- maintien propre des volumes internes des armoires.

4.6.4.3 Sécurisation structurelle

- verrouillage provisoire des enveloppes (trappe, porte armoire) ;
- signalisation d'équipements en attente de raccordement ;
- suppression des obstacles créés par les câbles et matériels non posés.

4.6.5 Traçabilité interne des contrôles

Le Titulaire consigne, dans son dispositif interne de contrôle qualité :

- les vérifications réalisées,
- les non-conformités éventuelles,
- les actions correctives engagées,
- les points remis en conformité avant essais.

Ces enregistrements ne constituent pas des documents soumis à visa, mais doivent être tenus disponibles pour la Maîtrise d'Œuvre en cas de demande ou de constat sur site.

4.6.6 Tableau récapitulatif – Vérifications intermédiaires d'exécution

Phase	Opérations à réaliser	Méthodologie d'exécution (principes techniques)
Contrôles mécaniques et géométriques	Supports EP / SLT	Vérification verticalité (<0,5 %), serrage ancrages, orientation bras/consoles, intégrité traitement de surface, contrôle trappes de visite.
	Armoires EP/BT	Contrôle stabilité sur socle ; inspection passages de câbles ; vérification appareillages internes (positionnement, fixations).
	Luminaires / optiques	Vérification serrages ; contrôle inclinaison préliminaire ; inspection enveloppes, dissipateurs thermiques et optiques.
	Signaux SLT / modules sonores	Alignement directionnel ; fixation modules R/O/V ; maintien mécanique ; inspection visières / capots.
Contrôles électriques préalables (hors essais)	Continuités	Mesures simples de continuité ; absence de court-circuit entre conducteurs ; contrôle liaisons équipotentielles internes.
	Raccordements	Vérification repères câbles ; cohérence phase/neutre/terre/commande ; serrage borniers ; inspection embouts/cosses.
	Dispositifs d'alimentation	Vérification mécanique protections et coupures ; inspection documentaire circuits avant activation.
	Sécurisation avant essais	Capuchonnage conducteurs non raccordés ; fermeture provisoire enveloppes ; absence de câble libre non protégé.
Contrôles réseaux de commande	Bus (DMX / DALI / Wizard)	Vérification continuité bus ; contrôle polarité ; vérification blindage ; concordance longueurs / topologies.
	Modules électroniques	Inspection positionnement ; absence de contraintes mécaniques ; contrôle cohérence adressage avec EXE.
	Pré-tests hors charge	Tests simples d'état (voyants, LED) si prévus ; vérification absence défaut visuel ; aucun test scénaristique ou fonctionnel complexe.
Nettoyage et sécurisation progressive	Protection matériel	Capuchonnage connecteurs ; protections contre projection/poussière/intempéries ; sécurisation modules et optiques.
	Propreté zones de travail	Nettoyage trappes, têtes de mât, armoires ; évacuation chutes, emballages ; maintien volumes internes propres.
	Sécurisation structurelle	Verrouillage provisoire trappes/portes ; signalisation câbles en attente ; suppression obstacles ou risques de trébuchement.
Traçabilité interne	Enregistrement contrôles	Suivi interne : vérifs réalisées, écarts, corrections, points remis en conformité avant essais formels.

4.7

4.8 Gestion des séquences et progression du chantier

Le présent article décrit les principes méthodologiques d'organisation, d'enchaînement et de progression des travaux du Lot n°3 – Éclairage Public et Basse Tension.
Il précise la manière dont les interventions doivent être orchestrées sur le terrain, indépendamment :

- des prescriptions de phasage, d'emprise et de coordination définies dans le CCTP Général ;
- des exigences d'études et de livrables définies au §2.5 ;
- des essais, contrôles et opérations de réception décrits au Chapitre 6.

L'objectif est d'assurer une exécution fluide, continue, cohérente et sécurisée, tout en garantissant la compatibilité des travaux du Lot 3 avec l'avancement réel du chantier et les contraintes propres aux zones d'intervention.

4.8.1 Enchaînement des opérations

Le Titulaire réalise les travaux selon une séquence logique et constatée, permettant la mise en œuvre progressive des ouvrages :

1. Préparation et reconnaissance des zones d'intervention : identification des accès, vérification de l'état des supports existants, contrôle des émergences et fourreaux disponibles.
2. Installation des supports EP / SLT : pose, levage, réglage géométrique et serrage définitif.
3. Implantation des armoires EP / BT / SLT : pose sur socle, fixation mécanique, pré-équipement interne.
4. Tirage des câbles EP / BT / SLT : cheminement dans les fourreaux, organisation des mises en attente.
5. Pose des luminaires, lanternes et modules optiques : installation mécanique, réglages initiaux, protections provisoires.
6. Pose des lanternes SLT et modules sonores : assemblage, implantation, réglages directionnels préliminaires.
7. Mise en œuvre des réseaux de commande (Wizard / DMX / commandes locales) : pose des bus, adressage, pré-paramétrage.
8. Vérifications intermédiaires (§4.6) : contrôles mécaniques, géométriques et électriques élémentaires.
9. Sécurisation avant essais : fermeture des enveloppes, protection des connexions, verrouillage des équipements sensibles.

Cette séquence est systématiquement appliquée par secteur ou micro-secteur, selon l'organisation des travaux du Lot Principal (Lot 1 dans l'emprise A et Lot 2 dans l'emprise B) et l'avancement réel des emprises.

4.8.2 Interventions en zones partiellement aménagées

Lorsque les ouvrages du Lot 3 doivent être réalisés dans des secteurs dont l'aménagement n'est pas totalement achevé, le Titulaire applique les principes suivants :

- Adaptation au terrain réel : la pose des supports, armoires et équipements est réalisée en tenant compte des revêtements, terrassements, aménagements ou ouvrages VRD encore en cours.
- Protection des zones sensibles : utilisation de platelages, tapis de répartition, protections mécaniques temporaires lors du levage et du cheminement des matériels.
- Préservation des ouvrages posés par les autres lots : aucune surcharge, aucun appui, aucune sollicitation ne doit être appliquée sur les structures, revêtements, chambres ou fourreaux en cours de réalisation.
- Organisation temporaire des câbles : lorsque les émergences définitives ne sont pas encore accessibles, les câbles peuvent être posés provisoirement sur supports mécaniques, protégés et sécurisés jusqu'à la mise en place définitive.

4.8.3 Mise en œuvre d'une alimentation aérienne provisoire

Le phasage général de l'opération conduit à prévoir la réception anticipée de certains secteurs d'espaces publics avant la réalisation complète des réseaux définitifs d'alimentation d'éclairage public.
En particulier, les réseaux définitifs d'alimentation de la rue Paul Cézanne, du parc Gauguin, de la rue Paul Gauguin et de l'allée Auguste Renoir transitent par l'avenue Charles de Gaulle.
La mise en service de ces secteurs pourra ainsi intervenir avant la réalisation des réseaux définitifs permettant leur alimentation.

De même, certaines sections de l'avenue Léon Blum pourront nécessiter des dispositions provisoires d'alimentation via la rue Nelson Mandela afin de garantir leur mise en service conformément au phasage de l'opération.
Afin d'assurer la continuité de service de l'éclairage public dans l'attente de la réalisation des réseaux définitifs, le Titulaire devra mettre en œuvre les installations d'alimentation électrique provisoires nécessaires.
Ces installations devront garantir un niveau de sécurité, de fiabilité et de continuité de service équivalent à celui attendu pour une installation définitive.
Les voies concernées sont notamment :

- rue Paul Cézanne ; via l'avenue Charles de Gaulle ;
- parc Gauguin ; via l'avenue Charles de Gaulle Nord ;
- avenue Léon Blum (sections Centre et Ouest) ; via la rue Nelson Mandela ;
- rue Paul Gauguin ; via l'avenue Charles de Gaulle Nord ;
- allée Auguste Renoir ; via l'avenue Charles de Gaulle.

4.8.3.1 Dispositions générales

L'alimentation provisoire sera réalisée par câbles aériens.
Le Titulaire devra :

- concevoir une installation provisoire conforme aux normes en vigueur, notamment à la NF C 17-200 ;
- garantir la sécurité des usagers, des riverains et des intervenants ;
- assurer la stabilité et la tenue mécanique des câbles (efforts de traction, vent, flèche, ancrages et fixations) ;
- protéger les installations contre les risques d'arrachement, de choc ou de détérioration ;
- assurer la continuité du service d'éclairage public pendant toute la durée de fonctionnement des installations provisoires.

Les câbles devront être implantés de manière à :

- respecter les hauteurs réglementaires ;
- ne pas gêner les circulations piétonnes, cyclables ou automobiles ;
- préserver l'accès aux riverains et aux services ;
- éviter tout risque pour les usagers et les tiers.

4.8.3.2 Dispositions spécifiques – Paul Cézanne, Parc Gauguin, rue Paul Gauguin, et l'allée Renoir

Le Titulaire réalisera une alimentation provisoire depuis l'armoire Cigogne Strathkelvin, dont la rénovation complète est réalisée dans le cadre du présent lot, vers :

- la rue Paul Cézanne (section Sud puis section complète) ;
- le parc Gauguin ;
- la rue Paul Gauguin ;
- l'allée Auguste Renoir.

Cette alimentation provisoire a notamment pour objet de permettre la mise en service anticipée de ces secteurs dans l'hypothèse où les réseaux définitifs transitant par l'avenue Charles de Gaulle ne seraient pas encore réalisés.
Le Titulaire réalisera également une alimentation provisoire depuis l'armoire Sterne vers :

- l'avenue Léon Blum (section Centre puis section Ouest) ;
- l'avenue Charles de Gaulle Sud.

Ces alimentations devront permettre la mise en service et l'exploitation des candélabres neufs jusqu'à la réalisation et à la mise en service des réseaux définitifs d'alimentation.

4.8.3.3 Dispositions spécifiques – Léon Blum Sud

Le Titulaire mettra en œuvre une alimentation provisoire aérienne entre :

- un candélabre existant de l'avenue Léon Blum ;
- le poste « Sterne » situé au sud de la rue Nelson Mandela.

Cette disposition a pour objet d'assurer la continuité d'alimentation de l'éclairage public durant les différentes phases de basculement et de mise en service du secteur.
Le Titulaire définira dans ses études d'exécution les modalités précises de mise en œuvre de cette alimentation provisoire et les soumettra à la validation de la Maîtrise d'Œuvre.

4.8.3.4 Exigences de mise en œuvre et d'exploitation

Le Titulaire devra :

- assurer la mise en service, l'exploitation et la maintenance de l'installation provisoire ;
- intervenir en cas de défaut dans des délais compatibles avec la continuité du service d'éclairage public ;
- vérifier régulièrement la tenue mécanique et électrique des installations ;
- maintenir les niveaux d'éclairement compatibles avec les usages et les exigences d'exploitation ;
- procéder, si nécessaire, aux adaptations liées à l'évolution du phasage des travaux.

4.8.3.5 Dépose de l'installation provisoire

Les installations provisoires seront déposées après mise en service des réseaux définitifs correspondants.
Le Titulaire devra :

- réaliser cette dépose sans interruption du service d'éclairage public ;
- procéder aux basculements nécessaires entre installation provisoire et installation définitive ;
- remettre en état les supports, ouvrages et points d'ancrage utilisés ;
- évacuer l'ensemble des équipements provisoires.

4.8.4 Déplacement de candélabre existant

Dans le cadre des aménagements de la rue Nelson Mandela, le Titulaire devra procéder au déplacement des candélabres existants afin d'assurer la cohérence du projet et l'intégration des nouveaux aménagements.
Les supports existants seront déposés puis repositionnés en fond de trottoir, au droit des espaces verts projetés.

4.8.4.1 Dépose des candélabres

La dépose des équipements sera réalisée avec le plus grand soin.
Le Titulaire devra :

- protéger les supports, luminaires et équipements associés ;
- éviter toute détérioration des matériaux ;
- déposer les massifs et équipements annexes si nécessaire.

Tout matériel dégradé lors des opérations sera remplacé à la charge du Titulaire.

4.8.4.2 Repose et mise en conformité

Lors de la repose, le Titulaire devra :

- garantir la conformité des supports aux exigences mécaniques en vigueur ;
- assurer la stabilité des nouveaux massifs ou supports ;
- vérifier la conformité des implantations aux plans projet.

4.8.4.3 Contrôle de conformité

Après repose, le Titulaire fera réaliser un contrôle par un organisme ou un bureau spécialisé.
Ce contrôle devra porter notamment sur :

- la stabilité mécanique des supports ;
- la tenue des ancrages ;
- la conformité aux normes applicables.

La méthode utilisée devra être non destructive.
Les rapports de contrôle seront transmis à la Maîtrise d'Œuvre pour validation.

4.8.4.4 Responsabilité du Titulaire

Le Titulaire demeure responsable de :

- la conformité mécanique des supports déplacés ;
- la pérennité des installations ;
- la sécurité des ouvrages après remise en service.

Si les supports existants ne présentent pas les garanties suffisantes, la Maîtrise d'Œuvre pourra imposer leur remplacement.

4.8.4.5 Références réglementaires

Les opérations de déplacement devront être réalisées conformément à la norme NF C 17-200 et aux règles de l'art en vigueur.

4.8.5 Gestion des ouvrages non finalisés

Durant les séquences successives d'exécution, certains ouvrages EP / BT / SLT peuvent rester non raccordés ou partiellement opérationnels.
Le Titulaire :

- protège et sécurise toute extrémité de câble ou connectique non raccordée ;
- capuchonne, isole et identifie tout conducteur en attente ;
- maintient hors zone d'immersion les câbles et équipements sensibles ;
- verrouille provisoirement les armoires, trappes et boîtiers en attente d'essais ou de raccordement ;
- signale tout équipement en attente de mise en service afin d'éviter manipulations ou arrachements.

Les ouvrages non finalisés doivent être laissés dans un état compatible avec l'avancement futur du chantier et la sécurité des intervenants.

4.8.6 Procédure interne en cas d'impossibilité d'exécution

Si un élément du site, un ouvrage préalable ou une incompatibilité constatée empêche l'exécution normale d'une tâche prévue, le Titulaire suit systématiquement la procédure suivante :

1. Mise en sécurité immédiate : arrêt de l'intervention, stabilisation du matériel, protection du périmètre.
2. Analyse technique du point bloquant : diagnostic du défaut (fourreau obstrué, émergence absente, support incompatible, impossibilité d'accès…).
3. Remontée rapide à la MOE : communication claire et documentée (photos, croquis, mesures).
4. Proposition éventuelle de solution : contournement acceptable, adaptation ponctuelle du mode opératoire, replanification de la séquence.
5. Reprise après validation : correction du point bloquant, contrôles intermédiaires renforcés, reprise du déroulé normal de la séquence.

Aucune intervention ne doit être poursuivie tant que la cause d'impossibilité n'a pas été levée.

4.8.7 Traçabilité interne de l'avancement

Le Titulaire tient un suivi interne précis de la progression des ouvrages, comprenant notamment :

- l'état d'avancement par lots opérationnels (supports, câbles, armoires, luminaires, SLT, pilotage) ;
- les dates de pose, de raccordement et de vérifications intermédiaires ;
- les zones prêtes à être remises pour essais ;
- les points restant en attente ou nécessitant reprise.

Ce suivi interne reste à disposition de la Maîtrise d'Œuvre en cas de besoin pour vérifier la cohérence de la progression du chantier.

4.8.8 Tableau récapitulatif – Gestion des séquences et progression du chantier

Phase / Situation	Opérations à réaliser	Méthodologie d'exécution (principes opérationnels)
Enchaînement des opérations	Organisation des séquences EP / BT / SLT	Application d'une séquence type : préparation → supports → armoires → tirages → luminaires / SLT → pilotage → vérifications intermédiaires → sécurisation avant essais.
	Coordination interne des tâches	Limitation des retours sur ouvrages posés ; séparation logique puissance / commande ; aucune mise sous tension avant essais formels.
Intervention par zones / sous-zones	Travail par secteurs homogènes	Découpage du chantier en zones ou micro-zones cohérentes ; achèvement complet d'une séquence avant passage à la suivante.
	Gestion des micro-phasages	Adaptation des méthodes à l'état réel du terrain ; maintien de la cohérence entre ouvrages partiellement exécutés.
Zones partiellement aménagées	Adaptation aux ouvrages en cours	Pose des équipements sans dégradation des revêtements non finalisés ; utilisation de protections mécaniques et platelages temporaires.
	Limitation des interférences	Réduction des traversées d'emprise ; protection systématique des ouvrages déjà posés contre chocs, projections et salissures.
	Cheminements provisoires de câbles	Pose temporaire sur supports mécaniques ; maintien hors zone humide ou circulée ; sécurisation jusqu'à mise en œuvre définitive.
Ouvrages non finalisés	Gestion des équipements non raccordés	Capuchonnage et protection des connectiques ; stockage hors sol ; signalisation locale « Équipement non raccordé ».
	Pré-sécurisation des circuits	Isolement des extrémités ; absence de conducteurs libres ; contrôle quotidien des fermetures provisoires.
Continuité d'exécution	Organisation de l'avancement	Planification interne par lots homogènes (supports, câbles, armoires, pilotage) ; maintien d'un rythme compatible avec la coordination inter-lots.
Situations bloquantes	Mise en sécurité immédiate	Arrêt ciblé de l'opération ; stabilisation mécanique de l'ouvrage ; protection du périmètre.
	Analyse et remontée	Identification technique du point bloquant ; signalement documenté à la MOE ; proposition de solution alternative le cas échéant.
	Reprise des travaux	Reprise uniquement après instruction ; contrôles intermédiaires renforcés avant poursuite normale de la séquence.
Traçabilité de la progression	Suivi interne d'avancement	Tenue d'un registre interne par segment (supports, câbles, armoires, pilotage) avec dates de pose, vérifications et état de disponibilité pour essais.

4.9 Sécurisation, protection et remise en état

Les travaux du Lot n°3 – Éclairage Public et Basse Tension impliquent la mise en œuvre d'ouvrages sensibles, susceptibles d'être exposés à des chocs, intempéries, manipulations intempestives ou interactions avec d'autres intervenants du chantier.
Le Titulaire applique les méthodes décrites ci-après afin d'assurer la sécurité des personnes, la préservation des matériels et l'intégrité progressive des installations, en complément des exigences du CCTP Général (sécurité, balisage, protections collectives).
Les mesures de sécurisation sont appliquées en continu, depuis l'arrivée des matériels sur site jusqu'à la remise en état finale avant essais.

4.9.1 Sécurisation des ouvrages et équipements en cours d'exécution

Le Titulaire met en œuvre les dispositions suivantes dès qu'un ouvrage EP / BT / SLT est partiellement ou totalement posé :

4.9.1.1 Ouvrages non raccordés ou non finalisés

- capuchonnage étanche systématique des extrémités de câbles non connectées ;
- verrouillage provisoire des trappes de mâts, portes d'armoires et boîtiers ;
- fixation des modules électroniques ou coffrets internes pour éviter toute traction ou arrachement ;
- signalisation locale de tout équipement "Non raccordé – Ne pas manipuler".

4.9.1.2 Prévention des chocs, arrachements et dégradations

- maintien des câbles en attente à distance du sol, hors zones de roulage et de stockage ;
- mise en place d'écrans temporaires, protections en mousse ou carters plastiques sur les enveloppes exposées ;
- mise hors zone de manutention des luminaires, lanternes SLT et modules de commande avant leur installation définitive.

4.9.1.3 Sécurisation mécanique

- stabilisation des supports ou armoires dont le scellement n'est pas encore totalement assuré ;
- absence de surcharge ponctuelle sur les consoles, bras et enveloppes ;
- interdiction de toute utilisation des supports et armoires comme points d'appui, d'accrochage ou de levage.

4.9.2 Protection contre les intempéries, infiltrations et poussières

Le Titulaire applique des mesures adaptées pour préserver les équipements électriques et électroniques contre les conditions environnementales rencontrées en cours de chantier :

4.9.2.1 Protection contre l'humidité

- capuchonnage des émergences de fourreaux non utilisés ;
- mise en place de films étanches et sacs polyéthylène temporaires sur les connecteurs, modules internes et borniers ;
- maintien des volumes internes non fermés hors zones de ruissellement ou stagnation d'eau.

4.9.2.2 Protection contre la poussière et les projections

- obturation provisoire des enveloppes ouvertes (armoires, coffrets, trappes) ;
- pose de films de protection sur optiques, lentilles, visières et surfaces fragiles ;
- interdiction d'utilisation des équipements comme zones de coupe, de perçage ou de travaux poussiéreux.

4.9.2.3 Conditions de stockage temporaires

- stockage hors sol des luminaires, modules électroniques, drivers et câbles sensibles ;
- ventilation minimale des modules électroniques lorsque requis par les notices ;

- rangement ordonné des matériaux sous abri lorsque l'exposition prolongée est susceptible d'endommager les équipements.

4.9.3 Sécurisation des cheminements, tranchées et zones de raccordement

Lorsque les cheminements de câbles, émergences ou zones de raccordement sont en phase transitoire :

- les fourreaux accessibles sont protégés par bouchons ou couvercles temporaires ;
- les regards ouverts ou en cours d'intervention sont balisés et équipés de grilles temporaires ;
- les câbles posés provisoirement sont fixés mécaniquement (colliers, supports temporaires) afin d'éviter tout arrachement ou écrasement ;
- aucune circulation d'engins ne doit s'effectuer sur les zones où les câbles sont en attente non enterrés ou non protégés.

4.9.4 Protection des installations finalisées pendant les phases transitoires

Les ouvrages finalisés mais non encore mis en service doivent être préservés jusqu'aux essais :

- retrait progressif des seules protections incompatibles avec les essais ;
- maintien des protections mécaniques jusqu'à l'achèvement complet des travaux voisins ;
- contrôle régulier de l'état des optiques, enveloppes, panneaux, lanternes et modules ;
- nettoyage préliminaire des supports et luminaires avant essais nocturnes.

4.9.5 Remise en état progressive et nettoyage des zones d'intervention

Avant chaque changement de phase, remise d'emprise ou début d'essais, le Titulaire :

- enlève les résidus de chantier (chutes de câbles, emballages, fixations) ;
- nettoie les ouvrages posés (supports, armoires, optiques, modules SLT) ;
- remet en état les abords immédiats (dégagement, suppression obstacles, retrait protections devenues inutiles) ;
- vérifie la conformité visuelle et mécanique de l'ensemble des ouvrages du segment concerné.

Ces opérations garantissent une parfaite lisibilité des installations et une mise à disposition sans ambiguïté pour les essais formels.

4.9.6 Préparation à la transmission pour essais

À l'issue des opérations de sécurisation :

- toutes les protections incompatibles avec les essais sont retirées ;
- les ouvrages sensibles restent protégés jusqu'au dernier moment compatible ;
- les volumes internes sont propres, dégagés et accessibles ;
- la conformité des repérages provisoires est vérifiée.

La zone est alors considérée comme prête à être remise aux opérations d'essais définies au Chapitre 5.

5 DESCRIPTION DES OUVRAGES

La description des ouvrages fait l'objet du fascicule n°2 du CCTP VRD.

6 ESSAIS ET CONTROLE DES OUVRAGES

6.1 Réglages et essais diurnes et nocturnes de l'éclairage

L'Entreprise est tenue d'assurer, sous sa responsabilité, l'ensemble des réglages et essais nécessaires au bon fonctionnement des installations d'éclairage : réglages mécaniques et optiques, contrôles électriques, vérifications photométriques, essais fonctionnels et scénographiques.
Ces opérations ont pour objectif d'obtenir un niveau d'éclairement conforme aux études d'exécution visées, aux prescriptions du Maître d'Œuvre, ainsi qu'aux orientations du concepteur lumière ou de son représentant.
Un planning détaillé des réglages et essais, intégrant les séquences diurnes et nocturnes, est établi par l'Entreprise et soumis pour accord au Maître d'Ouvrage et au Maître d'Œuvre.
Ce planning tient compte des différentes phases de travaux et des mises à disposition successives des zones.

6.1.1 Réglages et essais nocturnes

Compte tenu de la nature même des installations d'éclairage, l'Entreprise devra prévoir dans son prix forfaitaire l'ensemble des sujétions liées aux opérations nocturnes, sans pouvoir prétendre à aucune indemnité complémentaire.
À titre indicatif, et sans que cela n'engage le Maître d'Ouvrage ou la Maîtrise d'Œuvre, il est généralement attendu deux séances nocturnes pour les essais d'orientation et de puissance et deux séances nocturnes supplémentaires pour les réglages en matière de programmation, et ce par phase de travaux.
L'Entreprise devra également prévoir la présence d'un technicien qualifié pour assister la Maîtrise d'Ouvrage lors de la présentation du résultat final, ainsi que lors d'une éventuelle inauguration.

6.1.2 Réglages photométriques définitifs

Les réglages photométriques définitifs sont réalisés à l'issue complète des travaux, lorsque l'ensemble des dispositifs d'éclairage d'un secteur est en état de fonctionnement.
Ces réglages ont pour objectif :

- d'obtenir l'uniformité de luminance et d'éclairement la plus aboutie,
- d'assurer un confort visuel optimal,
- de garantir l'absence de nuisances lumineuses pour les riverains et les usagers.

Les travaux suivants sont effectués par l'Entreprise :

- relevé des réglages définitifs (orientation, inclinaison, flux) et marquage physique des positions,
- relevés photométriques : luminances, éclairements horizontaux/verticaux, mesures en tous points du quadrillage conforme aux Recommandations AFE,
- mesure simultanée de la tension d'alimentation durant les essais,
- assistance éventuelle du constructeur des luminaires pour les réglages fins.

L'ensemble des mesures est réalisé tous luminaires allumés, en conditions réelles d'exploitation.

6.1.3 Moyens matériels mis à disposition

Pour la réalisation de ces opérations, l'Entreprise met à disposition, à ses frais, l'ensemble du matériel nécessaire, comprenant notamment :

- câbles souples pour raccordements provisoires aux instruments ;
- outillage standard et spécifique aux dispositifs d'éclairage ;
- moyens de communication (talkies-walkies) entre l'armoire EP et les équipes d'intervention ;
- nacelles, échelles ou escabeaux pour accès aux luminaires ;
- instruments de mesure photométrique : luxmètre calibré et adapté aux sources installées ;
- marqueurs indélébiles pour la matérialisation des réglages définitifs.

Aucun essai ne peut être reporté ou refusé au motif d'une insuffisance de moyens.

6.1.4 Protocoles spécifiques d'essais et de réglages

Les essais sont réalisés en présence de la Maîtrise d'Œuvre et, lorsque nécessaire, du gestionnaire ou de la Maîtrise d'Ouvrage.
Ils comprennent notamment :

- Essais photométriques nocturnes : orientation des optiques, vérification des uniformités, ajustements des flux lumineux ;
- Tests Wizard : communication ZigBee, niveaux RSSI, essais d'abaissement, reprogrammation éventuelle des scénarios ;
- Tests DMX/RDM : vérification des adresses, patchs, scènes, transitions colorimétriques et modes veille ;
- Tests des boutons-poussoirs : activation, cycle complet, verrouillage antirebond, fonctionnement en mode repli ;
- Validation des scénarios par zone : éclairage fonctionnel, scénographique, ludique ou sportif selon la configuration du site.

Chaque séance d'essais donne lieu à l'établissement, par l'Entreprise, de procès-verbaux détaillés comprenant : valeurs mesurées, observations, captures d'écran ou exports de paramètres Wizard/DMX, fichiers finaux de configuration.

6.1.5 Exigences complémentaires applicables aux essais nocturnes

Les essais nocturnes doivent également permettre de vérifier :

- les niveaux moyens d'éclairement,
- les uniformités et valeurs minimales,
- les paliers d'abaissement nocturne,
- les séquences Wizard et DMX/RDM programmées,
- l'orientation définitive de chaque luminaire.

Les réglages ne sont réputés conformes qu'après :

- établissement des procès-verbaux complets,
- visa final de la Maîtrise d'Œuvre,
- accord du Maître d'Ouvrage lorsque requis,
- intégration des documents au DOE.

En cas d'écart entre les mesures et les études d'exécution visées, l'Entreprise procède aux recalages nécessaires, suivis d'une contre-vérification nocturne.

6.2 Essais SLT / EP

Les essais et contrôles relatifs aux installations d'Éclairage Public (EP) et de Signalisation Lumineuse Tricolore (SLT) ont pour objet de vérifier la conformité électrique, lumineuse et fonctionnelle des ouvrages réalisés, avant toute mise en service et réception.
L'Entreprise doit procéder, à ses frais et sous sa responsabilité, à l'ensemble des opérations décrites ci-après, en mobilisant les moyens matériels, humains et techniques nécessaires.
Les essais sont réalisés en présence du Maître d'Œuvre et, lorsque requis, du gestionnaire ou des exploitants concernés.

6.2.1 Essais de conformité électrique

L'Entreprise procède aux essais suivants :

- Vérification de la conformité réglementaire des installations (obtention du certificat Consuel),
- Mesure de l'isolement entre conducteurs actifs et entre phase et terre, sur l'ensemble des circuits EP et SLT,
- Mesures des tensions, intensités et chutes de tension, notamment pour les circuits de grande longueur,
- Mesure des résistances de terre, y compris les terres des armoires, des mâts EP, des mâts SLT et des dispositifs métalliques associés,
- Contrôle des circuits de protection, des dispositifs différentiels, des fusibles embarqués et des appareillages internes.

Les essais nécessitant du matériel spécialisé (camion laboratoire, mégohmmètre haute précision, contrôleur différentiel) sont à la charge de l'Entreprise.

6.2.2 Essais photométriques réglementaires (méthode des 9 points)

Pour les chaussées, voies de circulation et secteurs soumis à la norme, l'Entreprise procède aux essais d'éclairement selon la méthode dite « des 9 points » :

- utilisation d'un luxmètre étalonné,
- mesures réalisées au sol, selon le quadrillage défini par la méthode,
- comparaison avec les résultats des études photométriques visées.

En cas de pluie ou de sol brillant rendant les mesures non fiables, les essais sont reportés.

Les essais photométriques doivent démontrer que les valeurs mesurées sont conformes ou supérieures aux valeurs issues des études EXE.

6.2.3 Essais de fonctionnement et réglage des contrôleurs

Pour la partie SLT, l'Entreprise effectue :

- les réglages des contrôleurs de carrefour,
- la vérification des entrées/sorties, relais, temporisations et sécurités,
- la cohérence des cycles, matrices, dégagements et phases piétonnes,
- les contrôles du fonctionnement nocturne et diurne.

Ces essais se font en coordination étroite avec l'exploitant SLT, en respectant les prescriptions d'exploitation en vigueur.

6.2.4 Essais d'éclairement et contrôles complémentaires

Outre les mesures normalisées, l'Entreprise assure :

- les vérifications de luminance lorsque requis,
- les contrôles d'uniformité des zones éclairées,
- les essais d'allumage, d'extinction et de continuité,
- les vérifications d'optique et de positionnement final des luminaires,
- les contrôles des protections mécaniques, des têtes de mâts, boîtes de dérivation et raccordements associés.

Tous les essais doivent démontrer la parfaite conformité des installations aux EXE et aux prescriptions du CCTP.

6.2.5 Recours à un organisme agréé et certification

L'Entreprise fait intervenir, à ses frais, un bureau de contrôle agréé chargé de :

- la vérification normative de l'ensemble des installations électriques du lot,
- la délivrance du rapport de conformité réglementaire,
- l'établissement du certificat CONSUEL,
- le contrôle des équipements SLT conformément aux prescriptions applicables (NF C 17-200, NF P 99-200, dispositifs de protection).

Le procès-verbal délivré par le bureau de contrôle est transmis au Maître d'Œuvre par courrier recommandé avec accusé de réception.

6.2.6 Conditions de réception

La réception des installations EP et SLT est subordonnée :

- à la conformité des essais et mesures,
- à l'obtention du certificat de conformité (Consuel),
- à la production de l'ensemble des PV (électriques, photométriques, SLT),
- à l'absence de non-conformités résiduelles,
- à l'accord explicite de la Maîtrise d'Œuvre.

Toute anomalie constatée devra être corrigée à la charge du Titulaire, suivie d'une contre-vérification jusqu'à obtention de la conformité complète.

6.3 Contrôles des installations d'Éclairage Public (EP)

L'Entreprise fera procéder, à ses frais exclusifs, à l'ensemble des contrôles électriques, mécaniques et fonctionnels nécessaires à la vérification des installations d'Éclairage Public, tant avant qu'après mise sous tension, et ce conformément aux prescriptions du présent CCTP, aux normes en vigueur et aux plans d'exécution visés.
Ces contrôles sont réalisés sous la responsabilité du Titulaire et sous la supervision du Maître d'Œuvre.
Ils conditionnent la réception des ouvrages et ne peuvent, en aucun cas, être reportés ou limités au motif d'une insuffisance de moyens.

6.3.1 Nature des contrôles à réaliser

Les contrôles portent notamment sur :

- l'intégrité et la continuité des câbles : conducteurs d'alimentation, câbles de liaison interne, câbles de terre ;
- les valeurs de résistance des circuits de terre, y compris celles des mâts, des candélabres et des masses métalliques associées ;
- les essais électriques des points lumineux : continuités, isolements, protections, essais d'allumage ;
- la mise en conformité du réseau et la vérification des réglages des appareillages ;
- la conformité des appareils posés avec les agréments du marché : tout matériel non conforme ou de référence différente sera refusé et remplacé à la charge exclusive de l'Entreprise ;
- la vérification du bon fonctionnement des éclairages : optique, flux, stabilité, absence de scintillement, absence de défaut de raccordement.

L'Entreprise assure également le contrôle visuel complet de tous les équipements posés : serrages, trappes, alimentations, protections mécaniques, interfaces armoires / supports.

6.3.2 Interventions du bureau de contrôle agréé

Tous les contrôles EP sont effectués par un bureau de contrôle agréé, choisi et rémunéré par l'Entreprise.
Ce bureau réalise notamment :

- les essais électriques réglementaires,
- les contrôles de conformité des circuits,
- la vérification des dispositifs de protection (DDR, fusibles, disjoncteurs),
- les essais post-mise sous tension,
- les mesures d'isolement et de résistance de terre,
- les contrôles du câblage interne des armoires d'éclairage,
- les vérifications de stabilité des supports.

Le Titulaire intègre au planning d'exécution, qu'il soumet à la MOE, toutes les étapes nécessitant l'intervention du bureau de contrôle, de manière à permettre la présence et la supervision du Maître d'Œuvre.

6.3.3 Schéma de l'installation et valeurs de terre

À l'issue des contrôles, l'Entreprise établit le schéma complet de l'installation comprenant, pour chaque appareillage d'éclairage et pour chaque point lumineux :

- la valeur mesurée de la résistance de terre,
- la localisation du point,
- les références de matériel,
- les valeurs de continuité et de protection associées.

Ce document est opposable et peut conditionner la réception des travaux.
Tout écart significatif conduit à des reprises correctives immédiates et à une nouvelle campagne de mesures, sans surcoût pour la MOA.

6.3.4 Certification de conformité (CONSUEL)

L'Entreprise fait établir, à ses frais, le rapport de conformité réglementaire par un bureau de contrôle agréé, en vue de l'obtention du certificat CONSUEL.
Ce certificat constitue une condition préalable obligatoire à toute mise sous tension définitive des installations d'Éclairage Public.
L'Entreprise :

- transmet le dossier complet au Consuel,
- obtient le certificat de conformité,
- adresse au Maître d'Œuvre, en lettre recommandée avec accusé de réception, le rapport final et le certificat officiel.

Aucune mise en service, même partielle, ne pourra intervenir avant l'obtention de ce certificat.

6.3.5 Levée des nonconformités

Toute anomalie ou non-conformité constatée lors des essais ou contrôles :

- doit être corrigée immédiatement par l'Entreprise,
- donne lieu à une contre-vérification systématique,
- ne peut entraîner ni modification du planning, ni révision de prix,
- ne peut être considérée levée qu'après validation écrite du Maître d'Œuvre.

La réception ne pourra être prononcée tant que l'ensemble des non-conformités n'aura pas été levé.

6.4 Contrôles des installations de Signalisation Lumineuse Tricolore (SLT)

Sans objet ; aucun ouvrage de SLT n'est prévu au programme du présent lot.

7 RECEPTION, DOE, DIUO

Le présent paragraphe précise exclusivement les pièces techniques, documentaires et de contrôle que le Titulaire du Lot 2 doit fournir au titre du DOE et du DIUO.
La procédure de réception, les modalités d'OPR, de levée de réserves, de remise en gestion, ainsi que les exigences administratives associées, sont définies dans le CCTP Général – Chapitre 6, et s'appliquent intégralement au présent lot sans être répétées ici.
Les documents et procès-verbaux décrits aux §4.10.1 à §4.10.4 constituent les conditions nécessaires à la réception technique des ouvrages d'Éclairage public et de Basse Tension, sans préjudice des obligations définies dans le CCTP Général pour la réception administrative des travaux.

7.1 Contenu DOE

Le Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) contiendra a minima les éléments suivants :

- 1. Ensemble des plans d'exécution (y compris détails, coupes, profils types, etc.) et plans de récolement géoréférencés intégrant l'implantation des points lumineux, supports, fourreaux, regards, armoires/coffrets, ainsi que les cheminements de commande et de pilotage.
  Les plans de récolement et données associées devront impérativement être compatibles avec le système d'information géographique (SIG) de la Communauté d'Agglomération Grand Paris Sud (GPS).
  - À ce titre, les données seront fournies :
  - au format SHAPEFILE (.shp, .shx, .dbf, .prj) en complément des formats PDF et DWG ;
  - géoréférencées dans le système RGF93 – Lambert 93 (EPSG 2154) ;
  - structurées selon les couches suivantes :
    - RESEAU_EP_PT_LUMINEUX
    - RESEAU_EP_EQUIP
    - RESEAU_EP_MOBILIER
    - RESEAU_EP_TRONCON
  - Les données attributaires devront respecter :
  - une saisie en majuscules sans accent ;
  - l'absence d'abréviation ;
  - une structuration conforme aux modèles de données définis par GPS.
  - Les données devront être cohérentes géométriquement (absence de doublons, raccordements corrects, respect des topologies réseau) et conformes aux exigences de précision de classe A.
  - Les métadonnées associées devront être fournies (formats .xml, .xls ou .pdf) et comprendront notamment :
    - le dictionnaire de données ;
    - le modèle de données ;
    - les modalités de constitution et de mise à jour des informations.
  - Aucune réception ne pourra être prononcée sans conformité des fichiers fournis aux exigences SIG de GPS.
  - L'ensemble des documents sera indexé selon leur statut (Pour Avis / Pour Visa / Exécuté).
- 2. Ensemble des schémas électriques (réseaux et appareillages) :
  - schémas unifilaires et multifilaires des circuits EP/BT ;
  - schémas détaillés des coffrets et armoires ;
  - repérage harmonisé des circuits, départs et borniers.
- 3. Ensemble des fiches techniques produit et notices d'utilisation / maintenance des matériels effectivement installés :
  - luminaires, drivers, mâts et crosses ;
  - coffrets et armoires EP ;
  - équipements de télégestion le cas échéant ;
  - accessoires et composants associés.
- 4. Plan de contrôle par nature d'ouvrage et ensemble des contrôles réalisés (traçabilité complète : références, dates, résultats, visas), couvrant les installations EP/BT ainsi que les éventuels dispositifs de pilotage.
- 5. Synthèse des essais par nature d'ouvrage (avec statut de conformité) :

- essais et réglages nocturnes de l'éclairage (orientation, performances, niveaux d'abaissement) ;
- essais BT (continuité, isolement, dispositifs différentiels, prises de terre) ;
- essais de fonctionnement des systèmes de pilotage le cas échéant.

- 6. Ensemble des constats d'événements, fiches de non-conformité et fiches de modification/adaptation (ou équivalent), incluant :
  - analyse des causes ;
  - mesures correctives mises en œuvre ;
  - levées de non-conformité validées.

7.2 Prescriptions pour l'éclairage public

Le DOE intègre pour les ouvrages d'éclairage public, a minima, les pièces suivantes :

- Un plan de récolement classe A géoréférencé, fourni aux formats PDF, DWG et SHAPEFILE, comprenant :
  - l'ensemble des ouvrages EP (points lumineux, supports, armoires, réseaux, fourreaux, regards) ;
  - les coordonnées X, Y, Z de chaque point caractéristique ;
  - un niveau de précision conforme à la classe A :
    - 40 cm pour les réseaux rigides,
    - 50 cm pour les réseaux souples ;
  - la structuration topologique du réseau (continuité des tronçons, raccordement des points aux linéaires) ;
  - la stricte cohérence entre plans graphiques, données attributaires et ouvrages réalisés.

  Les données seront compatibles avec le SIG de la Communauté d'Agglomération Grand Paris Sud (GPS) et respecteront :
  - le système de projection RGF93 – Lambert 93 (EPSG 2154),
  - les règles de structuration des couches et objets,
  - les exigences de qualité géométrique (absence de doublons, cohérence topo).
- Une base de données SIG complète comprenant :
  - les couches géographiques normalisées (points lumineux, équipements, mobilier, tronçons) ;
  - les attributs descriptifs complets des équipements ;
  - les métadonnées associées (dictionnaire de données, modèle, modalités de constitution).

  Les données seront fournies en conformité avec les prescriptions GPS, notamment :
  - saisie en majuscules sans accent,
  - absence d'abréviations,
  - cohérence des identifiants entre supports, luminaires, circuits et armoires.
- Une nomenclature exhaustive des équipements installés, comprenant pour chaque point lumineux :
  - identifiant unique (numérotation fournie par le gestionnaire - Toute non conformité de la numérotation pourra entraîner un refus du DOE et de la réception) ;
  - type et hauteur du support ;
  - type et longueur de crosse ;
  - type de luminaire et référence du fabricant ;
  - référence des optiques et du solide photométrique ;
  - type de driver et caractéristiques électriques ;
  - puissance installée ;
  - affectation au circuit et à l'armoire.

  Cette nomenclature devra être strictement cohérente avec :
  - les plans de récolement,
  - la base SIG,
  - les étiquetages terrain.
- Pour chaque ouvrage (point lumineux, armoire, équipement), une fiche de récolement comprenant :
  - coordonnées géographiques (X, Y, Z) ;
  - caractéristiques techniques principales ;
  - référence du matériel installé ;
  - photographie de l'équipement en situation ;
  - numéro d'identification.

Ces fiches seront intégrées au DOE et cohérentes avec les données SIG.

- L'ensemble des notes de calcul issues des études d'exécution, incluant :
  - dimensionnement des câbles et chutes de tension ;
  - sélectivité des protections ;
  - bilans de puissance par armoire ;
  - dimensionnement des massifs le cas échéant.
- Le synoptique de l'installation d'éclairage public, comprenant :
  - architecture de distribution électrique ;
  - repérage des départs et circuits ;
  - organisation des armoires et coffrets ;
  - schéma de principe des liaisons de commande et de télégestion.
- Les fiches techniques détaillées de tous les matériels installés, reflétant strictement les équipements réellement posés.
- L'étude photométrique définitive validée (EN 13201), comprenant :
  - résultats Emoy, Emin, uniformité ;
  - hypothèses de calcul (facteur de maintenance, optiques, géométrie) ;
  - cohérence avec implantation réelle.

  Elle sera complétée par les procès-verbaux des mesures nocturnes réalisés sur site.
- Les procès-verbaux d'essais et contrôles comprenant :
  - essais électriques (continuité, isolement, prises de terre ≤ 10 Ω, DDR) ;
  - essais de fonctionnement de l'installation ;
  - essais de télégestion (configuration, communication, remontée des états, application des scénarios) ;
  - réglages photométriques nocturnes.
- Concernant le système de télégestion :
  - synoptique détaillé du système (architecture réseau, passerelles, équipements) ;
  - plan d'adressage complet (point lumineux ↔ adresse de télégestion ↔ circuit ↔ groupe fonctionnel) ;
  - fichiers de configuration effectivement déployés (formats natifs + PDF) ;
  - scénarios d'allumage, extinction et abaissement conformes au §3.9.3 ;
  - tableaux de groupes et logiques de pilotage ;
  - exports de supervision (états, défauts, historiques si disponibles) ;
  - preuve de bon fonctionnement du réseau (connectivité, communication, couverture) ;
  - procédure de sauvegarde et de restauration.

  Ces éléments devront être cohérents avec les essais réalisés et les réglages validés.
- Les caractéristiques de l'abonnement électrique (le cas échéant), incluant :
  - puissance souscrite ;
  - schéma de raccordement ;
  - documents ENEDIS associés.
- Une attestation d'achèvement des travaux.

7.2.1 Exigence spécifique télégestion

Le système de télégestion devra être pleinement opérationnel et exploitable à la réception, incluant :

- accès au système de supervision ;
- validation des scénarios programmés ;
- vérification de la remontée des états et défauts ;
- cohérence entre données DOE et système opérationnel.

Toute non-conformité entraînera le refus du DOE.

7.2.2 Opposabilité et conditions de reprise en exploitation

La mise en service et la reprise en exploitation des installations d'éclairage public ne pourront intervenir qu'après :

- transmission complète du DOE et du DIUO ;

- validation du DOE par la Maîtrise d'Œuvre et la Maîtrise d'Ouvrage ;
- validation de la conformité des données SIG par les services de la collectivité ;
- réception d'un rapport de contrôle technique sans réserve.

La réception technique des ouvrages est conditionnée notamment à :

- la fourniture des plans de récolement conformes classe A ;
- la cohérence complète entre DOE, EXE et ouvrages exécutés ;
- la conformité des données SIG (géométrie, attributs, structuration) ;
- la fourniture des procès-verbaux d'essais, y compris réglages nocturnes ;
- la transmission des données et configurations de télégestion.

Toute non-conformité des données, en particulier vis-à-vis des exigences SIG GPS, entraînera le rejet du DOE et le report de la réception aux frais du Titulaire.

7.3 Spécificités pour la BT

Le DOE BT comprend a minima les pièces suivantes, à remettre en PDF et en formats natifs (DWG pour les plans, formats numériques des schémas/notes), conformément aux exigences de remise du CCTP Général – Chapitre 6 :

- Plans et récolements BT
  - Plans de récolement géoréférencés (PDF + DWG) des cheminements BT, intégrant tranchées/fourreaux (Lot 1), émergences, regards/chambres, réservations et raccordements, avec repérage univoque des circuits, départs et borniers ; concordance stricte avec les EXE visés.
  - Plans de situation des armoires/coffrets BT (y compris dédiés aux équipements tiers, le cas échéant), et schémas d'implantation internes.
- Schémas et documentation électrique
  - Schémas unifilaires et multifilaires définitifs (classe II) couvrant l'ensemble des circuits BT, protections, dispositifs différentiels et de coupure, téléreport ENEDIS s'il y a lieu, et tableaux de correspondance circuits ↔ borniers ↔ repères terrain.
  - Synoptiques de distribution et synoptiques de pilotage associés lorsque des interfaces BT ↔ systèmes de gestion (Wizard/DMX/DALI) sont implantées (alimentation passerelles, contrôleurs/coffrets de pilotage, séparations puissance/commande).
- Notes de calcul et bilans
  - Notes de calcul finales conformes à la NF C 15-100 : sections, chutes de tension, courants de court-circuit (ICC), sélectivité thermique et différentielle, coordination des DDR, bilans de puissance par armoire/coffret ; résultats cohérents avec les matériels effectivement posés.
  - Bilan de puissance consolidé de l'installation BT (incluant, si présent, les départs vers équipements tiers).
- Dossier ENEDIS — R323-25 visé *(le cas échéant)*
  - Dossier R323-25 visé "Bon pour Exécution" par ENEDIS, comprenant : plans BT, schémas, notes de calcul, bilans de puissance, phasage et repérages conformes au § 2.5.2 ; intégrer également, si nécessaires, les avenants documentaires déposés auprès d'ENEDIS.
  - Rappel opposable : aucun tirage de câble BT, aucun essai sous tension et aucune mise en service ne sont admis avant obtention du visa ENEDIS ; le dossier visé est versé au DOE.
- Essais, contrôles et PV réglementaires
  - PV d'essais BT : continuité, isolement, fonctionnement des protections et DDR, vérification des serrages, mesure des prises de terre (valeur ≤ 10 Ω lorsque requis par le présent Lot) ; essais réalisés selon la NF C 15-100 et les prescriptions du chapitre 3.3.2.
  - Rapport(s) de contrôle (CONSUEL ou organisme compétent) lorsque requis par la nature des ouvrages BT.
- Matériels et traçabilité
  - Nomenclature détaillée des matériels BT (armoires/coffrets, protections, appareillages, borniers, câbles) effectivement posés, par référence constructeur, calibre et réglages applicables ; fiches techniques et notices d'utilisation/maintenance correspondantes.

- Repérage définitif des circuits et des borniers (harmonisé entre plans, étiquettes en armoire et schémas) ; photographies de repérages en coffrets/armoires recommandées pour la lisibilité d'exploitation.

- Équipements tiers (si présents)
  - Pour les alimentations BT d'équipements tiers situés sur l'espace public (bornes escamotables/motorisées, IRVE vélos, dispositifs lumineux intégrés, etc.) :
    schémas unifilaires, notes de calcul, bilans, repérages, téléreport ENEDIS le cas échéant, et intégration au synoptique général de l'installation ; raccordements en points de livraison assurés par les gestionnaires conformément au Tableau des Limites de Prestations.
- Formats, indexation, concordance
  - Remise en PDF + formats natifs (DWG/CAD pour plans, formats sources pour schémas/notes), indexation (n° version, date, statut : PA/ PV/ EXE), et concordance stricte avec les documents EXE visés et les réglages/essais réalisés. Les exigences de format et d'archivage du CCTP Général – Chapitre 6 s'appliquent.

7.4 Spécificités pour la SLT

Sans objet ; aucun ouvrage de SLT n'est prévu au programme du présent lot.

7.5 Nombre d'exemplaires

Le titulaire fournira le DOE en :

- 1 exemplaire en format informatique (y compris fichiers sources).
- 2 exemplaires en format papier.

7.6 DIUO

En complément des prescriptions du CCTP « Généralités », le DIUO comportera notamment :

- les éléments nécessaires à l'exploitation des installations d'éclairage ;
- les notices d'entretien et de maintenance des équipements ;
- les consignes de sécurité pour l'exploitation et les interventions ;
- les fiches de maintenance des installations d'éclairage public ;
- les documents relatifs au système de télégestion (Wizard ou équivalent), incluant :
  - description du fonctionnement général du système,
  - architecture du réseau de télégestion,
  - principes de communication (luminaires / passerelles / supervision),
- les modalités d'exploitation de la télégestion :
  - gestion des groupes de luminaires,
  - modification des scénarios,
  - ajustement des niveaux d'éclairement,
- les scénarios d'éclairage définis au §3.9.3, accompagnés :
  - des plages horaires,
  - des niveaux de variation,
  - des règles de fonctionnement en mode normal et dégradé,
- les procédures de gestion des incidents :
  - perte de communication,
  - défaut d'un point lumineux,
  - dysfonctionnement du système de télégestion,
- les modalités de reprise en exploitation et de paramétrage.

L'ensemble des documents devra être cohérent avec les livrables définis au §2.5.5 et les prescriptions de télégestion du présent CCTP.

BL Transports & Territoires
SL Transports Urbain et Aménagement urbain

www.egis-group.com