

MARCHE EXPLOITATION MAINTENANCE RELATIF A LA GESTION DE REGULATION DU TRAFIC

SIGNALISATION LUMINEUSE TRICOLEURE (SLT)

CAHIER DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES

VALIDATION

REDACTION	VERIFICATION	APPROBATION
Auteur(s) A. GUENERON	Responsable d'affaire	Directeur de Projet

REVISIONS

REVISION	DATE	AUTEUR	OBJET DE REVISION	page
V01	29/09/2020	A. GUENERON	Edition du document	
V02	10/03/2021	O.GOISLARD	- Condition technique de raccordement d'une installation SLT <u>existant</u> au fournisseur d'énergie. - Schémas de pose des Signaux R24 + C20c	40 47

Sommaire

1	DOMAINE D'APPLICATION	5
1.1	CHAMP D'APPLICATION	5
1.2	CONTENU	5
2	REFERENCES	6
2.1	ORIGINES ET NORMES.....	7
3	DOCUMENTS	9
3.1	ETUDES D'EXECUTION	9
3.2	PLANS D'EXECUTION.....	9
3.3	PLANS DE CABLAGE	9
3.4	PLANS DE CABLAGE	10
3.4.1	REGIME DE TERRE	10
3.4.2	CABLAGES	10
3.5	DOSSIERS DE CARREFOUR SLT (APPELE AUSSI « DOSSIER DE REGULATION DES FEUX »).....	10
3.6	ETUDES DE COORDINATION.....	11
4	LE MATERIEL DE SIGNALISATION LUMINEUSE.....	12
4.1	GENERALITES	12
4.1.1	LES SUPPORTS	12
4.1.1	SCHEMA DES SUPPORTS	13
4.1.2	COFFRETS DE RACCORDEMENT	14
4.1.3	LES SUPPORTS SECABLE.....	14
4.1.4	SCHEMA DES SUPPORTS SECABLE.....	15
4.1.5	EFFET DE LA NEIGE ET DU VENT	16
4.1.6	LES SIGNAUX	16
5	MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX	26
5.1.1	PROGRAMME D'EXECUTION DES TRAVAUX.....	26
5.1.2	RECONNAISSANCE DE L'ETAT DES LIEUX.....	26
5.1.3	OUVERTURE ET FERMETURE DE CHANTIER	27
5.1.4	DISPOSITIONS ET ATTENTIONS PARTICULIERES SUR QUELQUES RISQUES GRAVES RENCONTRES	27
6	TRAVAUX DE CONFECTION.....	28

6.1.1	LES TRANCHEES	28
6.1.2	MISE EN PLACE DES GAINES	31
6.1.3	POSE DU CÂBLE DE TERRE	31
6.1.4	REGIME DE TERRE	32
6.1.5	LES MASSIFS	32
6.1.6	LES CHAMBRES DE TIRAGE	34
6.1.7	LES BOUCLES DE DETECTION	35
7	TIRAGE DE CABLES	39
8	POSE ET RACCORDEMENT DES MATERIELS DE TERRAIN	40
8.1.1	POSE D'UNE ARMOIRE POUR CONTROLEURS DE CARREFOURS	40
8.1.2	POSE CONTROLEURS DE CARREFOURS	40
8.1.3	POSE DES SUPPORTS	40
8.1.4	POSE DES SIGNAUX	45
9	ESSAIS, MISES EN SERVICE, RECETTE DES INSTALLATIONS	49
9.1.1	ESSAIS « BANC DE TESTS »	49
9.1.2	ESSAIS LORS DE LA MISE EN SERVICE « ROUTIERE »	50
9.1.3	ESSAIS LORS DE LA MISE EN SERVICE « TRANSPORTS EN COMMUN »	50
9.1.4	CONTROLES DES INSTALLATIONS PAR UN ORGANISME(S) AGREE(S)	50
9.1.5	RECETTE DE L'INSTALLATION	51
10	DOSSIERS DES OUVRAGES EXECUTES	53
10.1.1	SYMBOLES PLAN DE CARREFOUR TRICOLORE PERMANENT	54

1 DOMAINE D'APPLICATION

1.1 CHAMP D'APPLICATION

Les équipements de Régulation du Trafic routier « RT » comprennent différents types de matériel, parmi lesquels on peut citer : La signalisation lumineuse des carrefours équipés de feux, y compris les giratoires traversés par le tramway.

Le présent guide a pour objet de définir les conditions de mise en œuvre des équipements de signalisation lumineuse. Des guides spécifiques traitent des équipements des autres domaines.

Très souvent, les équipements d'info circulation sont réalisés en mutualisant les infrastructures de signalisation lumineuse. Le présent guide constitue donc l'ossature des guides spécifiques aux autres domaines.

1.2 CONTENU

L'objet de ce document est de fournir les caractéristiques techniques et fonctionnelles concernant les travaux sur les équipements de signalisation tricolore, il traite du choix du matériel, du génie-civil et du câblage pour son installation, mais aussi de la documentation à produire et des procédures pour exécuter les travaux sur un équipement en exploitation ou encore des essais nécessaires à la mise en service.

Ce guide, relatif aux installations de signalisation lumineuse tricolore (SLT) sur le territoire de Angers Loire Métropole, a pour objectif de permettre la réalisation d'installations de qualité permettant un fonctionnement sécuritaire et optimisé en termes de régulation de trafic, tout en offrant un coût d'exploitation ajusté.

Ce cahier, relatif à la signalisation lumineuse tricolore, présente le contexte législatif et réglementaire en faisant référence aux arrêtés, décrets et normes en vigueur. Il recueille les prescriptions techniques, fonctionnelles et environnementales nécessaires à la conception de projets de SLT sur le territoire de Angers Loire Métropole.

2 REFERENCES

Les installations de signalisation lumineuse tricolore devront répondre aux textes réglementaires et aux normes en vigueur au moment de la réalisation.

L'ensemble de cette liste de textes, lois, décrets, arrêtés, normes et recueils, guides, constitue les documents de base sur lesquels doivent s'appuyer les entreprises chargées des études et des travaux et d'une manière générale toute personne habilitée à intervenir de quelque manière que ce soit sur les ouvrages concernés. Elle ne peut être considérée comme exhaustive.

Plus particulièrement, dans le domaine de la régulation de trafic, on fait référence :

À la sixième partie de l'IISR qui traite des feux de circulation permanents : la signalisation lumineuse.



Les guides du CEREMA apportent des éléments qu'il convient de prendre en compte. De plus, Angers Loire Métropole, dispose d'un règlement de voirie applicable à toute intervention sur l'espace public. L'ensemble de cette liste (en annexe) de textes, lois, décrets, arrêtés, normes et recueils, guides, constitue les documents de base sur lesquels doivent s'appuyer les entreprises chargées des études et des travaux et d'une manière générale toute personne habilitée à intervenir de quelque manière que ce soit sur les ouvrages concernés. Elle ne peut être considérée comme exhaustive.

Application des règles de sécurité électrique.

Tous les travaux effectués sur la signalisation lumineuse tricolore doivent respecter les prescriptions réglementaires et normatives de sécurité. Le recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique constitue le guide de référence des prescriptions aujourd'hui obligatoires.

Les opérations ne doivent être confiées qu'à des personnes qualifiées, disposant de titre(s) d'habilitation adapté(s) dont les modalités sont inscrites dans les recueils.

Pour des raisons de responsabilité, de propriété des équipements et réseaux ainsi que de risques liés à l'incompatibilité d'interventions simultanées, **l'accès au réseau SLT sur le territoire d'Angers Loire Métropole est soumis à une autorisation d'accès**. La demande est à effectuer dans les délais, auprès du service de maintenance SLT d'Engie Solutions. Tout contrevenant s'expose, en outre, à une amende et une exclusion de la zone d'intervention.

Le formulaire de demande fourni en annexe.

2.1 ORIGINES ET NORMES

Les infrastructures réalisées doivent répondre à des exigences de performance : tenue aux conditions d'environnement, caractéristiques optiques des signaux, sécurité fonctionnelle des contrôleurs de carrefour, échange de données avec les équipements centraux, etc. Elles doivent aussi être conçues pour en permettre l'exploitation et répondre aux objectifs assignés. Enfin, l'infrastructure doit être maintenue en bon état. Les qualités des équipements comme les prestations de service (mise en œuvre, maintenance) sont décrites dans les normes publiées par le Comité Européen de Normalisation (CEN) et l'Association Française de Normalisation (AFNOR). Ci-dessous, on trouvera une liste des principaux documents applicables.

Les normes et règlements étant fréquemment révisés, modifiés et complétés, soit par additifs, soit par des publications nouvelles, les références qui figurent ci-après sont données sous réserve que toutes les modifications ou nouvelles normes et règles soient automatiquement appliquées dès leur mise en vigueur.

Les normes applicables dans le domaine de la régulation du trafic sont les suivantes :

- NF P 99-000 Régulation du trafic Terminologie
- NF EN 50293 Compatibilité électromagnétique. Systèmes de signaux de circulation routière
- NF P 99-100 Contrôleur de carrefour à feux. Caractéristiques des sécurités fonctionnelles d'usage
- NF C 70-238 Système de signaux de circulation routière
- NF EN 50556 Système de signaux de circulation routière
- NF EN 12675 Contrôleur de circulation routière. Exigence de sécurité fonctionnelle
- NF P 99-105 Contrôleur de carrefour à feux. Caractéristiques fonctionnelles
- NF P 99-110 Contrôleur de carrefour à feux. Echange de données par liaison fil à fil avec des organes externes - Caractéristiques fonctionnelles et définition des connexions
- NF P 99-071-1 Spécifications du dialogue série contrôleur. Spécifications Diaser
- NF P 99-022-1 Contrôleur de carrefour à feux. Méthodes d'essais des contrôleurs
- NF P 99-200 Signaux lumineux d'intersection. Caractéristiques techniques
- NF P 99-060 Carrefour à feux. Conditions de mise en œuvre des équipements
- NF EN 12368 Têtes de feux. Caractéristiques optiques des signaux de circulation routière.

Les normes applicables aux installations électriques :

- Les spécifications publiées par l'U.T.E. dans son édition la plus récente, et notamment : U.T.E. 66800 : Raccords et connexions,
- NFC 12100 : Textes officiels relatifs à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques (disposition du Décret du 14 Novembre 1962).
- NFC 17200 : Installations d'Eclairage Public.
- NFC 15-100 et additifs : Installations électriques BT,
- NF EN 60529 : Degrés de protection procurés par les enveloppes.
- RG 11 AS : Câbles coaxiaux type KX 8 à double tresse (norme MIL.C 17 E).
- HN 11 SO1 : Etablissement des canalisations électriques souterraines.
- NF EN 60529/A1 : Degrés de protection procurés par les enveloppes (codes IP),

La réglementation :

- Livre 1 : 6ème partie : Prescriptions de l'instruction interministérielle sur la signalisation routière.

Le marquage « CE » :

- Les signaux devront afficher de manière lisible et indélébile le marquage « CE »
- Les supports de feux devront comporter de manière parfaitement lisible et indélébile le marquage « CE »

3 DOCUMENTS

3.1 ETUDES D'EXECUTION

Les études d'exécution doivent être réalisées très largement avant la date de début des travaux projetée.

Ces études doivent être validées par l'MOA d'Angers Loire Métropole et selon le guide d'exploitation.

Elles comprennent, suivant la nature des travaux :

- La réalisation des plans d'exécution,
- La réalisation des plans de câblage,
- La réalisation des dossiers de régulation décrivant, les schémas de raccordement et de câblage, le diagramme des feux, les caractéristiques du matériel et les notices de fonctionnement, la programmation à réaliser.

Ces études tiennent compte des données d'entrées récupérées auprès des services techniques d'ALM.

L'ensemble des documents est fourni sous les formats informatiques : DWG, PDF et DOCX/XLSX. B1.

3.2 PLANS D'EXECUTION

Les plans d'exécution sont réalisés en cohérence avec les plans VRD et précisent notamment la position et le type des émergences, des boucles, des fourreaux et des chambres de tirage.

3.3 PLANS DE CABLAGE

Les plans de câblage comprennent :

- Le plan de câblage de l'armoire du contrôleur de carrefour. Ce plan précise notamment l'orientation et la position relative ainsi que l'affectation des différents borniers.
- Le plan de câblage des différents signaux. Ce plan précise le cheminement des câbles sur le terrain ainsi que le numéro de conducteur utilisé dans chaque câble pour chaque sortie puissance du contrôleur.
- Le plan du réseau des gaines. Leur position, nombre et taux d'occupation. Ainsi que les plans d'affectation des masques des regards de visite.

3.4 PLANS DE CABLAGE

Il est réalisé suivant les dispositions des normes NF C 17-200 et P 99-060

3.4.1 REGIME DE TERRE

Schéma des liaisons de terre : Type TT

Chaque armoire possédera sa prise de terre individuelle (10 ohms souhaité).

Les liaisons équipotentielles seront réalisées par le conducteur de protection VJ de chaque câble, lui-même relié par liaison indémontable à la terre individuelle du poteau.

Rappel : on ne raccordera qu'un conducteur V/J par borne.

3.4.2 CABLAGES

Câble de puissance : U1000RO2V,

- 7G2.5 pour les signaux tricolores (R11, R17),
- 5G2.5 pour les signaux bicolores (R12, R24),
- 3G2.5 pour les signaux unicolores,
- 2x2.5 pour les « CAP ».

Câble d'équipement des poteaux : AO7RNF (nombre de conducteurs adapté au signal à alimenter). Câble de boucles : 2x2.5 mm², blindé EDV ou similaire.

Câble de télésurveillance : 14 paires 8/10ème série 89. Il est posé 1 câble en liaison entre chaque armoire, ce câble sert également à réaliser les renvois de boucles entre les carrefours.

Câble Ethernet : 4 paires, blindé paire/paire, catégorie 6a F/FTP ou S/FTP Fibre optique : câble micro-gaine monomode type G.652.D, 9/125(6, 24, 48, 96, ou 144 brins) Toutes les extrémités de câbles U1000RO2V sont protégées par manchon caoutchouc type HELEVIA.

Les câbles sont repérés aux extrémités et dans les regards. L'affectation des conducteurs et le repérage des câbles est définie dans le cahier des charges « Repérage RT ».

3.5 DOSSIERS DE CARREFOUR SLT (APPELE AUSSI « DOSSIER DE REGULATION DES FEUX »)

Chaque dossier comprend au minimum :

- Le plan d'aménagement avec l'affectation des lignes de feux, des capteurs ;
- La description du fonctionnement du carrefour par phase ;
- La description des lignes de feux (type de feu, temps de vert minimum garanti, vitesses prises en compte pour l'établissement de la matrice de sécurité,) ;
- Le calcul de capacité établi par branche, sur la base des données d'entrée disponibles ;
- La matrice des temps de dégagements ;
- Les affectations des entrées contrôleur, des sorties contrôleur, des mémoires ;

- La gestion des délais d'approche (pour les carrefours concernés) ;
- Les diagrammes linéaires de fonctionnement ;
- Les conditions de micro-régulation associées :
 - Circulation générale (véhicules, piétons, ...) ;
 - Priorité des transports en commun ;
 - Prise en compte des véhicules de secours.

Le bilan détaillé des équipements, la nomenclature de l'installation.

Les dossiers intégrant de la priorité tramway devront conserver la philosophie de la priorité telle qu'implémentée sur la première ligne de tramway, à savoir :

- Toujours servir les lignes tramway au juste à temps et en conformité avec les guides SRMTG (en fonction de la vitesse du tramway) ;
- Toujours préférer la solution qui minimise les longueurs de cycle, ce qui veut dire préférer servir la phase suivante lorsque le temps d'approche tramway est compatible avec ce choix plutôt que prolonger la phase en cours ;
- Servir un ou deux tramways dans un cycle de feux. L'éventuel second tramway en sens opposé est également pris en compte dans des conditions de sécurité absolue.

3.6 ETUDES DE COORDINATION

En cas de carrefour coordonné, une étude de coordination doit être réalisée pour l'ensemble de l'axe coordonné. Chaque étude est établie sur la base de

- La distance entre les carrefours de l'axe ;
- La vitesse des véhicules ;
- Les flux de véhicules. Chaque étude précise, pour chaque heure caractéristique de la journée ;
- Les secondes d'émissions des tops de coordination par le PCRT ;
- Les valeurs de décalage à appliquer entre chaque carrefour ;
- Les règles de commutation :
 - Commutation horaire : dans ce cas les créneaux horaires de chaque plan de feux sont précisées ;
 - Commutation sur arbre de décision : dans ce cas le logigramme complet est fourni. Les capteurs de macro-régulation à prendre en compte sont indiqués avec les seuils à considérer ainsi que les valeurs de substitution en cas de défaut du capteur.

4 LE MATERIEL DE SIGNALISATION LUMINEUSE

4.1 GENERALITES

Les équipements sont conçus, en tenant compte de :

- La réglementation : IISR-6^{ème} partie
- Les normes EN, AFNOR et UTE
- Les recommandations du CERTU

Ils sont :

- Adaptés à la maintenance par des agents habilités « BR » au sens de l'UTE C18-510 ;
- Conçus pour l'exploitation par les techniciens (paramétrage) du service RT et les opérateurs du PCRT ;
- Cohérents avec le patrimoine et la Charte du Paysage Urbain dans l'objectif de minimiser le coût de maintenance, les délais d'approvisionnement et les délais de réparation définitive. La couleur des mobiliers, lorsqu'elle n'est pas imposée par la réglementation routière, respecte.

Les fiches d'agrément sont à valider par le service de maintenance d'Engie Solutions. Les certificats de conformité CE des signaux sont à fournir (en annexe).

Et le marquage est obligatoire. (Rappel de la nouvelle disposition de juillet 2012)

4.1.1 LES SUPPORTS

Les poteaux et potelets sont en aluminium brossé d'une épaisseur minimum de 3 mm et de diamètre extérieur compris entre 140 mm / 90 mm au minimum.

Les supports se composeront d'une partie basse de diamètre 140 mm minimum sur une hauteur de 1m et munis d'un portillon de visite 400x90 mm **minimum** afin de permettre la mise en place d'un boîtier de raccordement classe II. La partie haute aura un diamètre de 90mm.

L'intérieur, face à la porte de visite, sera équipé d'une plaque pour la fixation de coffrets de câblage et du câble de terre. Le contour de la porte de visite sera rendu non coupant, ainsi que la porte elle-même.

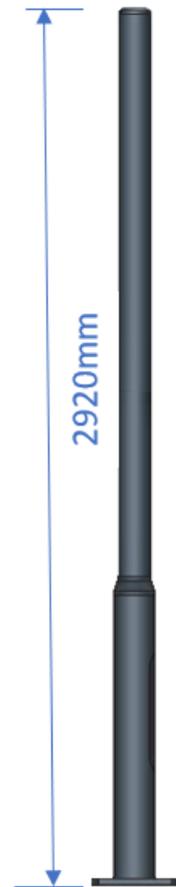
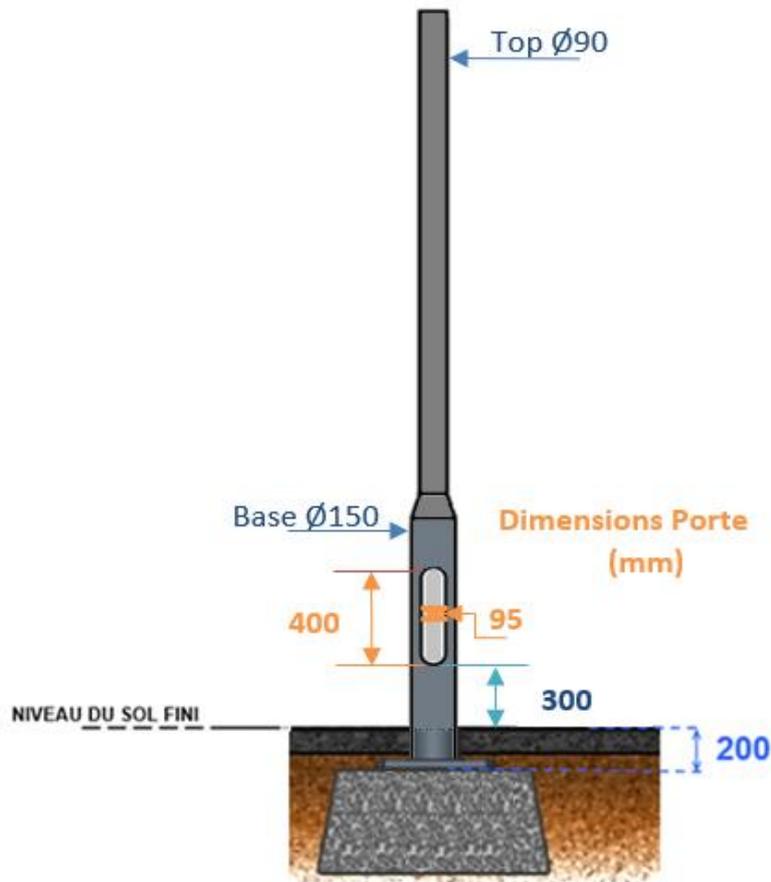
A titre indicatif, les poteaux de 3,65 m sont équipés d'une tête de feux, d'un répétiteur trafic et d'une figurine piétons ceux de 2,92 m de 1 figurine piétons et 1 figurine priorité aux piétons.

La semelle des poteaux / potelets permet la fixation sur les tiges de scellement du massif. L'entraxe est de 200 x 200 mm et la largeur de la semelle devra être de 270 x 270mm au minimum, elle devra comporter des trous de fixation oblongs protégés par des bagues isolantes en polyamide injecté afin d'éviter l'effet de couple électro galvanique (effet corrosif par contact de la semelle en aluminium avec les tiges de scellement en acier en milieu humide). Ces trous de fixation oblongs permettent d'orienter le support d'un angle de 8° minimum.

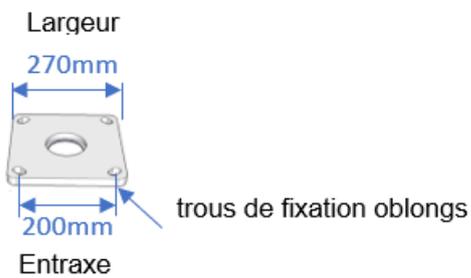
4.1.1 SCHEMA DES SUPPORTS



Support pour signaux tricolore



Support pour signaux piétons



4.1.2 COFFRETS DE RACCORDEMENT

Les raccordements en pied de poteaux sont réalisés dans des boîtiers de connexion Classe II avec des bornes R2 ou similaire.

Ils seront conformes à la norme NFC 17-200 (boîtiers métalliques interdits).



Le coffrets de raccordement sera adapté pour la signalisation tricolore ou la signalisation de tramway. Le bords latéraux sera dégagés et rigidifiés pour faciliter le câblage. Les sorties principales seront faites par le bas en version standard, ou en option par le haut avec TET. La fixation se fera par patte d'accroche réglable sans outil ou par vis M6.

4.1.3 LES SUPPORTS SECABLE

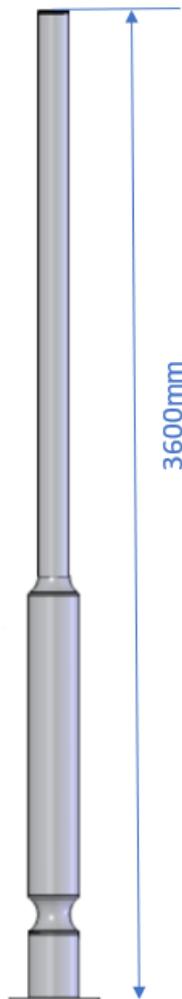
Ils comportent une porte d'accès au bornier (fermée par vis M8) et sont dimensionnés pour assurer la résistance mécanique à l'arrachage par le casseur.

- Ils sont de type RT (mat bi section, diamètre minimum 90 en haut et 150 en bas),
- Ils sont fusibles (voir guide STRMTG). La fiche d'agrément du STRMTG est à fournir.
- Ils sont en aluminium brossé d'une épaisseur de 3 mm et de diamètre extérieur compris entre 140 mm / 90 mm au minimum et 150 mm / 90 mm au maximum.

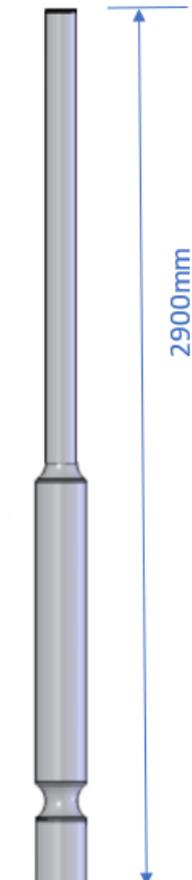
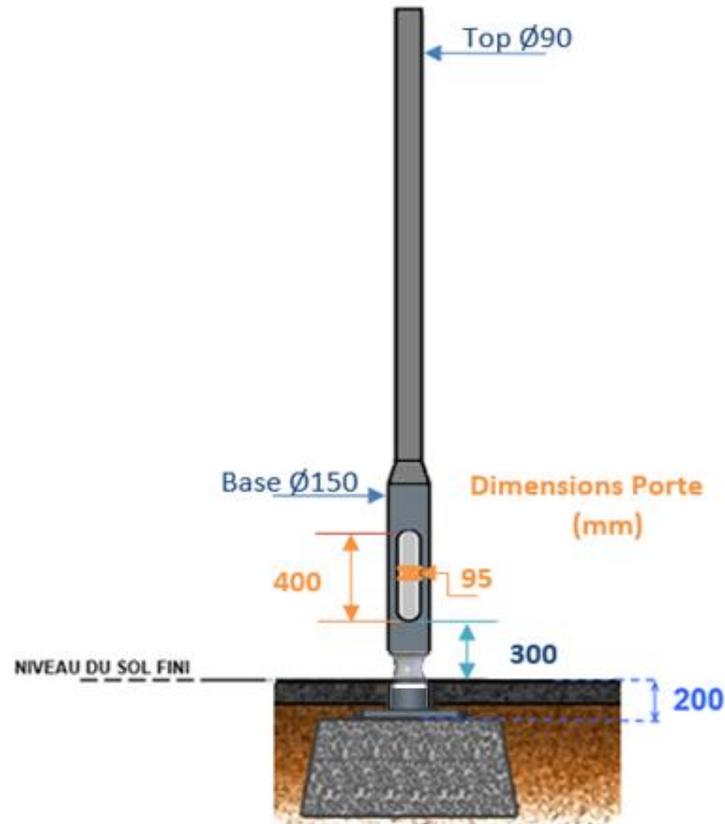
La pose des signaux peut aussi se faire sur :

- Les candélabres d'éclairage public, sous réserve d'une double porte (porte haute pour bornier RT, basse pour coffret EP).
- La pose en entrevoie des plates formes tramway est à éviter, lorsqu'elle ne permet pas aux agents d'intervenir en sécurité sur le poteau et ses équipements, alors que les rames circulent.

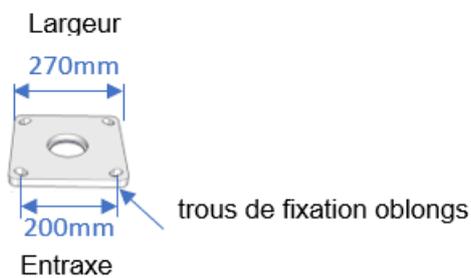
4.1.4 SCHEMA DES SUPPORTS SECABLE



Support sécable pour signaux tricolore



Support sécable pour signaux piétons



4.1.5 EFFET DE LA NEIGE ET DU VENT

Conformément à la norme NV65, les supports doivent résister aux effets de la neige et aux vents extrêmes de zone 2 en site exposé (149 km/h), avec les divers équipements qu'ils pourraient être amenés à supporter : plaque de rue, 1 ou 2 panneaux de police, signaux lumineux, etc...

Les cas les plus défavorables doivent être pris en compte pour le calcul (exemples : les feux les plus lourds du marché munis de caches de contraste, des panneaux routiers de grande taille, une caméra montée en bout de flèche d'une potence, etc. ...).

Des précisions sur le mode de fixation des équipements (taraudage, etc. ...) doivent être fournies. Si l'utilisation d'inserts est nécessaire, un jeu est à fournir avec chaque livraison de support.

D'autre part, il faut clairement indiquer quels équipements additionnels peuvent être rajoutés sur les supports, et à quelle position, en fonction de la taille et du poids (par exemple un panneau statique de 0,5 m² et 10 kg à 5 mètres de haut ...).

4.1.6 LES SIGNAUX

Ils sont conformes aux normes **EN 12-368, S 32-002, NF P 99-200** : fournir les fiches d'essais photométriques et colorimétriques.

Les signaux définis dans la norme européenne (R11, R22, R13, R14, R15, R16, R24) sont de **type W – B2/1** et la valeur de **l'effet fantôme** est de **classe 4**.

Les signaux à pictogramme et signaux circulaires de diamètre autres que 200 ou 300 sont définis dans la norme française (R12, R17/R18, et les répétitions arrière des R11)

Les signaux R25 et les Signaux d'Aide à la Conduite « SAC » respectent les préconisations par le CERTU et le STRMTG.

Les caractéristiques principales sont :

- Classe II ;
- Indice de protection : IP55 ;
- Tension d'alimentation des signaux : BT 230 Volts ;
- Les lentilles de tous les signaux principaux sont en Ø 200mm, celles des signaux en bout de potence, ou des feux fléchés sont en Ø 300mm ;
- Les signaux piétons sont équipés d'une répétition pour aveugles et malvoyants ;
- Les signaux objet de la norme NF P 99-200 (répétiteurs des R11, R17, R12) ou encore les SAC sont équipés de source à LED en raison de leur durée de vie et de leur performance optique ;
- Le matériel accessible au piéton est conçu pour résister aux actes de vandalisme.

4.1.6.1 Les signaux tricolores principaux

Le signal présente un aspect monobloc. La coque est en aluminium thermolaqué. Les lentilles de la face avant sont munies de visières noires limitant l'éclairement de l'unité lumineuse par le soleil.

La fermeture de la face avant s'effectue par l'intermédiaire de vis imperdables, et par charnières permettant une maintenance facile et rapide.

Les sources lumineuses sont équipées d'un circuit de contrôle provoquant une absence d'intensité sur défaut d'allumage en conformité à la norme NFP 99-200, d'un connecteur classe II à brochage rapide et d'une lentille en polycarbonate incolore traitée anti UV.

Les caractéristiques techniques à respecter sont les suivantes :

- Puissance : comprise entre 8 et 18 Watts
- Classification : IP55, classe II
- Température de fonctionnement : -40°C à +60°C
- Classe effet fantôme : 3 au minimum
- Résistance aux chocs : IK3
- Classe d'environnement : A, B et C
- Identification par étiquette adhésive

4.1.6.2 Les répéteurs voitures anti-vandalisme

Le répéteur est de conception robuste en aluminium moulé lui permet de résister aux actes de vandalisme.

Le signal se compose :

- D'un corps en fonte d'aluminium thermo laquée ;
- De 3 sources lumineuses à LEDS ;
- De 3 lentilles en polycarbonate unicolore traité anti UV ;
- D'une porte en fonderie d'aluminium, d'une peinture thermo laquée de couleur noire.

La fixation est assurée par 2 vis non apparentes rendant le système anti-vandalisme.

L'orientation du signal est de + ou - 15° par rapport au support.

Les sources lumineuses sont de classe II, conformes aux normes en vigueur. Les caractéristiques techniques sont les suivantes :

- Puissance : 5 watts (+/- 2 w)
- Classification : IP55
- Résistance aux chocs : IK3
- Identification par étiquette adhésive

4.1.6.3 Les signaux piétons sonores

Le signal se compose des éléments suivants :

- Corps en aluminium moulé de forme arrondie et non anguleuse, et lui permettant de résister aux actes de vandalisme ;
- Sources lumineuses à LED ;
- Porte en fonte aluminium avec système de fermeture à charnières intégrant la visière en acier inoxydable ;
- Boîtier intégrant le dispositif sonore fixé dans le signal ;
- Haut-parleur encastré dans la partie basse du signal piéton et protégé par une grille évitant la pénétration d'objets.

Le fonctionnement des modules sonores est activé par télécommande. Le niveau sonore est asservi au niveau sonore ambiant afin de limiter la gêne occasionnée aux riverains.

Les modules sonores sont paramétrables par Bluetooth, avec à minima :

- Le paramétrage du niveau sonore ;
- Identification du module ;
- Intégration de noms de rues.

Les sources lumineuses à LED sont de classe II, constituées par un ensemble monobloc. Cet ensemble comporte :

- Une face avant de protection en polycarbonate ;
- Un circuit imprimé recevant des diodes rouges représentant le piéton à l'arrêt et des diodes vertes représentant le piéton en marche ;
- Pour chaque couleur, au moins 2 réseaux de diodes ;

Les caractéristiques techniques à respecter sont les suivantes :

- Puissance : 8 watts (+/- 2 w) ;
- Identification par étiquette adhésive.

4.1.6.4 Les boîtiers d'appel piétons

Ces boîtiers sont de conception monobloc, robuste en aluminium moulé thermo laqué, pouvant

- résister aux actes de vandalismes.
- Ils possèdent un seul bouton.
- Ils sont non lumineux.

4.1.6.5 Les armoires

Elles sont conformes aux normes EN 60529, EN 50298, EN 1169.

Les armoires respectent les indices minimum suivant : **IP44-IK10**.

Chaque armoire est fermée par 2 portes. Les portes sont équipées d'un système de maintien de portes ouvertes.

Les portes ferment à l'aide d'un système de blocage 3 points. Ce système est équipé d'une serrure à clef sans canon. **Le canon est fourni de type propriétaire « Ville d'Angers » est fourni par les services techniques de la ville.** Au moins une porte est équipée d'un porte-document (côté intérieur) permettant de stocker les documents relatifs aux équipements hébergés par l'armoire.

L'armoire est fabriquée en aluminium 20/10ème thermo laqué. Le RAL sera à définir avec ALM.

Les dimensions en mm sont : Largeur 1000, profondeur 400, hauteur 1266.

L'armoire fournit une protection contre la poussière et l'eau de classe minimum IP55 et une résistance aux chocs minimum IK10.

Elle est pourvue d'un dispositif d'aération naturel en conformité avec l'indice de protection.

Une plaque de protection amovible est installée en partie inférieure, masquant la chambre d'arrivée des câbles dans l'armoire, afin d'éviter les chutes d'objet dans cette chambre.

La pénétration d'un nouveau câble dans une armoire se fera soit par le passage ou la pose d'une chambre de visite au droit de l'armoire de commande, soit par la pose d'un fourreau dans fond de fouille d'armoire .

L'accès des équipements aux rongeurs et reptiles est rendu impossible par l'installation de grillage à maille fine en acier inoxydable.

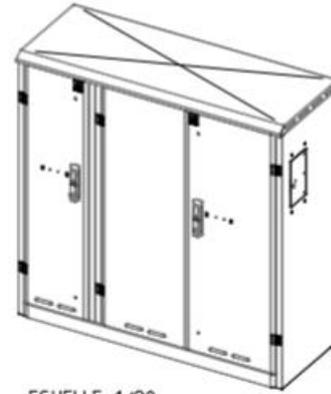
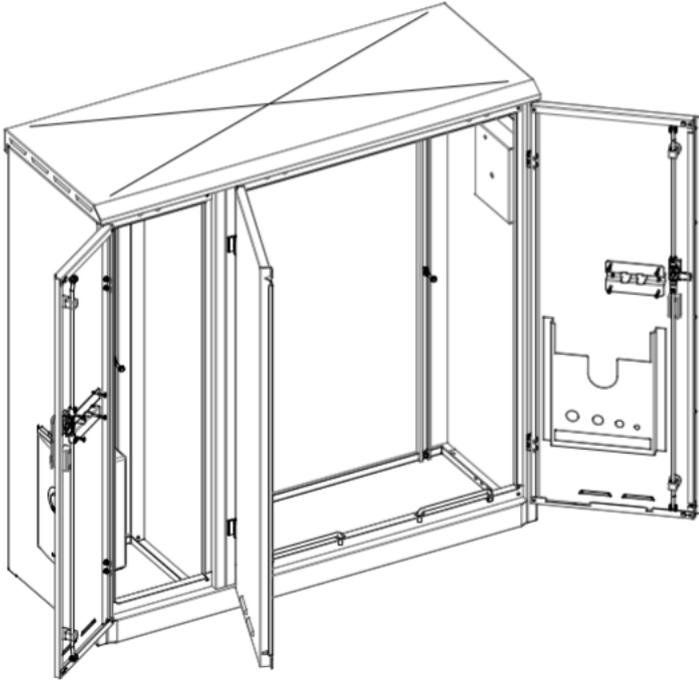
Les armoires sont équipées d'une commande agent qui gère les modes :

- Clignotant ;
- Tricolore manuel ;
- Automatique.

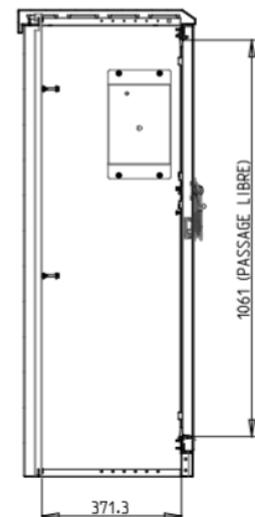
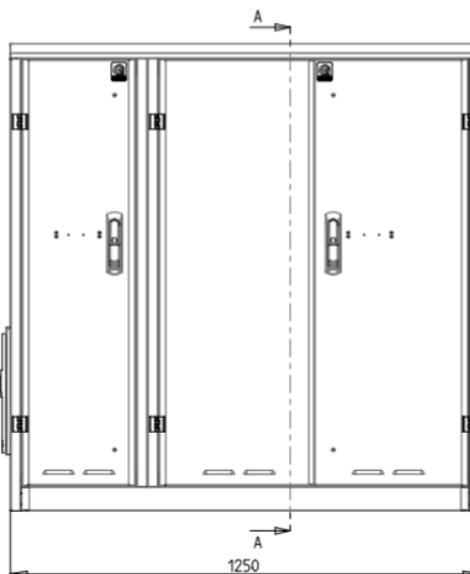
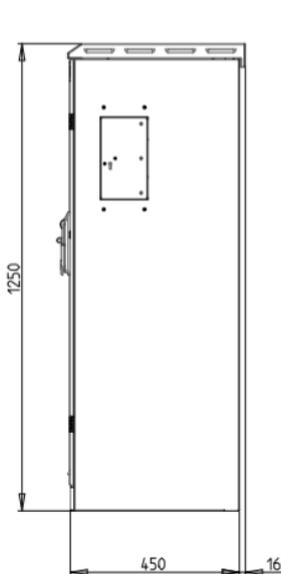
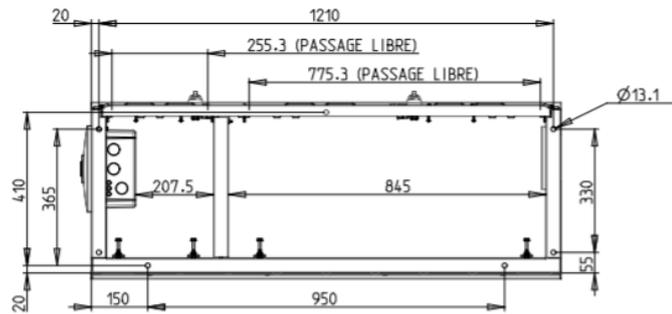
L'alimentation du boîtier de commande manuelle est très basse tension (24 Volts maximum).

Chaque armoire est étiquetée avec une plaque de dimension 100 x 150mm. Cette plaque comporte le numéro de carrefour et la signalisation correspondant aux dangers électriques présents, comme représenté sur le modèle ci-dessous :

4.1.6.6 Schéma de l'armoire extérieure



ECHELLE 1/20



COUPE A-A

4.1.6.7 Les contrôleurs de carrefours

L'Arrêté du 18 juin 2003, relatif à l'attestation de conformité des contrôleurs de feux permanents fixe les spécifications techniques applicables, en référence aux normes EN 12-675, NFC 70-238, NF P 99-100, NF P 99-105, NF P 99-110

Tous les défauts mineurs sont contrôlés : classe CE1 pour l'absence de signaux jaunes ou vert.

Le contrôleur est monté sur un châssis précâblé au maxi de ses possibilités en puissance, pour 12, 24 ou 32 lignes

Le contrôleur permet la micro – régulation. La prise en compte des bus est réalisée conformément aux guides spécifiques de RATP DEV.

- Tramway : fonctionnel R17 Tramway

Chaque contrôleur est équipé de l'afficheur de maintenance.

Tous les équipements devront être repérés conformément aux plans d'exécution.

4.1.6.8 Les châssis

Le Châssis est monté dans l'armoire il est muni de rails préinstallés pour l'installation des matériels SLT.

Chaque châssis est pourvu d'un disjoncteur différentiel modulaire 16 A de sensibilité 300 mA. Ce disjoncteur est installé dans un coffret cache borne.

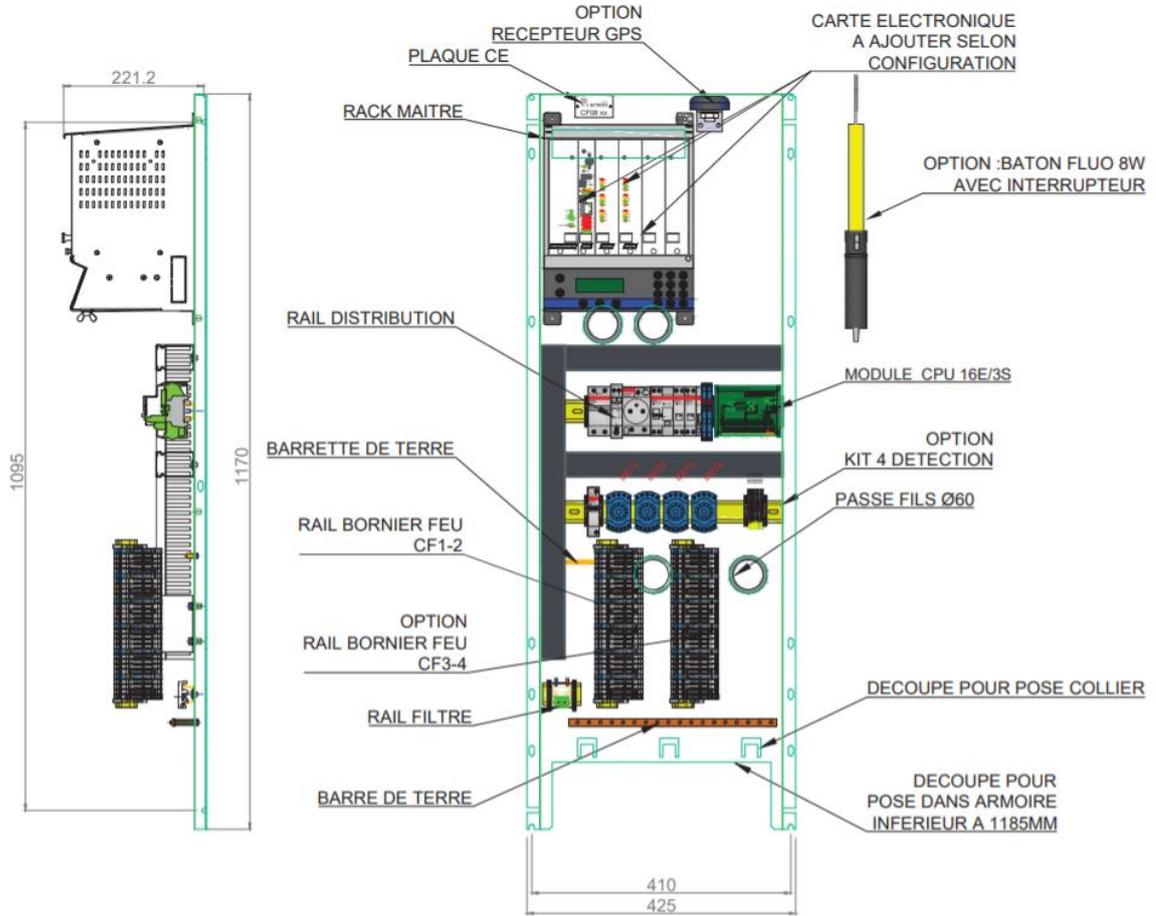
Chaque Châssis comprend au minimum les servitudes suivantes :

- *Une prise de courant 2P+T 16A, protégée par un disjoncteur 30 mA et branchée en aval du disjoncteur général ;*
- *Un système d'éclairage protégé ;*
- *Un système parafoudre protégeant contre les surtensions du réseau et celles d'origines atmosphériques ;*
- *Une sonde de tension permettant de détecter un défaut d'alimentation secteur ;*
- *Une sonde permettant de détecter l'ouverture de porte ;*
- *Un soutien batterie suffisant pour permettre au modem présent dans l'armoire de remonter l'information d'absence de tension au poste central.*

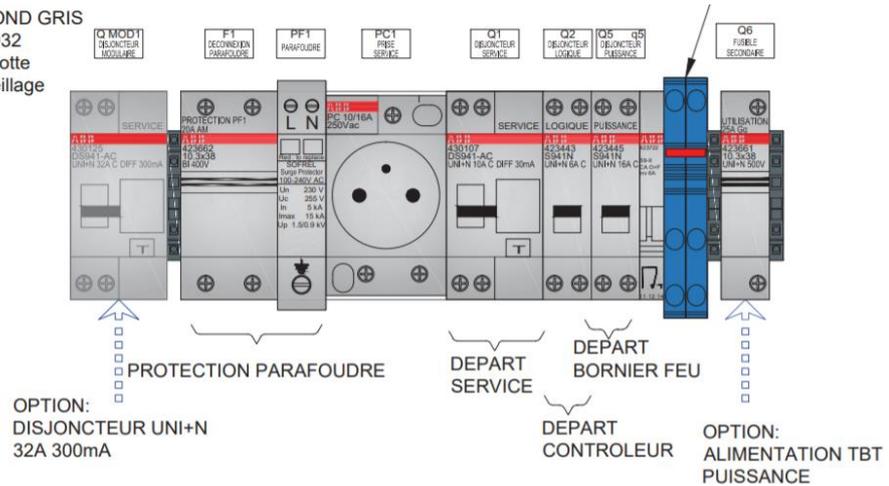
Le choix de 3 modèles de contrôleurs est à prévus sur Angers Loire Métropole à savoir :

- *Contrôleur 9 à 12 lignes*
- *Contrôleur 15 à 18 lignes*
- *Contrôleur 24 à 32 lignes*

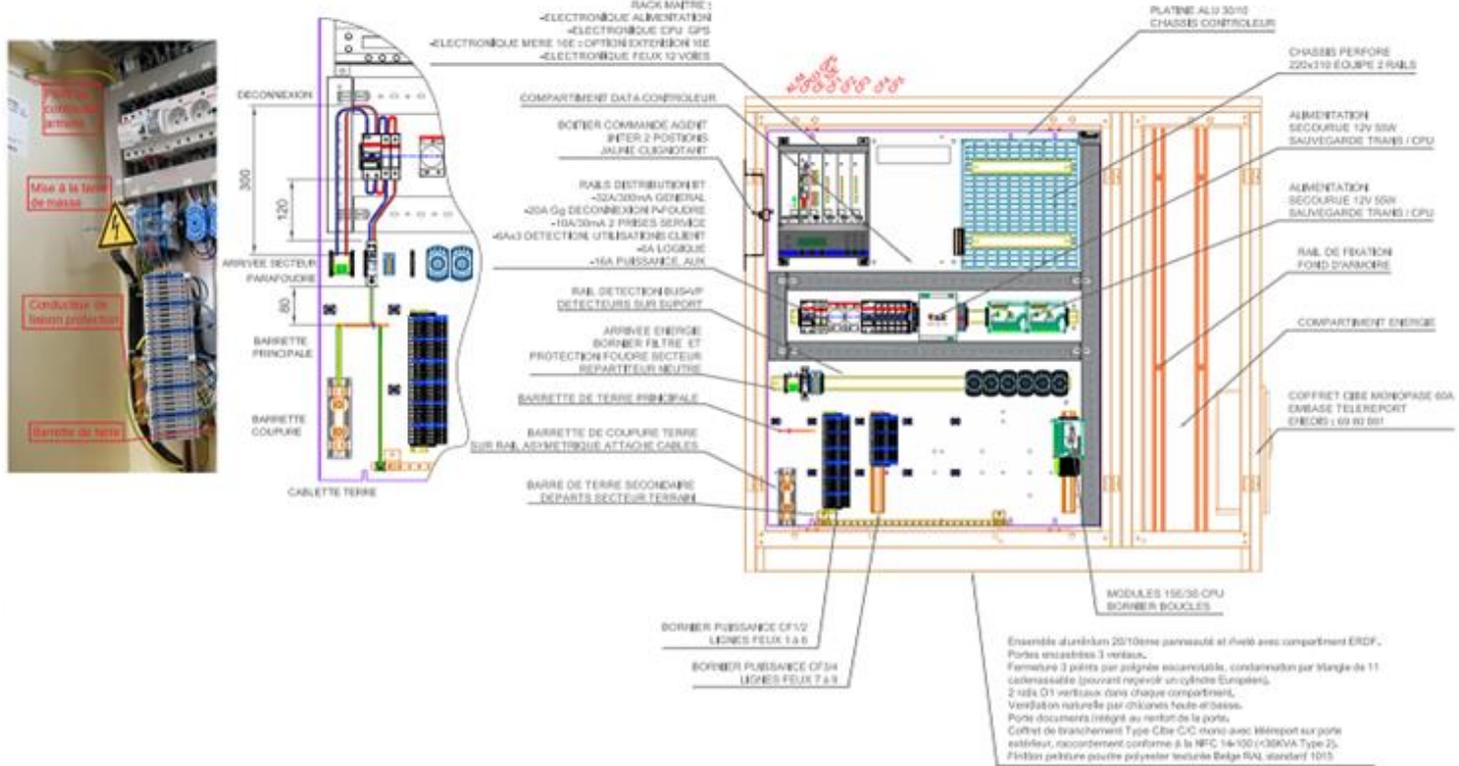
4.1.6.9 schéma châssis modèle standard



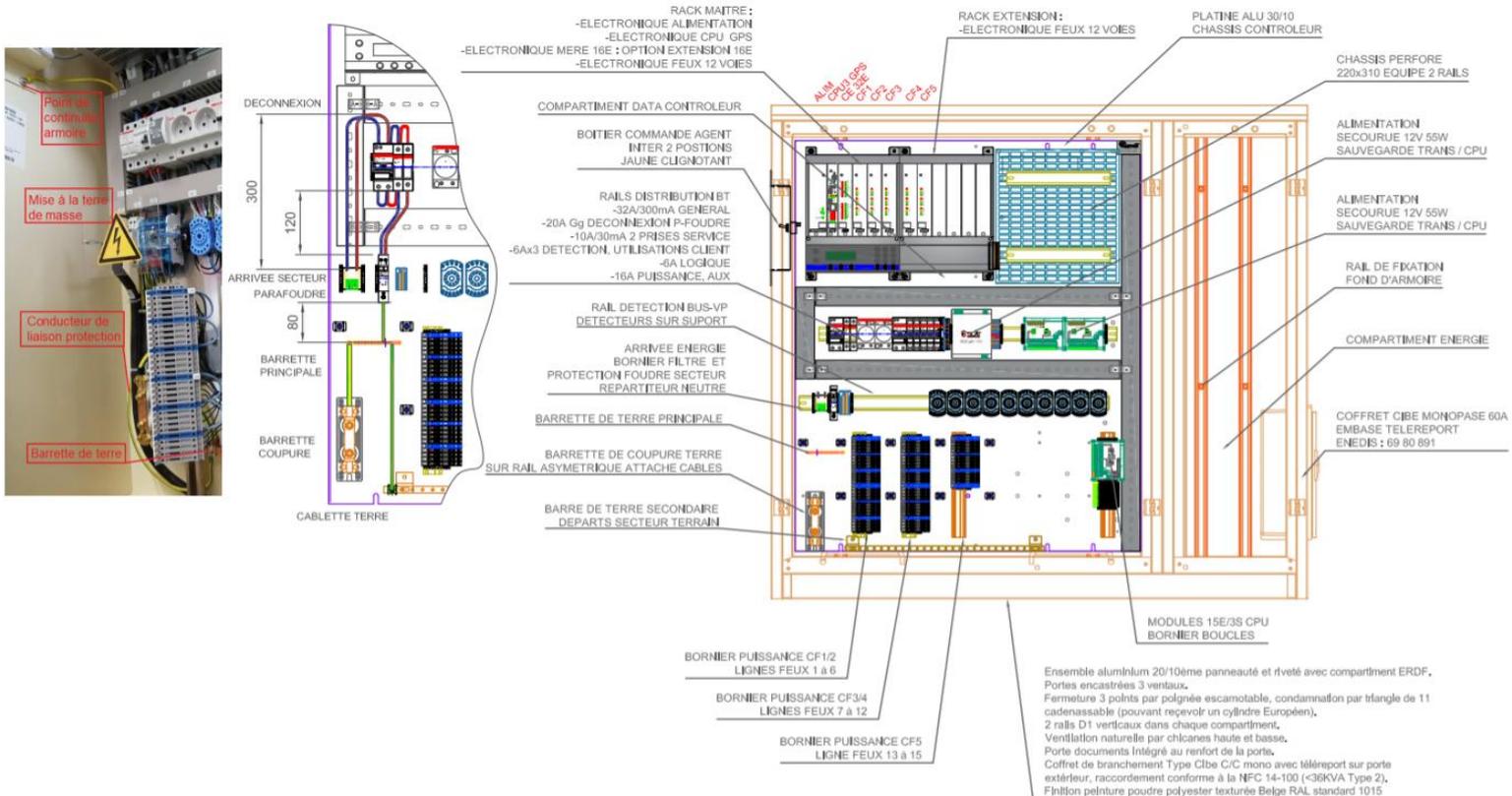
REPERAGE VIERGE -FOND GRIS
 TYPE EML (15x9) R REF 0816032
 A appliquer sur le capot de la goulotte supérieure en vis-à-vis de l'appareillage



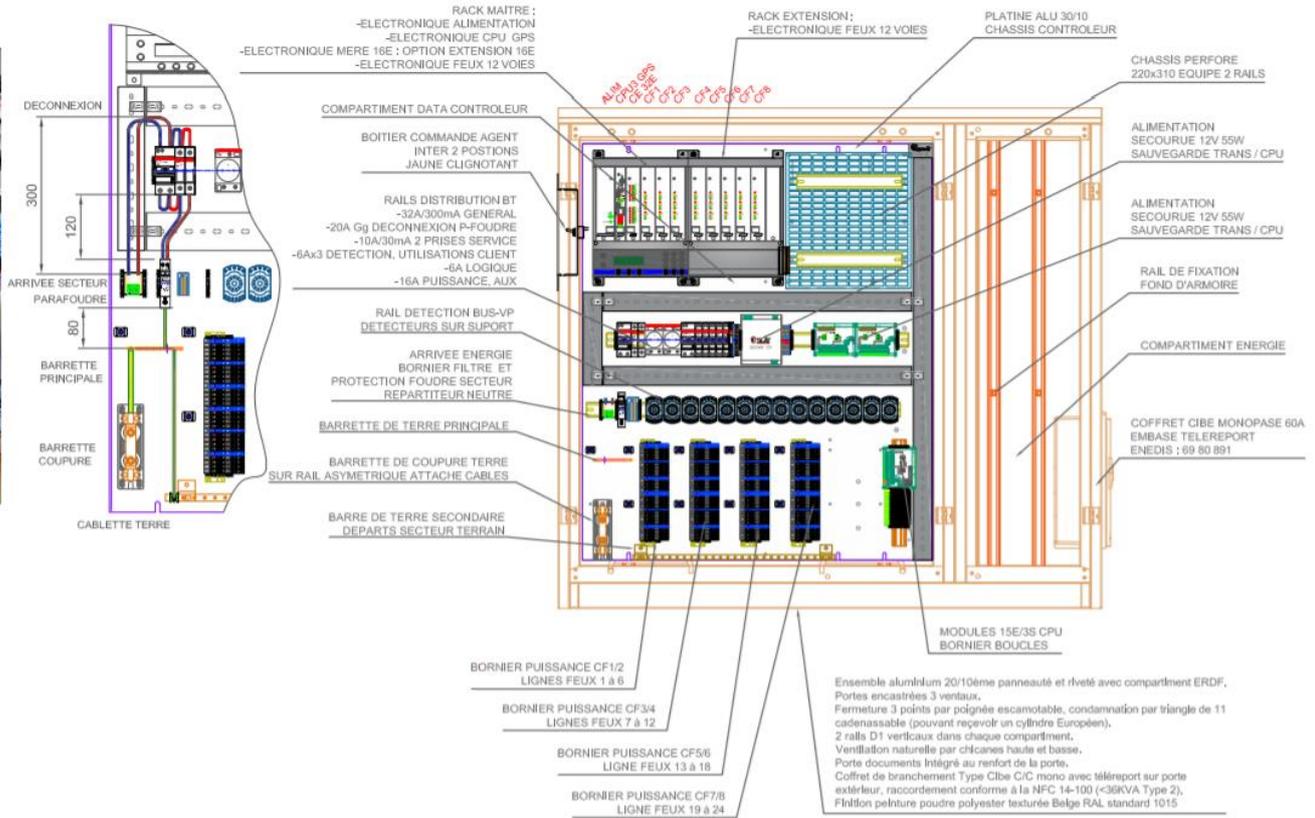
4.1.6.11 schéma contrôleur 9 => 12 lignes 15 E +32 E



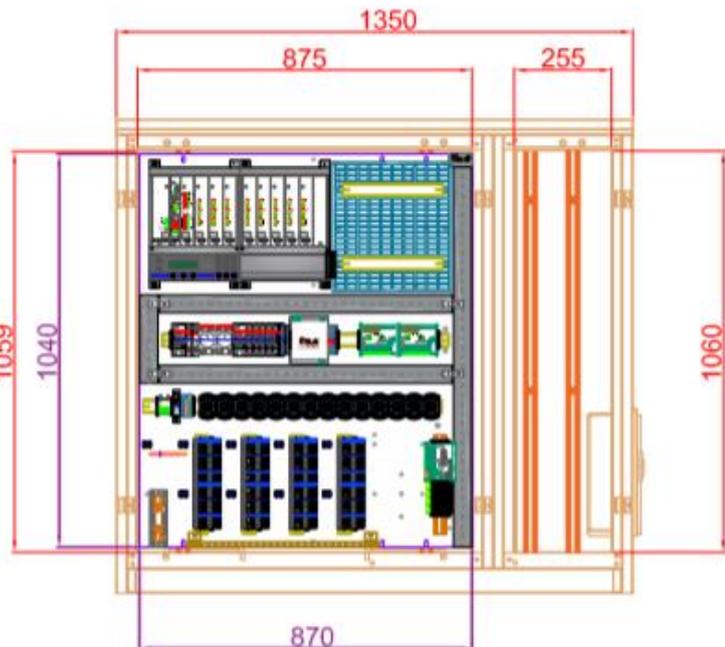
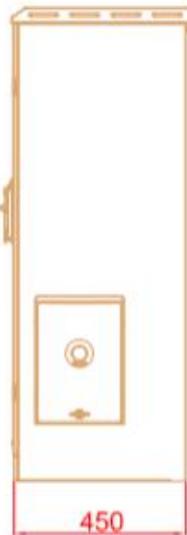
4.1.6.12 schéma contrôleur 15 => 18 lignes 15 E +32 E



4.1.6.13 schéma contrôleur 24 => 32 lignes 15 E +32 E



Armoires extérieures, pour réseau de signalisation avec coffret CIBE (Modèle non contractuel)



4.1.6.14 La détection (micro-régulation et comptage)

Elle est conforme aux normes XP ENV 13-563 et P 99-301.

Lors de la réalisation, les fiches d'essais et de mesures des boucles doivent être produites.

Détection sélective du tramway : type fréquence 8 codes minimums. La détection sélective (fréquence) est maintenue par la détection magnétique. La détection doit être fiabilisée pour éviter les rebonds de détection. Les boucles doivent respecter les caractéristiques définies par le fournisseur de la

solution de détection Capsys. Leur forme et position tiennent compte des écarts de trajectoire des véhicules non guidés et du temps d'acquisition du récepteur.

Localisation du bus par échange sol-bus : elle s'appuie sur la norme DIASER (NF P 99-071).

Détection des voitures : électromagnétique avec boucle de 60 à 180 μ H. Les boucles sont en majorité bidirectionnelles. Toutefois dans les voies de faible largeur, on réalise des boucles unidirectionnelles.

Les boucles dites de « comptage » sont des boucles bidirectionnelles. Elles sont placées de façon à compter un seul véhicule à la fois (1 boucle par file de circulation). La position de ces boucles se situe à une distance typique de 120 m (de 80m à 150m) à l'amont de la sortie du tronçon, afin de mesurer le

débit et le taux d'occupation. La position des tronçons est définie par le service RT, en tenant compte de l'homogénéité des conditions de circulation.

4.1.6.15 Les détecteurs par hyper-fréquence

Ces équipements permettent de détecter des véhicules en mouvement en utilisant l'effet Doppler (radar).

La sensibilité du détecteur permet de détecter tout véhicule en mouvement avec une vitesse minimale paramétrable entre 2 et 15 km/h.

L'information de détection est fournie sous forme d'un contact libre de tout potentiel.

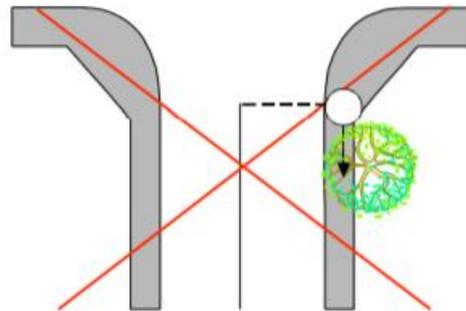
L'habillage du détecteur est métallique, avec un indice de protection IP65 au minimum.

Le détecteur est alimenté en basse tension (24 volts maximum). La consommation du détecteur est inférieure à 5W.

Le détecteur étant implanté sur un support SLT, sa masse ne doit pas excéder deux kilogrammes, système de fixation inclus.

5 MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX

L'objectif essentiel à atteindre dans ce domaine est de garantir la lisibilité et la visibilité des signaux : ainsi l'implantation des mobiliers urbains et arbres ne doit pas masquer la visibilité du signal principal.



Signal masqué par la végétation

Dans le cas des giratoires traversés par un tramway ou un bus, les implantations, les orientations, la nature et le fonctionnement des signaux sont à respecter pour réduire le nombre d'accident.

L'aménagement (implantation des signaux et capteurs, zone des conflits, rayon de giration ...) doit être cohérent avec le diagramme et assurer la sécurité de tous les modes, et notamment des piétons.

Les textes de référence sont :

- La norme P 98-350, qui définit les îlots - refuges piétons ; une largeur de 2,00 m est souhaitée, avec un minimum strict de 1,50 m.
- La norme NF S 32 002, qui définit les répéteurs sonores des signaux piétons destinés aux personnes aveugles et mal - voyantes.

Les guides publiés par le CERTU, apportent de multiples recommandations.

5.1.1 PROGRAMME D'EXECUTION DES TRAVAUX

Rappel de MOA Angers Loire Métropole

Avant le démarrage d'un chantier, un programme d'exécution des travaux doit être établi. Ce programme précise notamment les matériels et méthodes qui seront utilisés, l'échelonnement dans le temps de ces utilisations pour les diverses natures de réalisation. En particulier, les réseaux existants doivent être vérifiés, y compris leurs continuités et leurs capacités à recevoir de nouveaux câbles.

5.1.2 RECONNAISSANCE DE L'ETAT DES LIEUX

Rappel de MOA Angers Loire Métropole

Pour chaque réalisation de tranchée et mise en place d'équipement terrain, une réunion préalable doit être organisée sur les lieux afin de déterminer les dispositions de détail à adopter.

A l'issue de cette réunion, un constat d'état des lieux préalable aux travaux est établi, par huissier si le besoin en est ressenti. Toutes les observations et réserves utiles à la bonne marche des travaux et à leur règlement y seront consignées.

5.1.3 OUVERTURE ET FERMETURE DE CHANTIER

Toute demande d'intervention sur le réseau SLT, avec ou sans consignation, doit être adressée au minimum huit jours avant le début des travaux aux services maintenance SLT d'Engie Solutions.

Un technicien d'Engie Solutions doit se rendre sur site pour l'ouverture et la fermeture du chantier et pour la consignation préalable à toute intervention autour et sur le réseau. Le rendez-vous est à prendre au numéro d'astreinte service maintenance SLT d'Engie Solutions, après acceptation de la demande d'intervention sur le réseau SLT.

Le formulaire de demande d'astreinte fourni en **annexe**.

5.1.4 DISPOSITIONS ET ATTENTIONS PARTICULIERES SUR QUELQUES RISQUES GRAVES RENCONTRES

Interdiction de déplacer les feux provisoires sous tension. Dangers de mort pour l'opérateur par électrocution en cas de déconnexion accidentelle des raccordements électriques pendant le déplacement. Les Techniciens d'Engie Solutions sont les seuls à être autorisés.

Interdiction de toucher des câbles électriques non identifiés.

Interdiction de toucher des câbles électriques identifiés « SLT » sans consignation formelle du réseau.

Interdiction de masquer des signaux lumineux en fonctionnement sans l'autorisation du service SLT d'Engie Solutions. Dangers de mort pour les usagers non-voyants. Les signaux sonores restent actifs et indiquent la possibilité de traverser alors que les usagers motorisés, privés du signal lumineux d'arrêt, peuvent circuler sur les voies antagonistes.

En cas de besoin d'intervention urgente, l'appel au service gestionnaire du réseau est nécessaire

au numéro d'astreinte SLT d'Engie Solutions, 24/24H, 7/7jours.

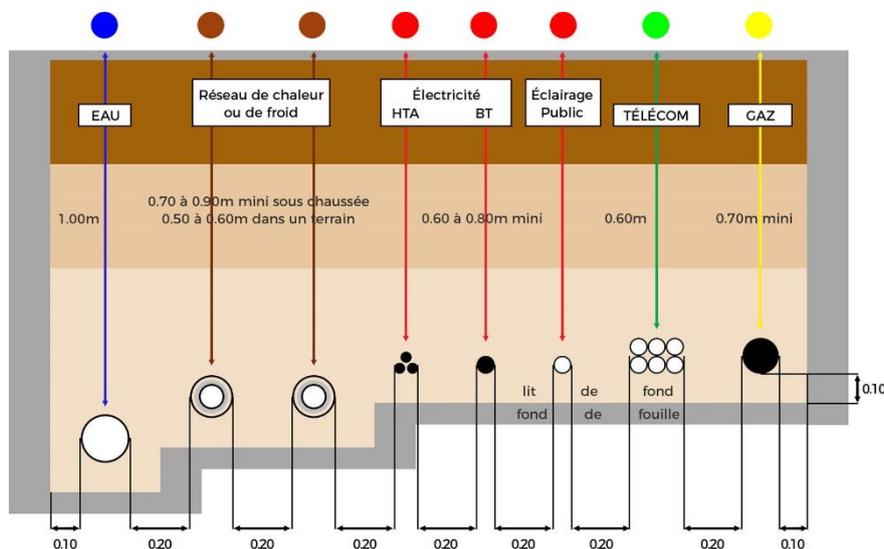
Le formulaire numéro d'astreinte fourni en **annexe**.

6 TRAVAUX DE CONFECTION

6.1.1 LES TRANCHEES

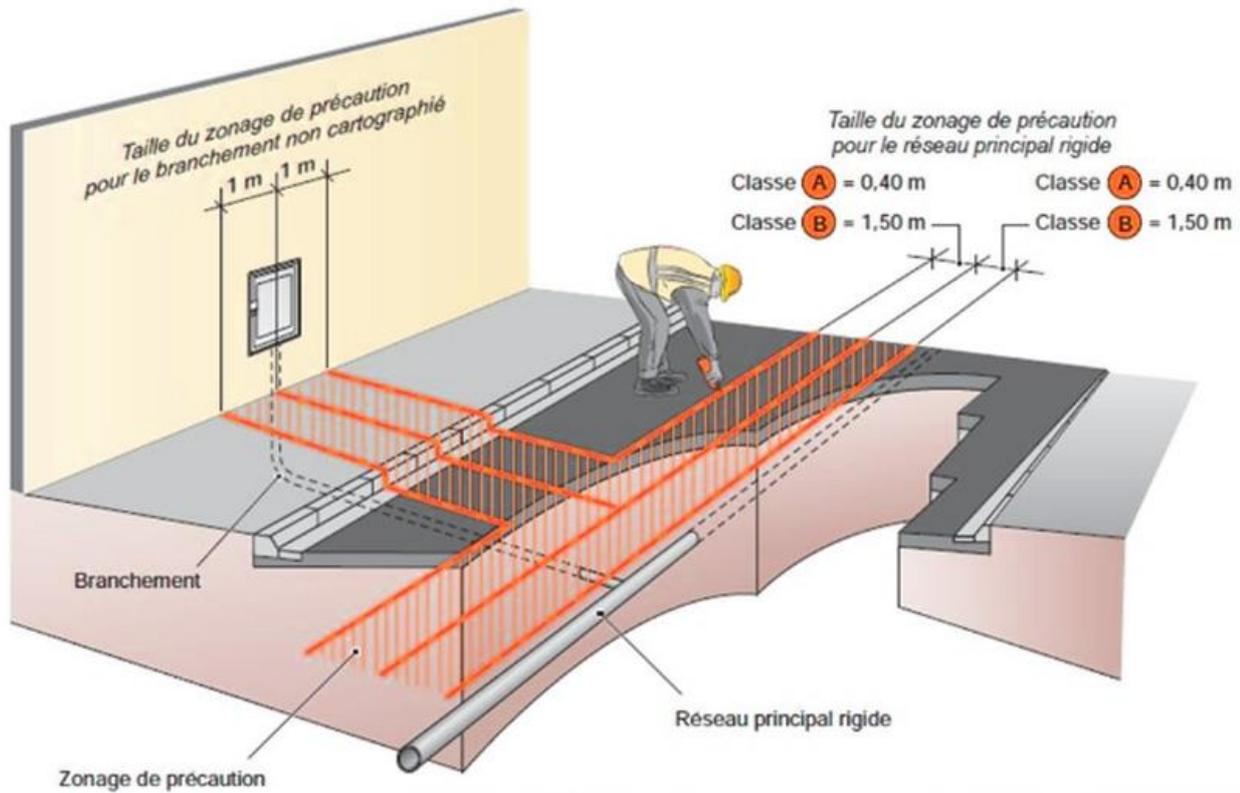
6.1.1.1 LES RÈGLES DE DISTANCES ENTRE LES RÉSEAUX ENTERRÉS

La norme NF P 98-332 fixe aussi les distances d'implantation d'un réseau neuf à proximité d'un réseau existant ou de végétation mais aussi les distances d'implantation de végétaux à proximité d'un réseau existant. Cette norme concerne les réseaux d'assainissements, d'eaux potables (distribution et transport), d'électricité HTB, BT, HTA et éclairage public, de gaz (distribution et transport) mais aussi de chauffage urbain, de climatisation urbaine, de télécoms, vidéos TBT sous fourreaux et en pleine terre, d'hydrocarbures liquides et liquéfiés ainsi que de gaz et de produits chimiques.



6.1.1.2 LES RÈGLES DE DISTANCES ENTRE LES RÉSEAUX ENTERRÉS

Les classes de précision ont été définies par l'article premier de l'arrêté « DT-DICT » du 15 février 2012. Si la cartographie des réseaux enterrés n'est pas assez précise afin de mener des travaux dans des conditions de sécurité optimum, il est nécessaire de réaliser une recherche efficace de l'emplacement des réseaux. Afin de réaliser cette mission, 3 classes de précision ont été créées.



RAPPEL DES CLASSES DE PRECISION

CLASSE	PRÉCISION
A	0,40 m (ouvrage rigide) 0,50 m (ouvrage flexible)
B	Supérieure à classe A ET Inférieure ou égale à 1,50 m ou 1 m pour les branchements d'ouvrages souterrains sensibles pour la sécurité
C	Supérieure à 1,50 m ou 1m pour les branchements d'ouvrages souterrains sensibles pour la sécurité

6.1.1.3 EXECUTION

L'utilisation d'engins dont les chenilles ne sont pas équipées spécialement pour n'apporter aucun dégât aux chaussées, est formellement interdite.

Les canalisations ou conduites doivent être posées, sauf dérogation particulière, de façon que la distance entre la génératrice supérieure de la conduite ou de sa gaine et la surface au sol soit de 1 mètre au moins sous chaussée et 80 cm dans les autres cas.

Les tranchées transversales doivent être ouvertes de manière à n'engager qu'une seule voie de circulation dans la mesure où la largeur de la route le permet, de façon à ne pas interrompre la circulation.

Les tranchées longitudinales ne doivent être ouvertes qu'au fur et à mesure de la réalisation des ouvrages.

L'exécution des tranchées ne doit pas encombrer plus de la moitié de la largeur de la chaussée.

Les fouilles longitudinales ou transversales doivent être étayées et blindées dans des conditions suffisantes pour éviter les éboulements, quelles que soient les intempéries et compte tenu des effets de la circulation.

Dans toutes les chaussées en pente, un exutoire au minimum par tronçon de 100 mètres de tranchées doit permettre d'éliminer les eaux drainées par la tranchée.

La découpe au bord de la tranchée doit être réalisée à la scie circulaire diamantée.

Les déblais provenant de la fouille doivent être directement chargés sur camions et évacués.

Leur mise en dépôt provisoire sur la chaussée est rigoureusement interdite. S'ils peuvent être utilisés en remblai, ils doivent être mis en œuvre immédiatement sans stockage intermédiaire.

6.1.1.4 REMBLAYAGE

Les matériaux de remblayage doivent être exempts d'argile et mise en œuvre par couche de 15 cm maximum.

La dimension des plus gros éléments (Dmax) est limitée à la plus petite des trois valeurs suivantes :

- 1/3 de la largeur de la tranchée ;
- 2/3 de l'épaisseur de mise en œuvre ;
- 50mm.

La portance mesurée à la plaque de 60 cm (ou 40 cm suivant la largeur de la tranchée) au niveau inférieur de la première couche de grave traitée (grave ciment ou grave bitume) devra être au moins égale à 50Mpa.

La structure de chaussée reconstituée devra obligatoirement comporter, au-dessus de la couche de grave non traitée, 25 cm de grave ciment dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Résistance caractéristique à la compression à 28 jours ≥ 25 Mpa suivant la norme européenne EN 12390-3
- Résistance caractéristique au fendage à 28 jours ≥ 2 Mpa suivant la norme européenne EN 12390-6.

6.1.2 MISE EN PLACE DES GAINES

6.1.2.1 TRAVAUX EN POLYETHYLENE (TPC) entre regards et massifs

Les tuyaux en polyéthylène seront posés avec précaution et correctement alignés.
Les courbes ne devront pas être inférieures à vingt fois le diamètre extérieur du câble.
Les joints entre les tuyaux seront exécutés à l'aide de manchons.

6.1.3 POSE DU CÂBLE DE TERRE

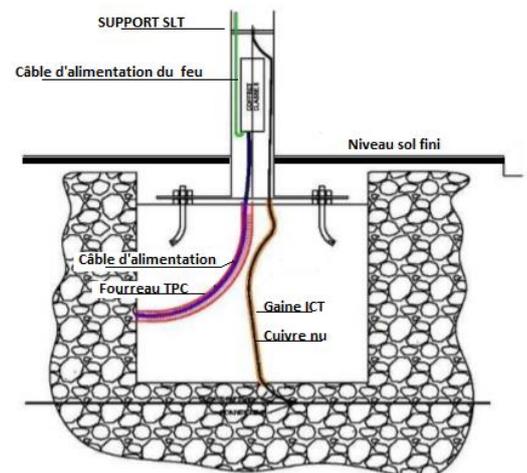
Il est réalisé suivant les dispositions des normes NF C 17-200 et P 99-060

La pose d'un câble de terre nu en fond de fouille est préconisée pour assurer une valeur de terre convenable.

Lorsqu'un câble de terre constitué par un conducteur en cuivre nu de 25 mm² est posé en fond de fouille. La parfaite continuité électrique doit être assurée. En particulier, les raccordements devront être soudés ou sertis.

Au niveau des raccords et pour éviter les blessures aux mains lors des maintenances ultérieures, les extrémités des câbles de terre devront être « isolées » à l'aide d'embout à sertir ou de capots thermo-rétractables.

Le cuivre nu ne devra pas être en contact avec le béton, notamment au niveau des massifs. Lors des traversées de béton, une gaine ICT protégera le cuivre nu, comme représenté sur la figure ci-contre.



Protection du cuivre nu en traversée de massif

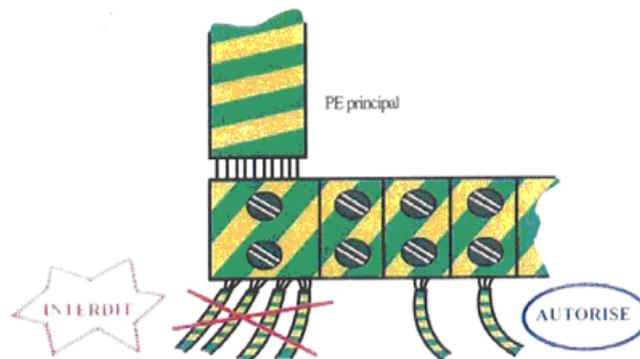
6.1.4 REGIME DE TERRE

Schéma des liaisons de terre : Type TT

Chaque armoire possédera sa prise de terre individuelle (10 ohms souhaité).

Les liaisons équipotentielles seront réalisées par le conducteur de protection VJ de chaque câble, lui-même relié par liaison indémontable à la terre individuelle du poteau.

Rappel : on ne raccordera qu'un conducteur V/J par borne.



6.1.5 LES MASSIFS

Les massifs sont de types préfabriqués ou alors coulés à pleines fouilles. Dans le second cas, ils sont coulés et en une seule fois, les fourreaux, tiges de scellement avec gabarit ayant été préalablement mis en place. Ils sont réalisés avec du béton de classe C25/30 suivant la norme européenne EN206-1.

Leurs dimensions sont au minimum de 50 x 50 x 40 cm. La dimension exacte est à confirmer au cas par cas en fonction de la hauteur et de l'équipement du support. La nature du sol doit également être prise en compte.

Le compactage autour des massifs préfabriqués doit être correctement réalisé pour éviter les risques de basculements ultérieurs par tassement.

La face supérieure du massif doit être parfaitement lisse et horizontale. Une plaque de réglage de verticalité doit être posée directement sur le massif. La pose d'une plaque supplémentaire en acier inoxydable est exigée en cas de massif préfabriqué. La pose directe sur écrous est à éviter.

Dans ce dernier cas, l'espace libre est à combler par du mortier.

Quatre tiges de scellement de 18mm de diamètre doivent être mises en place pour mâts d'une hauteur maximum de 4m. Pour les mâts de plus de 4m, les tiges de scellement doivent avoir un diamètre de 24 mmm. L'entraxe des tiges de scellement égal à 20 x 20 cm pour les mâts jusqu'à 4m et 30 x 30 cm pour mâts de plus de 4m.

Les tiges de scellement ne doivent pas dépasser du massif de plus de 8cm. La face supérieure du massif doit être à une profondeur suffisante, permettant la mise en place du revêtement spécifique de finition (12 à 14 cm du sol fini). Voir schéma confection du massif plus bas.

Tous les bétons seront fabriqués mécaniquement dans des centrales à béton permettant de contrôler à tout instant les dosages des divers composants et de l'eau.

La distance entre le massif et le fil d'eau doit être suffisante afin que le bord le plus proche de l'émergence implantée sur le massif soit au minimum à 60cm du fil d'eau.

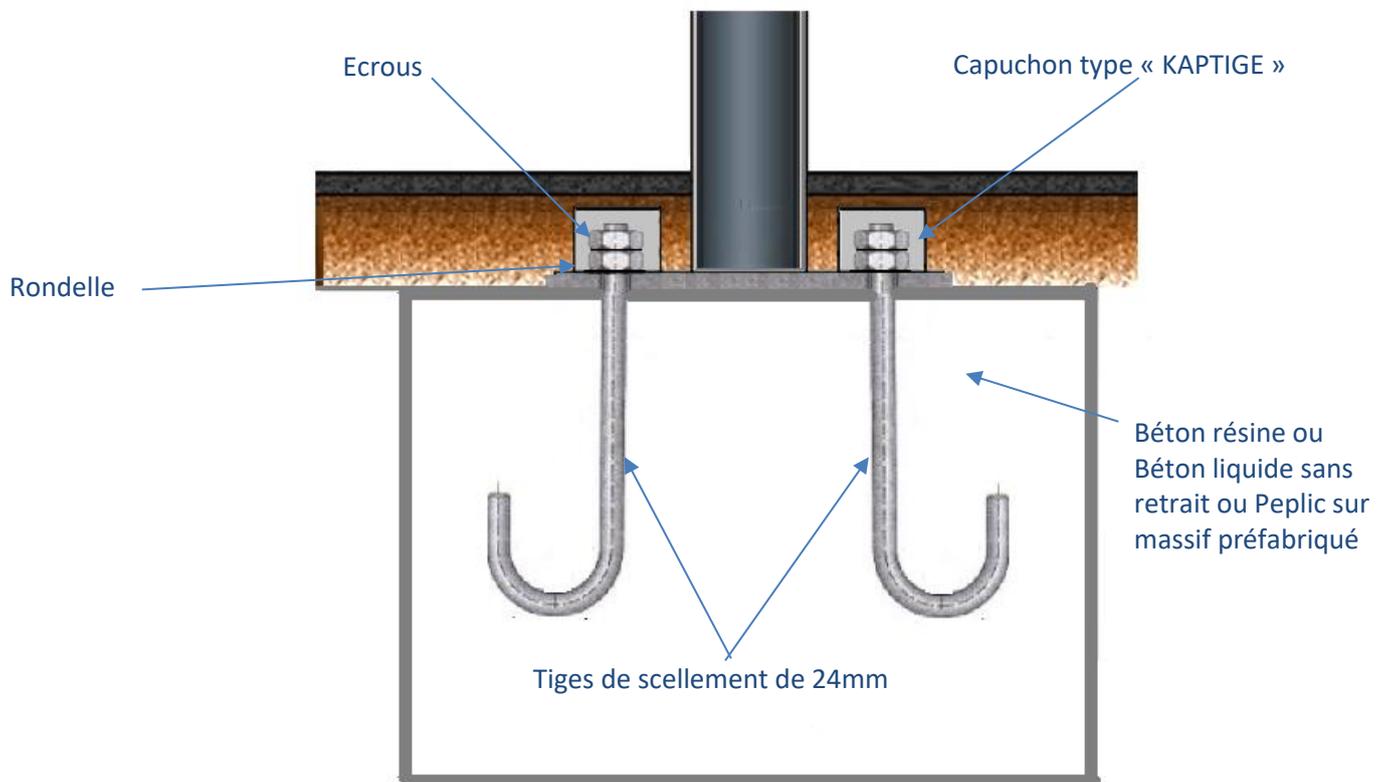
Des distances plus grandes peuvent être considérées, notamment dans le cas d'émergence situées dans des courbes avec des girations de poids lourds, ou dans les cas de largeur de trottoir inférieur à 1m75 (ne permettant pas une largeur conforme de passage).

Les massifs pour supports avec signaux piétons doivent être implantés de telle sorte qu'un piéton puisse toucher le support depuis la bande d'éveil de vigilance (soit 50 cm maximum entre l'axe du massif et le bord de la bande d'éveil de vigilance).

6.1.5.1 schéma conception de massif



Calcul du volume pour le massif à titre indicatif



6.1.6 LES CHAMBRES DE TIRAGE

Elles sont de type bâties ou préfabriquées.

Un béton de propreté est aménagé en fond des chambres de tirage. Les chambres comportent une évacuation drainante.

Lors de la pose des chambres, et particulièrement dans le cas d'éléments préfabriqués, une

attention particulière doit être apportée afin que les parois n'écrasent pas les conduits, et soient donc percées assez largement, mais sans excès, pour ne pas laisser pénétrer des coulées de déblais. Les passages des conduits seront colmatés au béton ou mortier. La finition du colmatage sera soignée en intérieur et en extérieur de la chambre de tirage.

Les conduits ne dépassent pas de plus de cinq centimètre à l'intérieur des chambres de tirage.

Le cuivre nu de fond de fouille formera une, et une seule, large boucle dans ces chambres afin de permettre tout raccordement. Lors de la traversée des parois de la chambre, le cuivre nu ne sera pas en contact direct avec le béton : il sera protégé par la mise en place d'une gaine ICT.

Le niveau supérieur des chambres de tirage doit être identique à celui du niveau du sol fini.

Les chambres sont placées dans des zones accessibles, non circulées par les véhicules motorisés et les piétons et exemptes de stationnement.

Les dimensions des regards sont :

- 30 x 30 cm pour les regards de boucles ;
- 80 x 80 cm pour les regards principaux devant les armoires de commande ;
- 60 x 60 cm pour les autres regards. Ces regards sont disposés en bout de chaque traversées et au niveau des îlots. Un maillage complet du carrefour (ceinturage) doit être effectué afin de permettre une maintenance facilité du carrefour.

6.1.7 LES BOUCLES DE DETECTION

6.1.7.1 Principes généraux

Pour chaque ensemble, le lieu d'implantation sera matérialisé par peinture et / ou craie grasse.

Les boucles sont réalisées par sciage de la chaussée. Ce sciage de chaussée sera effectué à la scie à béton sur une profondeur de 7 cm (+ou- 1 cm), le défonçage par marteau piqueur est proscrit. Le sciage sera réalisé par coupe droite et respect des formes de boucles

Le sciage est réalisé jusqu'au TPC permettant le passage sous trottoir et rejoignant le regard le plus proche pour les boucles sous chaussée.

Le fond de saignée devra être exempt d'aspérités à angles vifs, un lissage du fond de saignée devra être réalisé si nécessaire par action mécanique ou enduisage.

Les angles vifs des sciages devront être cassés au burin pour diminuer l'effet de pincement du câble. Cas notamment des formes de boucles en chevron ou demi-chevron.

Le rebouchage de la saignée et l'enduisage devront être réalisés par un produit de bonne adhérence sur support humide, de faible retrait, de viscosité suffisante à sa mise en œuvre, de résistance mécanique conservée entre - 15° et + 50° C, résistant

aux hydrocarbures, au gel, au sel et au trafic routier. Ce produit doit être agréé par les services techniques d'ALM.

Dans tous les cas, le produit de rebouchage doit être homogène et exempt de charge rapportée.

La boucle est réalisée par bobinage de plusieurs spires de câble « KY33A05, section 1,34 mm² ». Le nombre de spires est inversement proportionnel à la dimension de la boucle.

La sortie de boucle est torsadée à raison de 20 spires au mètre (minimum) et est glissée dans une tresse tubulaire.

La mesure des caractéristiques de boucle est nécessairement préalable à la réalisation de la boîte coulée. Les valeurs à mesurer sont la résistance, l'inductance et l'isolement. Ces valeurs, clairement identifiées, sont à fournir dans le dossier d'ouvrage exécuté.

Le raccordement est réalisé dans le regard le plus proche par une connexion étanche du type boîte coulée. Les boîtes démontables avec gel sont proscrites.

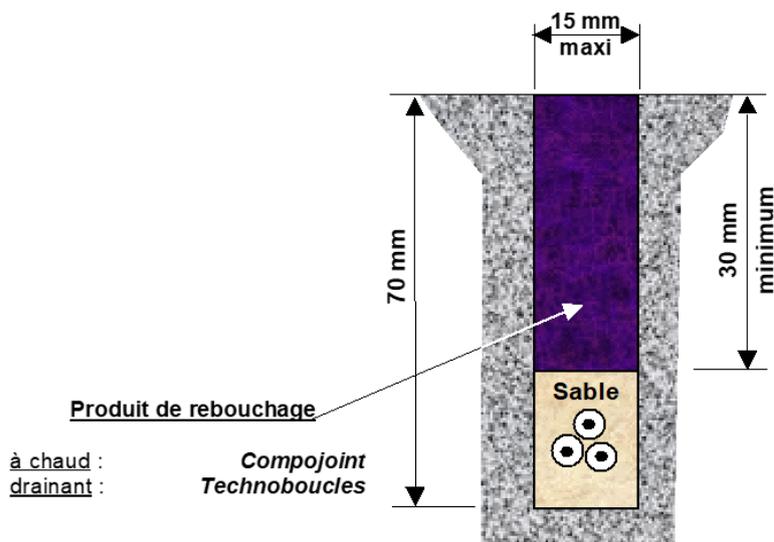
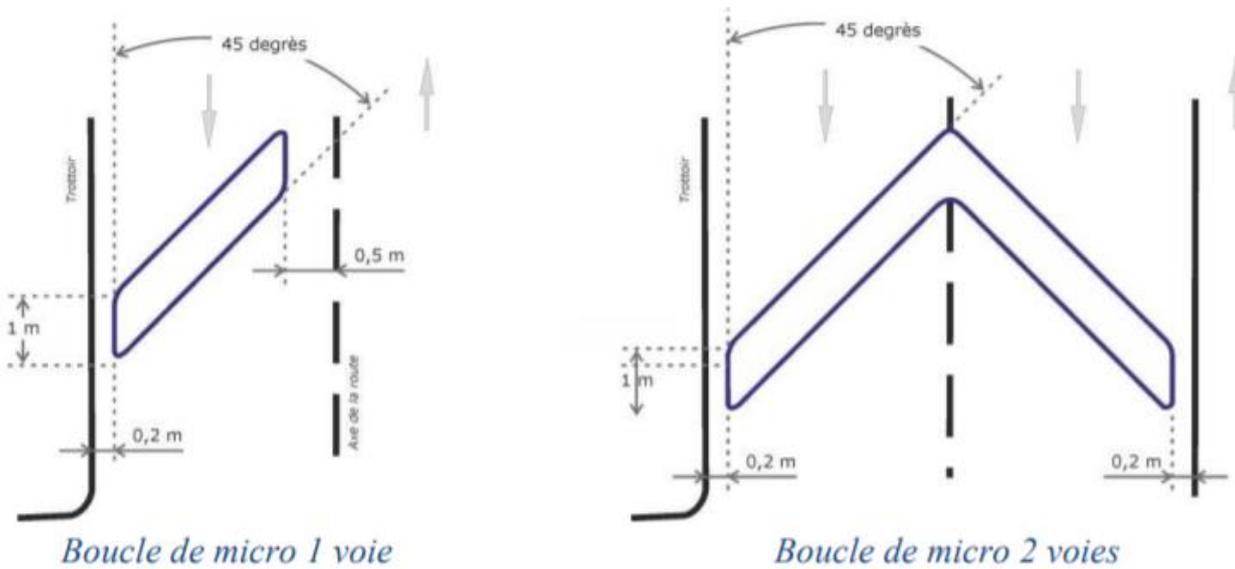
Le retour vers l'armoire depuis ce regard est réalisé par câble blindé. Celui-ci devra être mis à la terre coté armoire de commande.

6.1.7.2 Schéma de pose d'un regard pour les boucles de détection

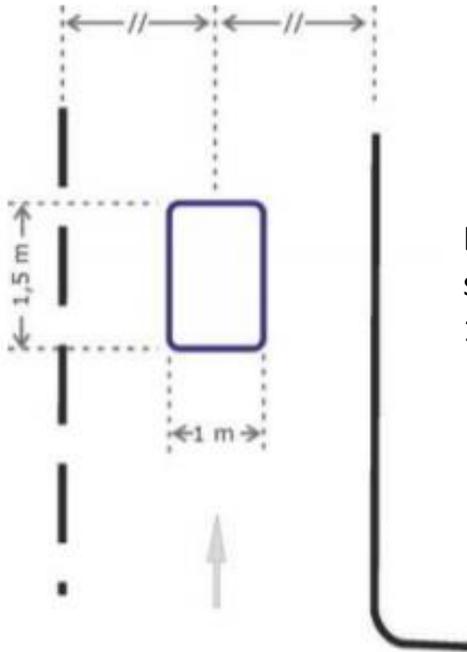
6.1.7.3 Les formes des boucles de détections

Les boucles de détection en pied de feux (micro-régulation) sont de formes parallélépipédiques avec une inclinaison de 45°. Le bord parallèle à la bordure est égal à 1 m. Elle est située à 20 cm de la bordure et à 50 cm de la limite de voie.

Les boucles couvrant deux voies sont de forme chevron.

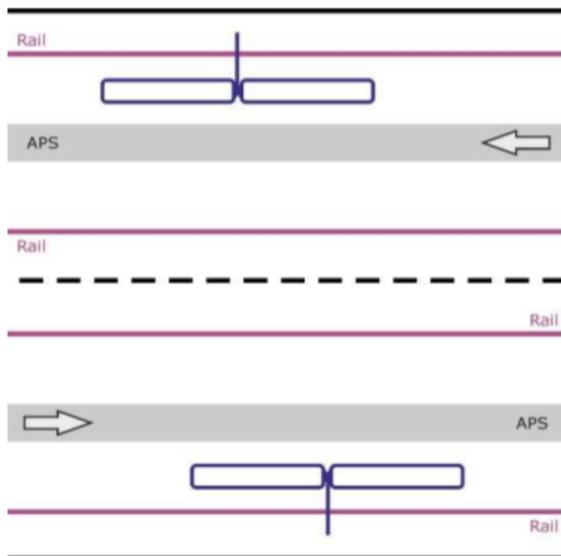


Boucle macro-régulation ou de saturation



Les boucles de macro-régulation ou de saturation sont de forme rectangulaire de 1.5m par 1m Elles sont positionnées au

Boucles de Tramway



Les boucles tramway sont de type différentiel, c'est-à-dire qu'elles sont constituées de deux boucles consécutives dont les sens d'enroulement sont inversés. A cause de la contrainte de l'Alimentation Par le Sol (APS) sur certaines sections du tramway, les boucles de détections ne sont pas positionnées en central, mais décalées afin de pouvoir se positionner entre le rail extérieur et l'APS.

7 TIRAGE DE CABLES

Tous les câbles seront posés à l'intérieur des gaines. Les câbles seront tirés et mis en place avec le plus grand soin, en respectant les caractéristiques mécaniques données par le fabricant. Une boucle de « mou » sera réservée dans chaque regard.

Les extrémités des câbles laissés en attente pendant le chantier seront munies d'embouts terminaux étanches.

Tous les câbles doivent être protégés aux deux extrémités par des gaines thermo-rétractables en tête de câbles. L'utilisation d'adhésif en remplacement est interdite ; Du côté des mâts ces manchons devront pénétrer à l'intérieur des boîtiers de type classe II. Toutefois, s'il est utilisé comme fil de terre, le cheminement du fil vert/jaune doit absolument éviter le boîtier classe II. Les câbles seront repérés à chaque extrémité et dans chaque chambre de tirage, dès le tirage pour éviter les erreurs lors des raccordements et faciliter les opérations de maintenances ultérieures. L'identification finale doit être effectuée à l'aide de plaquettes plastiques (fond blanc et texte noir) maintenues par des colliers en polyamide directement sur le câble. Le repérage doit préciser « SLT » suivi du numéro du signal que le câble alimente.



Type de repérage SLT

Les câbles seront tirés en une seule fois, sans raccord intermédiaire.

Tous les fils multibrins devront être équipés d'embouts de câblage à sertir avec collerette.

Il ne devra jamais y avoir plus de deux fils raccordés sur une même borne d'une barrette de connexion.

La répartition des câbles (schéma de câblage) doit être réalisée lors des études d'exécution.

8 POSE ET RACCORDEMENT DES MATÉRIELS DE TERRAIN

8.1.1 POSE D'UNE ARMOIRE POUR CONTRÔLEURS DE CARREFOURS

Les massifs doivent être posés de façon à permettre l'ouverture facile des portes (attention au niveau du sol fini). Les armoires sont dos à l'ouest de façon à limiter la pénétration de la pluie lors des opérations de maintenance.

Il faut également prendre garde au masque de visibilité que peut engendrer le volume de(s) armoire(s).

Condition technique de raccordement d'une installation SLT existant au fournisseur d'énergie.

Afin de garantir une installation facile et pérenne, l'utilisation des fourreaux existants est proscrite. (ne pas percer les fourreaux déjà en place.)

La mise en œuvre du fourreau TCP dans le massif d'ancrage de l'armoire de commande devra être réalisée directement dans la maçonnerie.

Lorsque le massif est fragilisé ou encombré, la pose d'un regard proche de l'armoire SLT est préconisée.

8.1.2 POSE CONTRÔLEURS DE CARREFOURS

Le câblage du contrôleur de carrefour est réalisé dans les règles de l'art. Tous les câbles et conducteurs sont repérés par une plaquette d'identification munie de repères et fixée directement sur le câble par l'intermédiaire de colliers de fixation polyamide. Voir chapitre 7 tirage de câbles.

Tous les détecteurs de boucles doivent être identifiés sur la face visible par une étiquette autocollante plastique (texte noire et fond blanc), portant les initiales du nom et le numéro de la boucle concernée.

Tous les autres équipements, servitudes et protection électriques présents dans l'armoire sont également identifiés par une étiquette autocollante plastique (texte noire et fond blanc).

Le câblage du réseau des lignes spécialisées DSL devra être effectué par l'intermédiaire de bornes à système de raccordement instantané de couleur orange et gris.

Les fils reliés aux entrées du contrôleur (commande manuelle, détecteurs, ...) doivent être maintenus dans une gaine expansible et serrés par des colliers polyamide à chacune des extrémités de la gaine.

Le câble de terre constitué par un conducteur en cuivre nu de 25 mm² de section minimum posé en fond de fouille sera raccordé à la borne de terre du contrôleur.

Les conducteurs inutilisés des câbles sont reliés à la terre.

Le dossier de régulation et le plan de câblage de l'armoire sont mis sous pochette plastique dans un porte-document, à l'intérieur d'une porte de l'enveloppe.

8.1.3 POSE DES SUPPORTS

Chaque support est équipé par rapport au besoin. Les montages des signaux tricolores, bicolores et mono couleur sont cohérents vis-à-vis du plan d'aménagement. Les perçages correspondent à l'équipement du support : les trous non nécessaires ne sont pas acceptés.

Les travaux de transport, de levage et de mise en place des mâts et de leur équipement seront exécutés avec toutes les précautions d'usage, en tenant compte des prescriptions se rapportant au maintien et à la sécurité de la circulation, ainsi qu'à la préservation des ouvrages et immeubles voisins.

Tous les soins désirables seront apportés pour qu'aucun dommage ne soit causé au matériel.

La pose du support comprend la mise en aplomb de celui-ci et le réglage des équipements (orientation).

Les écrous des tiges de scellement doivent être protégés par des bouchons en plastique remplis de graisse anticorrosion. L'utilisation de mortier est interdite pour cet usage.

Tous les mâts de signalisation doivent pouvoir être déposés en situation d'urgence, notamment lors des astreintes de nuit. La finition au pied des mâts doit être facilement déposable (par ex. couche faible de béton maigre ou d'enrobé à froid selon l'environnement). La pose préalable de cadre de réservation 45x45 cm de type CADRE SOGEXI est demandée pour une finition soignée.

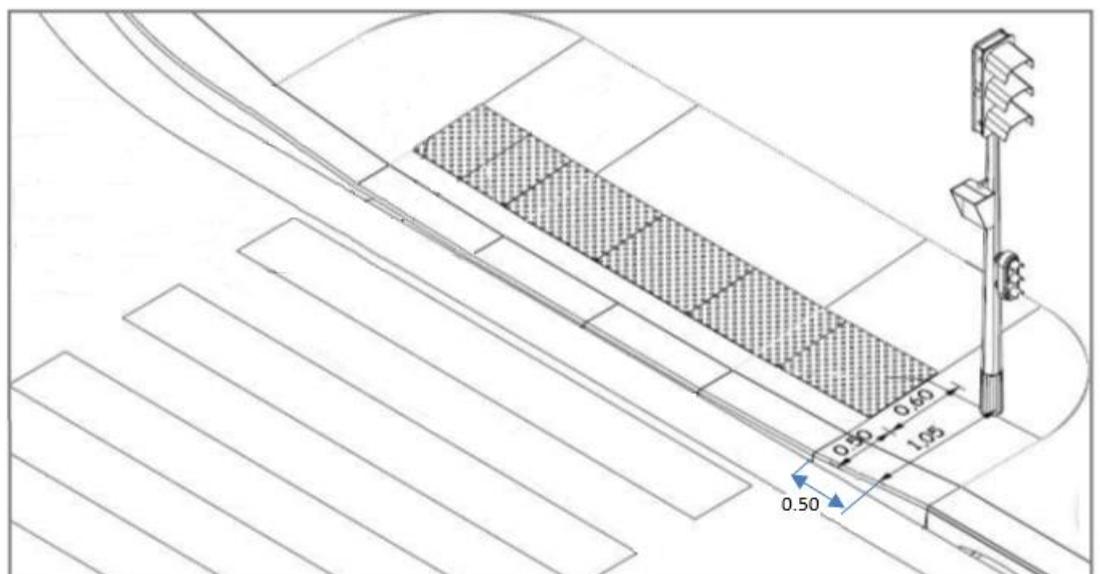
Le support est identifié avec son numéro. L'étiquette est positionnée pour pouvoir être lue depuis le sol.

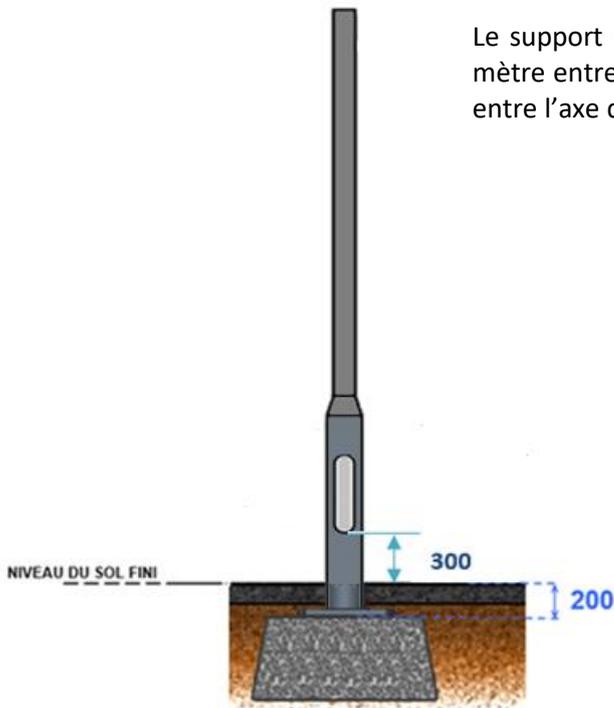
La parfaite continuité du câble de terre (cuivre nu de 25mm² posé en fond de fouille) devra être assuré. En particulier, les raccordements devront être soudés ou sertis conformément à la norme NF 17 200.

Le cuivre nu ne devra pas être en contact avec le béton (au niveau des massifs par exemple).

Une gaine ICT protégera le cuivre nu.

8.1.3.1 Schémas de pose du support sur trottoir



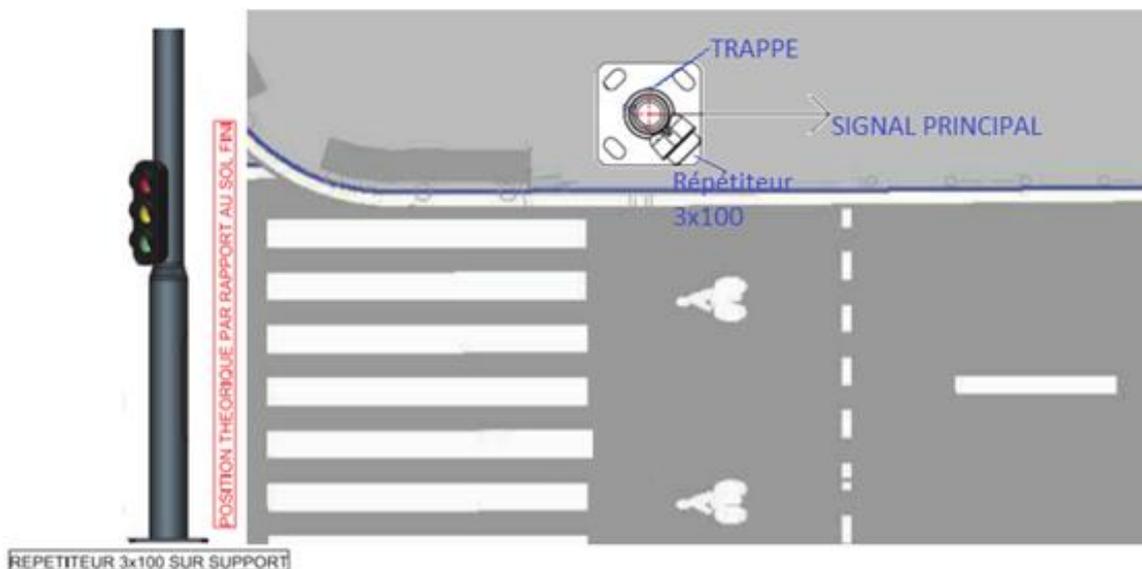
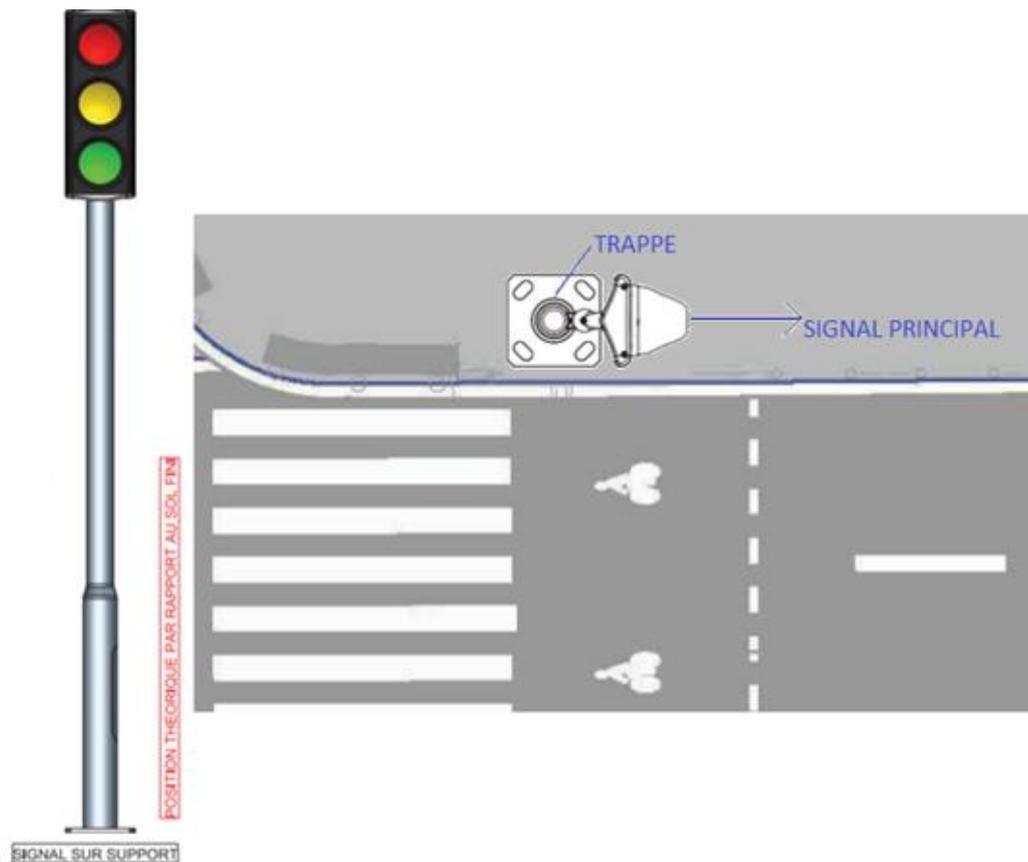


Le support devra être posé au minimum à 0.70 mètre et au maximum à 1.05 mètre entre la bordure du trottoir et l'axe du massif. Et au maximum à 50cm entre l'axe du support et le début de la bande d'éveil.

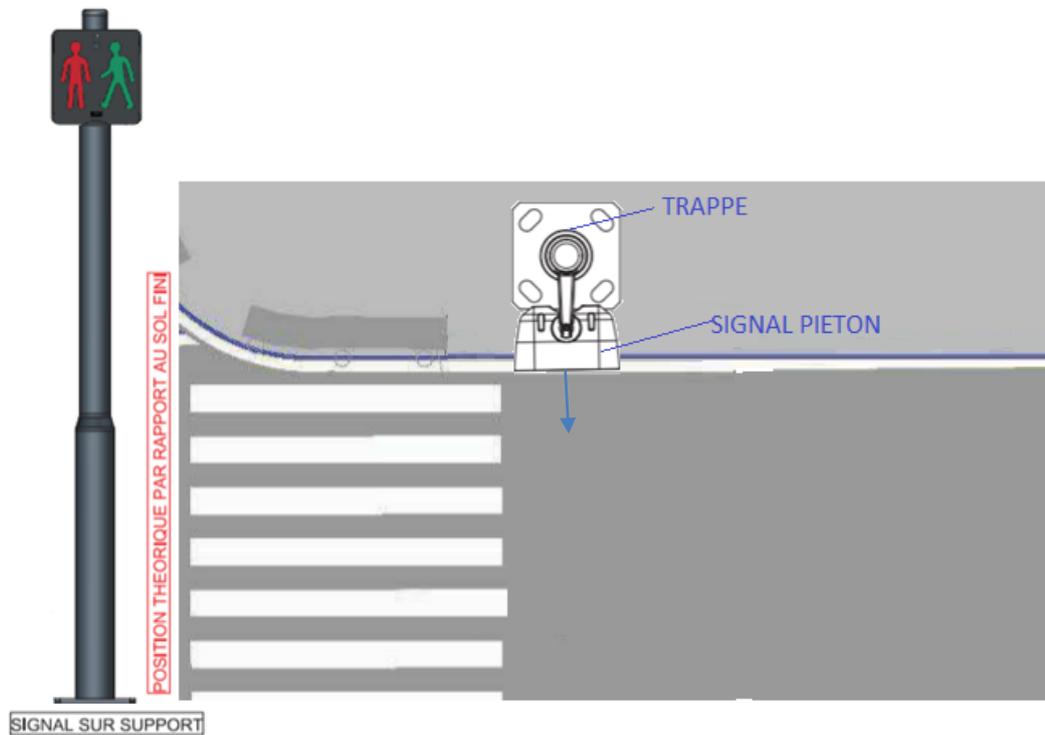
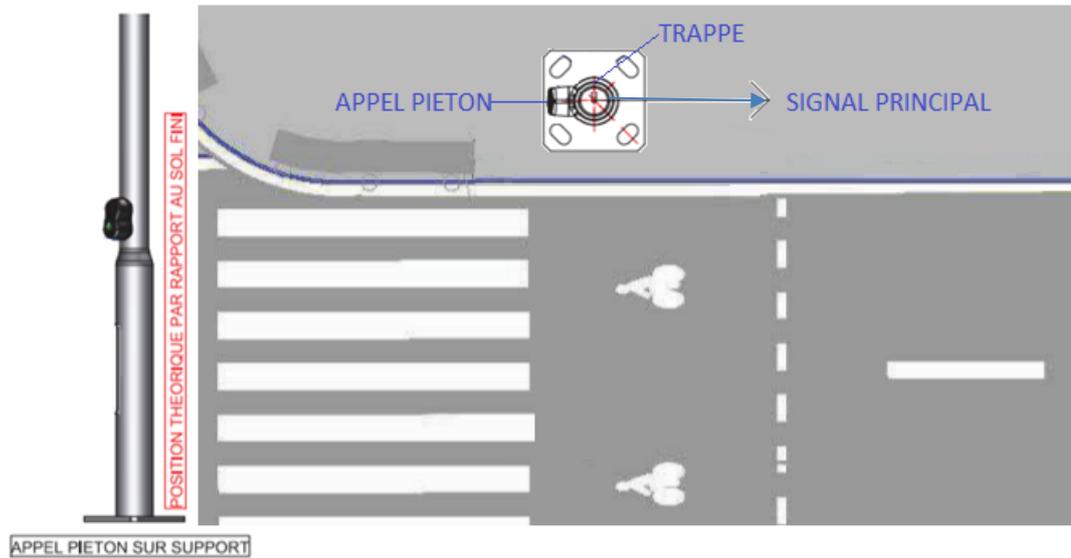
Le support devra être posé sur son massif au maximum à 200mm du niveau du sol fini. Le bas de porte devra avoir une hauteur maximum de 300mm entre celle-ci et le sol fini.

8.1.3.2 Schémas d'orientation des signaux tricolore sur supports

Les portes d'accès des mâts doivent être côté trottoir, perpendiculaires ou éventuellement parallèles à l'axe de la chaussée du côté permettant aux agents de maintenance d'appréhender le danger des véhicules circulant à proximité.



8.1.3.3 Schémas d'orientation des signaux piéton et bouton poussoir sur supports

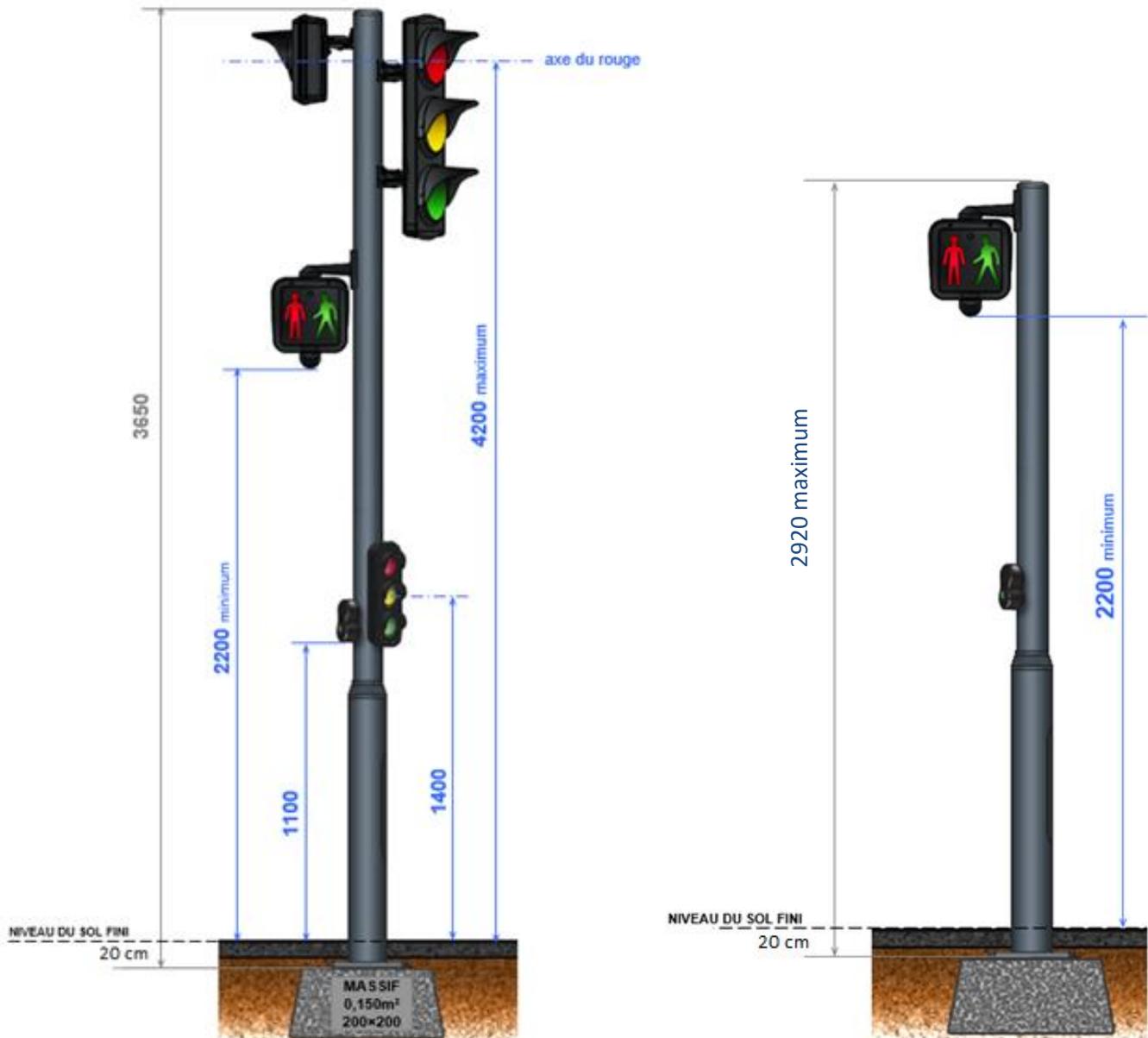


8.1.4 POSE DES SIGNAUX

Les signaux principaux et signaux piétons doivent être posés de telle manière que la hauteur sous signal soit comprise entre 2m20 et 2m30 minimum. Les boutons d'appel piéton doivent être implantés à une hauteur comprise entre 90 et 120 cm. Les mêmes catégories de signaux doivent être posées à la même hauteur sur un même carrefour.

Par exemple, les répéteurs arrière (croix grecque) sont posés au niveau de la lentille rouge du signal principal. Les voyants de prise en compte BUS sont posés juste au-dessus des signaux tricolores R11.

8.1.4.1 Schémas de pose des Signaux Tricolore

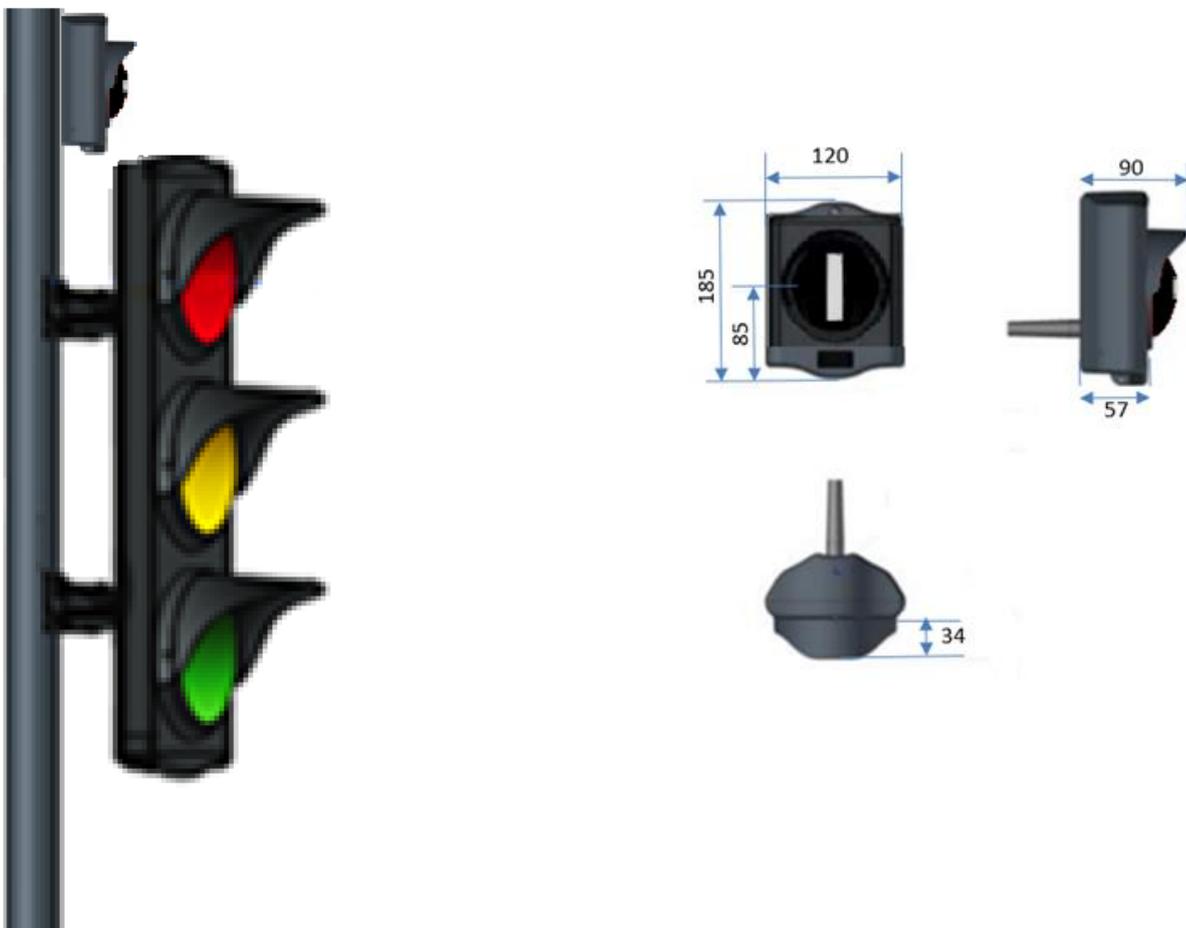


8.1.4.2 Schémas de pose signal BUS

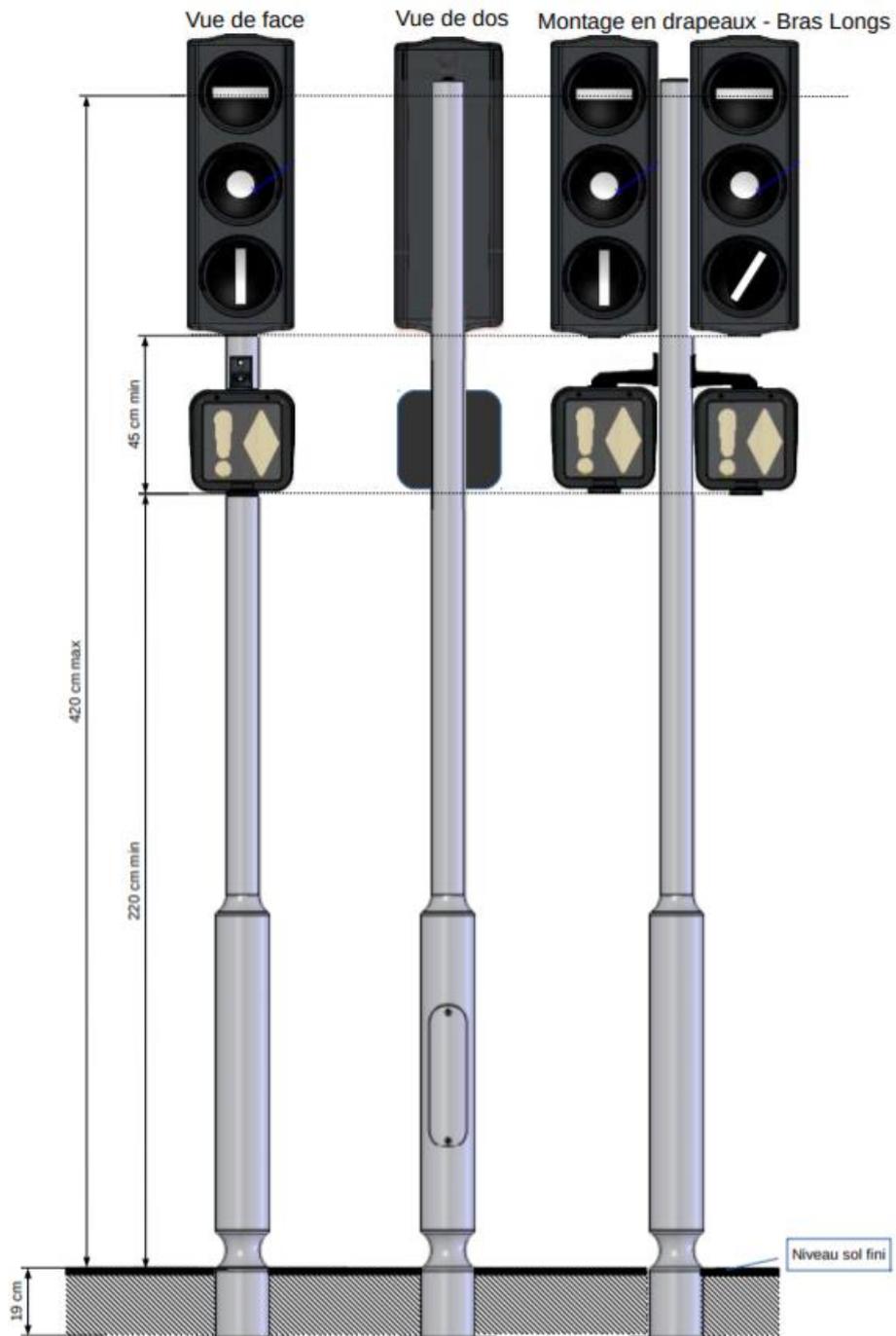
Son corps sera en aluminium recyclable présentant une très bonne protection thermique et mécanique assurant une longévité du produit tout en respectant l'environnement.

Les afficheurs devront être équipés de diodes haut flux, démontables individuellement, et d'encombrement très réduit.

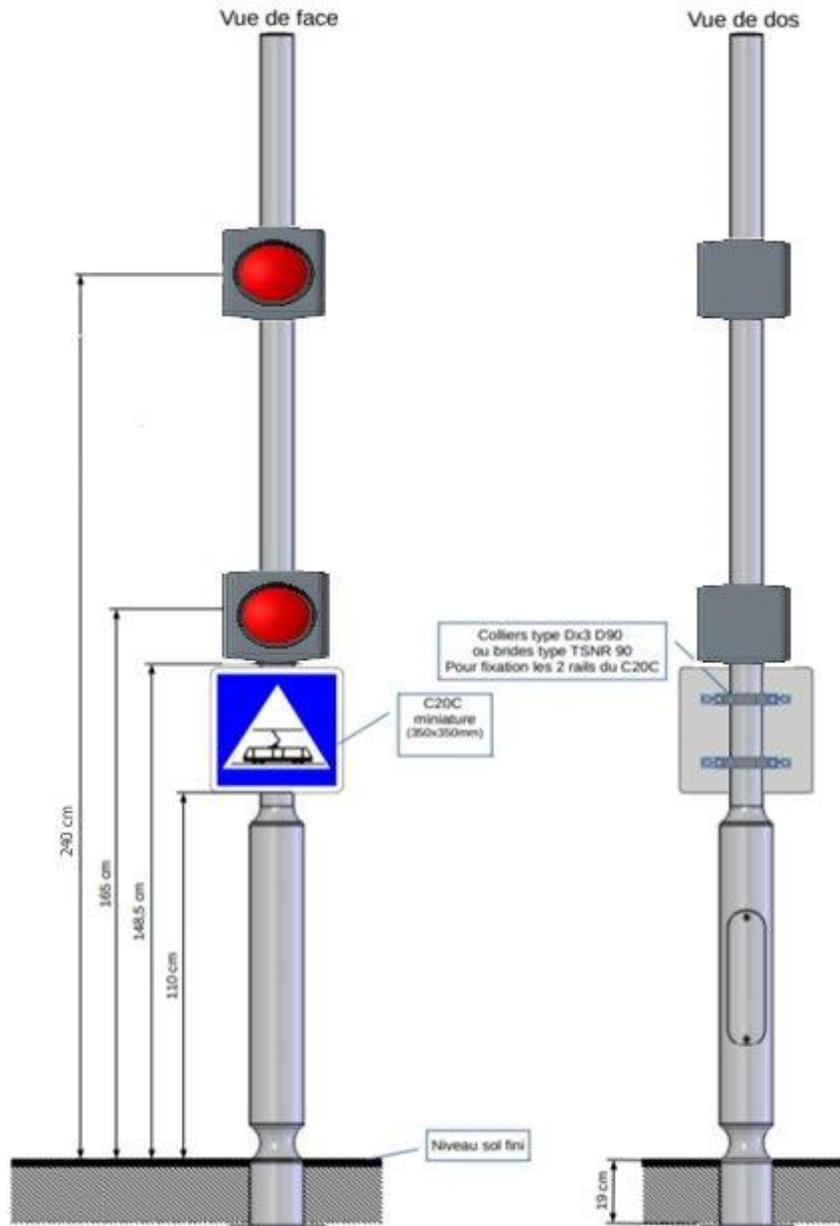
Le répéteur unicolore symbole R17 devra être conforme aux exigences de la norme française NFP99-200.



8.1.4.3 Schémas de pose des Signaux R17 + SAC



8.1.4.4 Schémas de pose des Signaux R24 + C20c



9 ESSAIS, MISES EN SERVICE, RECETTE DES INSTALLATIONS

9.1.1 ESSAIS « BANC DE TESTS »

Ces essais, réalisés sur banc de test, en amont de la mise en service du carrefour, ont pour objectif de garantir un fonctionnement conforme aux études d'exécution dès la mise en service du carrefour, que ce soit d'un point de vue routier ou en cas de demande de priorité (pour les carrefours concernés)

La programmation est vérifiée selon différents scénarios d'essais prévus. Ces scénarios sont joués à partir d'un outil de commande contrôleur sur simulateur. Le simulateur doit pouvoir simuler les approches des Transports en Commun (TC = tramway ou bus) et les détections locales (VL, piétons, cycles).

Suivant les configurations, les scénarios suivant devront être testés :

- Vérification du fonctionnement routier du carrefour en temps fixe (sans contraction des adaptatifs ni prolongation) ;
- Vérification de la bonne prise en compte des détections VL au niveau des plages adaptatives, des escamotages, des glissements et des points de repos éventuels ;
- Vérification de la bonne prise en compte des BAP (pour les carrefours concernés) ;
- Vérification de la coordination (pour les carrefours concernés) ;
- TC en approche seul sur le carrefour : à tester pour chaque code trajet ;
- 2 TC en approche sur le carrefour, compatibles et suffisamment proches pour être servis dans la même phase (vérification du bon fonctionnement des points d'attente) ;
- 2 TC en approche sur le carrefour, compatibles, mais légèrement trop éloignés pour être servis dans la même phase ;
- 2 TC en approche sur le carrefour, incompatibles (pour les carrefours concernés par ce cas de figure) ;
- Prise en compte des détections pied de feux de secours (pour les carrefours concernés, toutes les détections de secours doivent être testées) ;

Pour les essais « banc de tests » de chaque contrôleur, un rapport devra être fourni. Le rapport précisera les résultats des tests de tous scénarios énumérés précédemment. Pour chaque test, il devra être inclus une capture d'écran du diagramme linéaire du carrefour et des variables de fonctionnement. Ce diagramme devra clairement montrer que le résultat du test est positif. En cas de rapport incomplet, de test négatif, ou de capture d'écran ne permettant pas de juger du bon déroulement du test, le cahier d'essais devra être repris.

9.1.2 ESSAIS LORS DE LA MISE EN SERVICE « ROUTIERE »

Ces essais permettent de garantir un fonctionnement routier correct et une détection bus en pied de feux pour les carrefours concernés.

Il doit être fourni pour chaque carrefour mis en service, un cahier d'essai ou figureront à minima :

- La validation de la bonne implantation et orientation des signaux ;
- Les quantitatifs présents sur le terrain ;
- La validation du bon câblage des signaux (tests de couleur) ;
- La validation du bon fonctionnement des modules sonores ;
- La valeur mesurée de la résistance de la terre à l'armoire ;
- Le contrôle du fonctionnement des dispositifs de sécurité ;
- La mesure de la tension secteur ;
- La valeur mesurée des impédances, résistances et isollements des boucles ;
- La validation du câblage des entrées du contrôleur ;
- Le contrôle de fonctionnement général de l'installation, point de vue circulation et sécuritaire.

Arrêté de police : L'entreprise devra s'assurer qu'il y a un arrêté de police avant la mise en service.

9.1.3 ESSAIS LORS DE LA MISE EN SERVICE « TRANSPORTS EN COMMUN »

Pour les carrefours concernés par la priorité aux TC, ces essais consistent à :

- Vérifier et régler les détections TC ;
- Vérifier et de régler les délais d'approche du TC pour chaque voie et par carrefour ;
- Eventuellement vérifier le fonctionnement global du système de priorité sur plusieurs carrefours.

9.1.4 CONTROLES DES INSTALLATIONS PAR UN ORGANISME(S) AGREE(S)

Dans le cas de la création d'un nouveau carrefour ou bien d'une modification profonde d'un carrefour existant, l'installation devra être contrôlée par un Organisme de Contrôle. Ce contrôle porte sur la conformité aux normes et réglementation électrique en vigueur et notamment les NF-C15100 et C17200.

Le contrôle de conformité fonctionnelle devra être effectué par un organisme compétent en signalisation tricolore.

9.1.5 RECETTE DE L'INSTALLATION

La recette de l'installation sera prononcée après réception et acceptation des cahiers de recette de fonctionnement et cahier d'essais réalisés à la mise en service.

Travaux, SLT	Points critiques levés par le contrôle interne	Points d'arrêts levés par le contrôle externe	Points d'arrêts levés par le maître d'œuvre
Contrôles des matériels et fournitures : - Provenance et qualité (conformité CE et normes en vigueur)	X	X	S*
Implantation et nivellement : - Piquetage des ouvrages enterrés - Piquetage des supports et des poteaux - Maintien / protection des réseaux existants	X X X	X X X	S* S* S*
Réalisation : - Vérification des réparations en cas de dommages sur ouvrages - Information d'écart de position dans caractéristiques initiales ouvrages	X X	X X	X X

Travaux, SLT	Points critiques levés par le contrôle interne	Points d'arrêts levés par le contrôle externe	Points d'arrêts levés par le maître d'œuvre
<p>Mise en service des réseaux électriques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - contrôle électrique (SLT) - contrôle des tensions - contrôle des intensités - contrôle des résistances de terre - contrôle des isolements des conducteurs - contrôle des relevés des facteurs de puissance de l'installation - essais et mesures électriques de fonctionnement - essais d'allumage lampes, feux, etc. (SLT) - vérification câblage (SLT) - contrôle continuité boucle (SLT) - contrôle isolement fil de boucle (SLT) - vérification des dispositifs et conducteurs de protection - réception du fonctionnement avec concessionnaire 	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>S*</p>
<p>S* : L'intervention du maître d'œuvre est menée par sondage et non systématiquement.</p>			

Ce plan de contrôle général sera complété par des contrôles spécifiques lors de la réalisation. Ceux-ci seront alors précisés dans les modes opératoires.

10 DOSSIERS DES OUVRAGES EXECUTES

Dès la phase initiale d'approvisionnement des matériaux et matériels, les DOE doivent commencer à être compilés. Ces dossiers reprennent tous les éléments décrivant tous les ouvrages tels que réalisés et comprennent notamment les éléments suivants :

- Plans de récolement situant la position exacte des matériels sur le terrain à une échelle 1/200ème (capteurs, chambre de tirage, regards de raccordement, nombre et diamètres des fourreaux). La charte plans patrimoine est à respecter ;
- Relevé des installations (hors réseaux) en classe A ;
- Schémas de câblage précisant le cheminement des câbles, le type et la longueur réelle des câbles, le type et le nombre des conducteurs pour chacun des câbles, l'alimentation électrique (par ex. ERDF) ;
- Dossiers carrefours mis à jour selon les réglages et mises au point réalisées ;
- Programmations et paramétrages des contrôleurs de carrefour et du PCRT ;
- Notices de programmation, de maintenance, d'entretien, des matériels déployés ;
- Caractéristiques des matériels et leur notice de fonctionnement ;
- Fiches d'agrément de toutes les fournitures ;
- Certificats de conformités CE des signaux ;
- Programmes de test des matériels déployés ;
- Procédures de réglages ;

Documents concernant les tests (si contrôle sans observation préalable), essais mises en service, recette carrefour et système effectués ;

- Rapport des contrôles en cours d'installation conforme à minima à la norme NF-P99060.
- Rapport avec attestation de conformité aux normes et réglementation électrique en vigueur et notamment les NF-C15100 et C17200.
- Rapport des contrôles de fin d'installation conforme à minima à la norme NF-P99060.
- Rapport et attestation de conformité fonctionnelle.
 - Vérification de la hauteur des portes sol fini et l'orientation porte d'accès

Les DOE devront être fournis complets aux services techniques d'ALM au minimum 15 jours avant la date de réception.

10.1.1 SYMBOLES PLAN DE CARREFOUR TRICOLEURE PERMANENT

Tous les dossiers concernant la signalisation tricolore devront respecter les symboles et les légendes décrits les éléments suivants :

LEGENDE		LEGENDE	
Désignation	Symbole	Désignation	Symbole
R11v	Signal tricolore circulaire Ø300	Potelet	
R11v	Signal tricolore circulaire mixte	Potence	
R11v	Signal tricolore circulaire Ø200	Poteau	
R11v	Répétiteur voiture Ø100	Portique	
R11v	Exemple d'un signal tricolore circulaire Ø200 avec répétiteur	Exemple de feux sur poteau	
R11j	Signal tricolore circulaire Ø200	Exemple de feux sur potence	
R14tg	Signal tricolore directionnel tourne à gauche - Ø300	Excran de contraste	
R14tg	Signal tricolore directionnel tourne à gauche - Ø200	R12	Signal piéton
R14dtg	Signal tricolore directionnel direct tourne à gauche - Ø200	R12	Signal piéton sonore
R14d	Signal tricolore directionnel direct - Ø200		Bouton poussoir d'appel piéton
R14 dtd	Signal tricolore directionnel direct tourne à droite - Ø200		Bouton poussoir d'appel piéton avec «appel enregistré»
R14td	Signal tricolore directionnel tourne à droite - Ø200		Symbole général d'une armoire
R13c	Signal tricolore modal pictogramme cycle - Ø200		Armoire de feux
R13b	Signal tricolore modal pictogramme BUS - Ø200		Boîtier agent
R17	Signal tricolore pour tramway		Capteur au sol
R1	Signal de balisage et d'alerte unicolore jaune clignotant		Capteur aérien (radar)
R24	Signal d'arrêt unicolore rouge clignotant	AUTRES SYMBOLES (hors normalisation)	
R15c	Signal d'anticipation modal pictogramme cycle - Ø200		
R15b	Signal d'anticipation modal pictogramme BUS - Ø 200		
R16td	Signal d'anticipation directionnel tourne à droite - Ø200	R18 td	Signal tricolore pour tramway tourne à droite
R16dtd	Signal d'anticipation directionnel direct tourne à droite - Ø200	R18 tg	Signal tricolore pour tramway tourne à gauche
R16d	Signal d'anticipation directionnel direct - Ø200		Signal d'aide à la conduite tramway (exemple LYON)
R16dtg	Signal d'anticipation directionnel direct tourne à gauche - Ø200	R25	Signal piéton traversée plate forme tramway
R16tg	Signal d'anticipation directionnel tourne à gauche - Ø200	R25	Signal piéton sonore traversée plate forme tramway
	Rappel piéton A13 b		Capteur optique
	Répétition arrière optionnelle R11 v		