

## **MARCHE PUBLIC DE TRAVAUX**

### **CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)**

#### **OBJET DU MARCHÉ :**

**TRAVAUX DE MODERNISATION DES ÉQUIPEMENTS D'EXPLOITATION, DE SÉCURITÉ ET DE LA GESTION  
TECHNIQUE CENTRALISÉE DU TUNNEL DE NOAILLES**

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>Données générales du tunnel.....</b>	<b>5</b>
1.1	Situation de l'ouvrage.....	5
1.2	Classification de l'ouvrage.....	5
1.3	Principales caractéristiques du tunnel :.....	5
1.4	Trafic.....	6
1.5	Coupes types.....	6
1.6	Synoptique général du tunnel.....	6
<b>2</b>	<b>État des lieux des équipements.....</b>	<b>7</b>
2.1	Équipements du tunnel.....	7
2.1.1	Plots de jalonnements.....	7
2.1.2	Signalisation d'affectation de voies.....	7
2.1.3	RAU - Niches de sécurité.....	8
2.1.4	Signalisation statique.....	10
2.1.5	Local technique.....	10
2.1.6	Alimentation et distribution électrique.....	11
2.2	Vidéosurveillance et DAI :.....	13
2.2.1	Caméras en tunnel.....	13
2.2.2	Détection Automatique d'Incident (DAI).....	14
2.2.3	Caméras extérieures.....	14
2.3	Détection automatique d'incendie.....	14
2.4	Système de fermeture et de gestion de l'itinéraire.....	14
2.5	Ventilation.....	15
2.6	Eclairage.....	15
2.7	GTC/supervision de l'ouvrage.....	16
2.8	Etat des lieux des réseaux de fourreaux en amont et aval du tunnel.....	17
2.8.1	Diffuseur 50.....	17
2.8.1	Diffuseur 51.....	18

## A20 – Tunnel de Noailles (19)

### Renouvellement et renforcement des équipements du tunnel

CCTP en date du 15 mai 2025



2.8.2	Amont du tunnel.....	18
2.8.3	Aval du tunnel.....	18
<b>3</b>	<b>Programme de travaux.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>Programme de rénovation/remplacement des équipements existants.....</b>	<b>20</b>
3.1.1	Nouveau système de plots de jalonnements.....	20
3.1.2	Nouvelle signalisation d'affectation de voies.....	21
3.1.3	Remplacement des feux R24.....	21
3.1.4	Rénovation / création des niches de sécurité.....	22
3.1.5	Signalisation statique.....	25
3.1.6	Alimentation et distribution électrique.....	26
<b>3.2</b>	<b>Vidéosurveillance et DAI :.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3</b>	<b>Programme d'amélioration du système de fermeture de l'ouvrage et du dispositif de gestion de l'itinéraire</b>	<b>28</b>
<b>3.4</b>	<b>Programme de renouvellement de la GTC/Supervision.....</b>	<b>31</b>
3.4.1	Création d'un automatisme local.....	32
3.4.2	Architecture de supervision.....	32
3.4.3	Attendus fonctionnels de l'applicatif de supervision.....	32
3.4.4	Ergonomie.....	40
<b>3.5</b>	<b>Locaux Techniques.....</b>	<b>41</b>
<b>3.6</b>	<b>Génie civil et VRD.....</b>	<b>42</b>
3.6.1	Remise en état de réseaux existants.....	42
3.6.2	Création de nouveaux réseaux.....	43
<b>4</b>	<b>Spécifications techniques.....</b>	<b>46</b>
<b>4.1</b>	<b>Alimentation électrique.....</b>	<b>46</b>
4.1.1	Armoire TGBT et Alimentation sans interruption.....	46
4.1.2	CAES.....	46
4.1.3	Bilan de puissance.....	47
4.1.4	Cheminement des câbles.....	48
4.1.5	Mise à la terre.....	48
<b>4.2</b>	<b>Réseaux de transmission du tunnel.....</b>	<b>49</b>
4.2.1	Modification des réseaux existants.....	49

## A20 – Tunnel de Noailles (19)

### Renouvellement et renforcement des équipements du tunnel

CCTP en date du 15 mai 2025



4.2.2	Création des réseaux terrain des ouvrages.....	49
<b>4.3</b>	<b>Câbles.....</b>	<b>49</b>
4.3.1	Câbles d'alimentation.....	49
4.3.2	Câbles de transmission.....	50
4.3.3	Câbles Fibre Optique.....	50
4.3.4	Repérage des câbles.....	51
<b>4.4</b>	<b>Réseau de transmission.....</b>	<b>51</b>
4.4.1	Commutateurs.....	51
4.4.2	Pare-feu.....	51
4.4.3	Connecteurs.....	51
4.4.4	Rangement des fibres et raccord.....	51
4.4.5	Tiroirs optiques.....	52
4.4.6	Boîtes de raccordement optiques.....	52
<b>4.5</b>	<b>Gestion Technique Centralisée.....</b>	<b>52</b>
4.5.1	Baies.....	52
4.5.2	Automate programmable industriel (API).....	53
4.5.3	Modules d'Entrée – Sortie déportés (MDES).....	54
4.5.4	Serveurs.....	55
4.5.5	Postes opérateurs.....	55
4.5.6	Pupitre local.....	55
4.5.7	Logiciel de supervision.....	55
<b>4.6</b>	<b>Eclairage.....</b>	<b>56</b>
<b>4.7</b>	<b>Vidéosurveillance.....</b>	<b>56</b>
4.7.1	Caméras DAI en tunnel.....	56
4.7.2	Caméras d'exploitation extérieures.....	57
<b>4.8</b>	<b>Signalisation en tunnel.....</b>	<b>58</b>
4.8.1	Signalisation des niches.....	58
4.8.2	Plots de jalonnements.....	59
4.8.3	Signaux d'affectation de voies (SAV).....	59
<b>4.9</b>	<b>Dispositifs de fermeture et pré signalisation.....</b>	<b>59</b>

## A20 – Tunnel de Noailles (19)

### Renouvellement et renforcement des équipements du tunnel

CCTP en date du 15 mai 2025



4.9.1	Spécifications techniques communes des équipements.....	59
4.9.2	Feux R24.....	59
4.9.3	Feux R2.....	60
4.9.4	Barrières de fermeture.....	60
4.9.5	PMV de fermeture.....	60
4.9.6	PMV pictogramme de pré signalisation.....	61
4.9.7	PMV d'accès.....	61
4.9.8	PMV d'information en section courante.....	62
<b>4.10</b>	<b>Génie Civil.....</b>	<b>62</b>
4.10.1	Mât béton à crémaillère.....	62
4.10.2	Massifs d'ancrage des structures (portique, haut-mât, ... ).....	64
4.10.3	Dalle de propreté.....	66
4.10.4	Muret de soutènement.....	66
4.10.5	Tranchées et fouilles.....	66
<b>5</b>	<b>Provenance et qualité du matériel.....</b>	<b>69</b>
<b>5.1</b>	<b>Généralités.....</b>	<b>69</b>
<b>5.2</b>	<b>Contraintes d'environnement.....</b>	<b>69</b>
5.2.1	Environnement.....	69
5.2.2	Actions d'exploitation.....	69
<b>5.3</b>	<b>Réemploi d'équipements.....</b>	<b>69</b>
<b>5.4</b>	<b>Fabrication.....</b>	<b>69</b>
<b>5.5</b>	<b>Aptitude à la maintenance.....</b>	<b>69</b>
<b>5.6</b>	<b>Transport – Manutention – Stockage.....</b>	<b>70</b>
<b>5.7</b>	<b>Spécifications générales des PMV.....</b>	<b>70</b>
5.7.1	Caissons.....	70
5.7.2	Afficheurs.....	70
5.7.3	Feux flash.....	71
5.7.4	Armoire de commande du PMV.....	72
5.7.5	Alimentation électrique du panneau.....	73
5.7.6	Chemins de câble.....	73

5.7.7	Pilote Informatique de Panneau (PIP).....	73
<b>5.8</b>	<b>Spécifications générales des structures.....</b>	<b>73</b>
5.8.1	Définition des actions de sollicitation des structures.....	73
5.8.2	Matériaux produits et composants.....	73
5.8.3	Provenance des matériaux.....	74
5.8.4	Revêtement.....	74
5.8.5	Équipement des structures.....	74
5.8.6	Identification.....	74
<b>6</b>	<b>Mode d'exécution des travaux.....</b>	<b>75</b>
<b>6.1</b>	<b>Prestations génériques.....</b>	<b>75</b>
<b>6.2</b>	<b>Phase Etudes.....</b>	<b>75</b>
<b>6.3</b>	<b>Phase Travaux.....</b>	<b>75</b>
<b>6.4</b>	<b>Exploitation sous chantier.....</b>	<b>76</b>
<b>6.5</b>	<b>Mise en œuvre des matériaux et des matériels.....</b>	<b>76</b>
<b>7</b>	<b>Assurance qualité.....</b>	<b>76</b>
<b>8</b>	<b>Essais et Mise en service.....</b>	<b>76</b>
<b>8.1</b>	<b>Généralités.....</b>	<b>76</b>
<b>8.2</b>	<b>Essais de fibre OPTIQUE - Réflectométrie.....</b>	<b>76</b>
<b>8.3</b>	<b>Essais et Recettes.....</b>	<b>77</b>
8.3.1	Recette usine/tests en plate-forme.....	77
8.3.2	Constats d'État de montage (CEM).....	78
8.3.3	Essais d'acceptation Partielle (EAP).....	78
8.3.4	Essais d'Acceptation Système (EAS).....	78
8.3.5	Essais d'acceptation globale (EAG).....	78
8.3.6	Opérations préalables à la réception (OPR).....	78
8.3.7	Marche à Blanc.....	78
8.3.8	Vérification de service régulier.....	79
<b>8.4</b>	<b>Points critiques – Points d'arrêt.....</b>	<b>79</b>
<b>8.5</b>	<b>Formation du personnel d'exploitation et de maintenance.....</b>	<b>79</b>

## A20 – Tunnel de Noailles (19)

### Renouvellement et renforcement des équipements du tunnel

CCTP en date du 15 mai 2025



8.5.1	Formation du personnel d'exploitation.....	79
8.5.2	Formation équipe de maintenance.....	79
8.5.3	Formation opérateurs CIGT FEYTIAT et PC BRIVE :.....	79
<b>8.6</b>	<b>Garantie.....</b>	<b>79</b>
8.6.1	Généralités.....	79
8.6.2	Durée de la garantie.....	79
<b>9</b>	<b>Dossier de récolement.....</b>	<b>80</b>
<b>10</b>	<b>Lot de rechange.....</b>	<b>80</b>
<b>11</b>	<b>Planning.....</b>	<b>80</b>

#### ANNEXES :

- Annexe 1\_architecture électrique TGBT.png
- Annexe 2\_schémas électriques TGBT.zip
- Annexe 3\_Charge admissible - chemin de câble tunnel de Noailles.zip
- Annexe 4\_architecture électrique CAES.png
- Annexe 5\_A20\_Tunnel Noailles\_Synoptique Equipements&Réseaux-Equipements.pdf
- Annexe 6\_A20\_Tunnel Noailles\_Synoptique Equipements&Réseaux-Réseaux.pdf
- Annexe 7\_A20\_Tunnel Noailles\_VP-ECH50-ECH51-Echangeur 50.pdf
- Annexe 8\_A20\_Tunnel Noailles\_VP-ECH50-ECH51-Echangeur 51.pdf
- Annexe 9\_A20\_Tunnel Noailles\_VP-ECH50-ECH51-Tunnel 1-2.pdf
- Annexe 10\_A20\_Tunnel Noailles\_VP-ECH50-ECH51-Tunnel 2-2.pdf
- Annexe 11\_A20\_Tunnel Noailles\_planning général.xlsx

## 1 DONNÉES GÉNÉRALES DU TUNNEL

### 1.1 SITUATION DE L'OUVRAGE

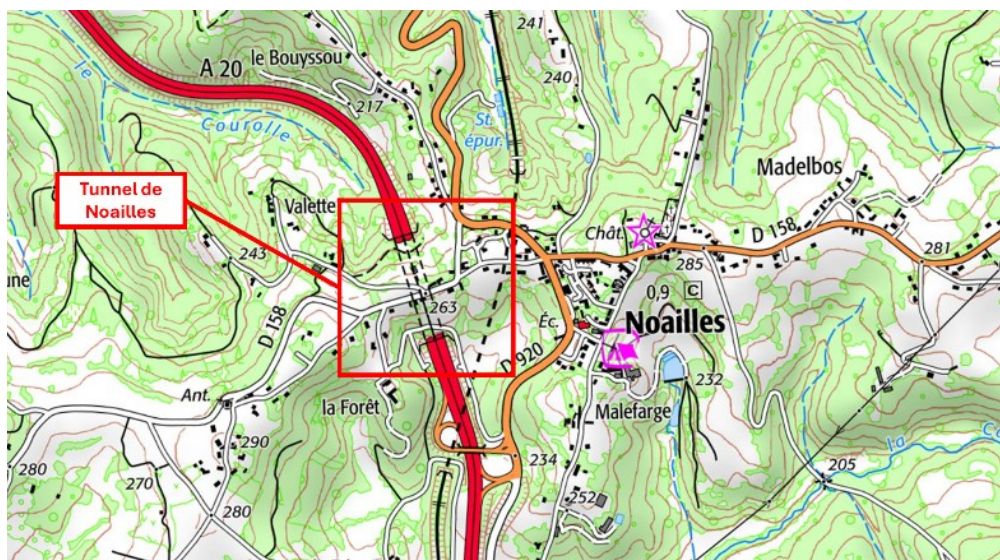
Le tunnel de Noailles est implanté dans le département de la Corrèze. Il est situé entre les échangeurs n°51 et n°52 de l'A20, reliant Brive-La-Gaillarde à Toulouse.

Il s'agit d'un ouvrage comprenant 2 tubes unidirectionnels à 2 voies de circulation d'une longueur de 314 m pour le tube Est et d'une longueur de 315 m pour le tube Ouest, ces 2 tubes étant séparés de 15 m environ. Il n'y a pas de bande d'arrêt d'urgence dans les tubes et ils peuvent être utilisés en bidirectionnelle en cas de travaux. Le tube Est a été mis en service en 1990 et le tube Ouest a été mis en service en 1991.

Les sens de circulation sont dénommés :

- Sens 1 – Tube Ouest : Paris → Toulouse ;
- Sens 2 – Tube Est : Toulouse → Paris.

#### Localisation de l'ouvrage



### 1.2 CLASSIFICATION DE L'OUVRAGE

Au sens de l'annexe 2 de la Circulaire 2000-63, relative à la sécurité des tunnels routiers du réseau national, le tunnel de Noailles est classé de la façon suivante :

- Tunnel non urbain ;
- 2 tubes unidirectionnels à 2 voies de circulation ;
- Trafic non faible ;
- Gabarit supérieur à 3,50 m ;
- Autorisé au TMD (catégorie A au sens de l'ADR) ;
- Vitesse de circulation de 90 km/h ;
- Degré de permanence et surveillance : D4 – surveillé depuis le CIGT de Feytiat et exploité par le CEI de Brive-la-Gaillarde.

Nota : Bien que situé sur le Réseau Trans-européen (RTE), l'ouvrage n'est pas recensé par le décret n° 2006-1354 du 8 novembre 2006, car sa longueur est inférieure au seuil de classement de 500 m (Article R118-4-1).

### 1.3 PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU TUNNEL :

Tunnel du Noailles	
Caractéristiques du tunnel	[Tunnel bitube (deux voies par tube).
Longueur	Tube Ouest (sens 1, Brive vers Toulouse) : 315 m Tube Est (sens 2, Toulouse vers Brive) : 314 m
Pentes moyennes	Tube Ouest : pente ascendante de 1,4 % vers le Nord Tube Est : pente ascendante de 1,2 % vers le Nord-Ouest
Devers	2 % vers la voie lente
Hauteur libre sous voûte	7,10 m
Gabarit autorisé	4,50 m
Rayon du tracé	Alignement droit.
Profils en travers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Largeur entre piliers : <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Tube Ouest, sens 1 : 9,75 m,</li> <li>◦ Tube Est, sens 2 : 9,50 m.</li> </ul> </li> <li>• Trottoir de chaque côté de 0,55m à 0,65 m.</li> <li>• Bande dérasée gauche : <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Tube Ouest, sens 1 : 0,70 m,</li> <li>◦ Tube Est, sens 2 : 0,65 m.</li> </ul> </li> <li>• Bande dérasée droite : <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Tube Ouest, sens 1 : 0,80 m,</li> <li>◦ Tube Est, sens 2 : 0,60 m.</li> </ul> </li> <li>• Pas de BAU.</li> <li>• Voie lente et voie rapide de 3,50 m.</li> </ul>
Issue de Secours	Têtes de l'ouvrage
Niches de sécurité et incendie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une niche de sécurité par tube,</li> <li>• Une borne incendie et un PAU aux deux têtes de chaque tube.</li> </ul>
Local technique	Situé à la tête sud du tube Ouest.

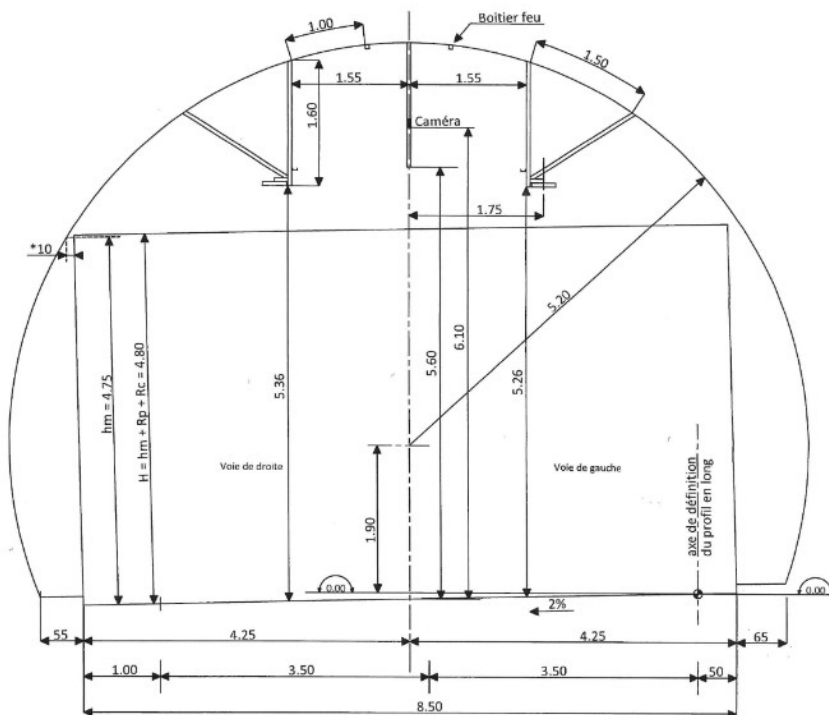
### 1.4 TRAFIC

La vitesse maximale autorisée en circulation unidirectionnelle est de 90 km/h. Elle est réduite à

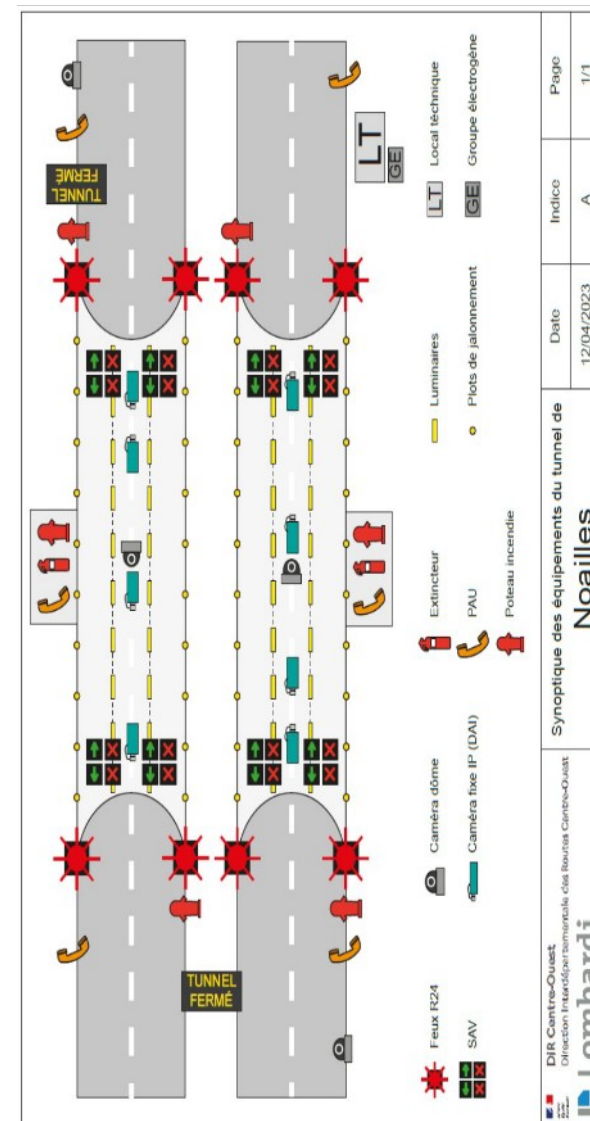


Au cours de ces dernières années, le trafic journalier mensuel est compris entre 17 000 et 26 000 véh/j. Pendant les mois de juillet et août, il est observé un pic saisonnier qui s'illustre par un trafic qui dépasse les 28 000 véh/j. Le taux de PL varie entre 11% et 25% suivant les périodes de l'année.

*Profil en travers type du tunnel – Sens 2 (Tube Est)*



### Synoptique des équipements d'exploitation et de sécurité du tunnel



## 2 ÉTAT DES LIEUX DES ÉQUIPEMENTS

### 2.1 ÉQUIPEMENTS DU TUNNEL

#### 2.1.1 Plots de jalonnements

Il y a actuellement 120 de plots de jalonnement jaune dans l'ouvrage (30 par piédroits).

Ils sont répartis tous les 10 m à environ 1,10 m de hauteur du trottoir.

Chaque plot de jalonnement est alimenté en parallèle par un câble secours situé dans une goulotte métallique de 1,20m environ fixée au piédroit, puis sous tube PVC jusqu'en voûte, et relié à une boîte de dérivation située sur le chemin de câble principal en voûte (alimentation en point à point).

Chaque boîte de dérivation est raccordée à un câble d'alimentation général situé en voûte et permettant un principe de cantonnement (10 plots par câble d'alimentation, soit 100m).

Ces câbles cheminent dans le chemin de câble principal (chemin de câble au centre de la voûte) et sont raccordés à des transformateurs de courant pour passer de 230V à 24V.

Ces transformateurs de courant également implantés sur chemin de câble sont placés dans des boîtiers et équipés de protections (fusibles). Ils sont reliés aux câbles d'alimentation secourus de type CR1-C1 en direction du local technique.



Exemple de boîte de dérivation endommagée en voûte



Exemple de plots + câble + goulotte depuis la voûte



Exemple de boîtier d'alimentation : transformateur + disjoncteur + fusibles en voûte



Exemple de boîtes de dérivation et câble en mode commun sur le chemin de câble principal en voûte

#### Bilan :

- Les boîtes de dérivation sont de mauvaise qualité (boîtes plexo). Elles sont fortement dégradées (encrassement, absences de couvercle, détériorations).
- Les défauts électriques survenant en aval des boîtes de disjonction font sauter les fusibles et nécessitent un changement de ceux-ci dans les boîtiers en voûte et donc une fermeture de l'ouvrage pour réaliser la maintenance.
- L'alimentation de chaque plot par une descente depuis la voûte pose des problèmes de maintenance et de nettoyage (arrachement goulottes et tubes PVC). Le cheminement des câbles est donc totalement à reprendre.
- Les plots datent de 2008 et leur maintenance devient très difficile (rareté des pièces de rechange)

Le remplacement du système est nécessaire.

#### 2.1.2 Signalisation d'affectation de voies

Il y a actuellement 4 ensembles de feux d'affectation de voie (FAV) par tube (2 à chaque entrée et 2 à chaque sortie).

Chaque ensemble est composé d'un support avec 4 feux d'affectation de voie : 1 flèche verte face avant, 1 flèche verte face arrière, 1 croix rouge face avant et 1 croix rouge face arrière (cf. synoptique général).

En entrée et en sortie d'ouvrage, ils sont à environ 5 mètres du front de tête au-dessus de la voie lente et au-dessus de la voie rapide.

La signalisation d'affectation de voies est alimentée par des câbles secourus reliés au local technique directement via des cheminements en voûte et via le chemin de câble principal.

Ils sont actuellement commandés à l'aide de relais physiques disposés dans le local technique secondaire (où sont exposés les pièces de rechanges) via une armoire électrique dédiée, et protégés, pilotés et surveillés par des équipements présents dans l'armoire principale du local technique principal.

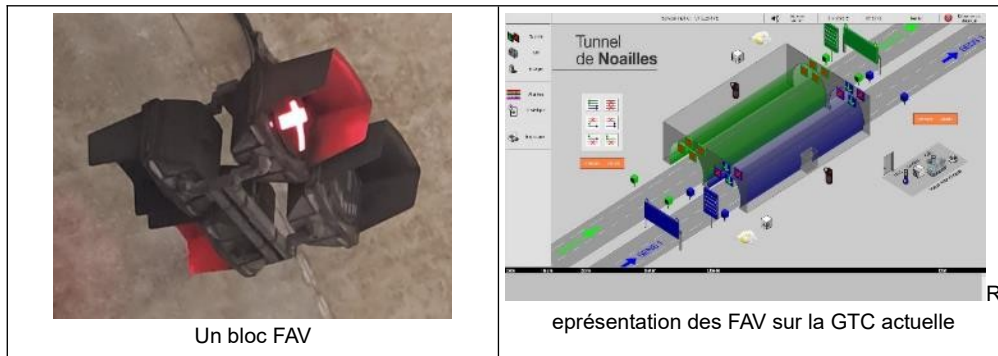
Les FAV flèche verte face avant sont allumés en permanence en mode normal, contrairement aux préconisations de l'IISR.



Exemple de FAV en tête Sud-Est



Armoire FAV du local technique secondaire  
Protections + actionneurs

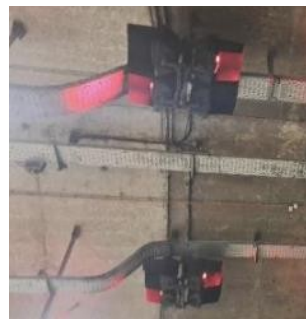


#### Bilan :

- Les FAV sont obsolètes (datent de la construction) et leur maintenance est devenu impossible (plus de pièces de rechanges disponibles).
- Les supports des FAV présentent des traces de corrosion et pourraient menacer de céder.
- Les boîtes de dérivation des FAV sont en mauvais état.
- Les FAV sont allumés en permanence, ce qui ne correspond pas aux préconisations actuelles, ils doivent être éteints en mode d'exploitation normal.

**Nota :** Le système de relayage physique actuel ne permet pas l'extinction des FAV, l'armoire de commande actuelle dans le local technique secondaire devra être supprimée.

- Certains FAV en sortie d'ouvrage sont partiellement masqués par les nouveaux chemins de câble de l'éclairage du tunnel (cas d'utilisation des tubes en bidirectionnel). Un positionnement différent des FAV est à prévoir afin de maintenir leur visibilité, y compris en utilisation des tubes en bidirectionnel.



- La gestion des FAV actuelle (mise au rouge) n'est pas satisfaisante dans certaines conditions : mise au rouge totale des FAV, de l'entrée à la sortie, pouvant générer l'arrêt des véhicules au sein du tunnel, au lieu de permettre leur évacuation du tunnel si on affichait la flèche verte en sortie.
- Actuellement les FAV sont situés uniquement en entrée et sortie de tunnel. Pour avoir une meilleure efficacité, il serait pertinent de rajouter deux portiques équipés de FAV en amont de l'entrée de chaque tube conformément aux recommandations du CETU.

Le remplacement et complément du système est nécessaire.

### 2.1.3 RAU - Niches de sécurité

#### 2.1.3.1 RAU

Un PAU (Poste d'Appel d'Urgence) est implanté à chaque tête de tunnel le long de la chaussée et également dans chacune des niches de sécurité située en milieu de tunnel.

Dans le sens Brive Toulouse, les postes sont numérotés par [19 + un nombre impair]. Dans le sens Toulouse Brive, les postes sont numérotés par [19 + un nombre pair].

Les postes impairs sont des postes « mères » ou postes principaux, les postes pairs sont des postes « filles ». Chaque poste « mère » a son poste « fille » : exemple au tunnel de Noailles le poste n° 1969 est un poste « mère » et son poste « fille » est le n° 1970 ».

Dans le sens Toulouse-Brive, nous avons :

- PAU 1974 en entrée de tube
- PAU 1972 en milieu de tube
- PAU 1970 en sortie de tube

Dans le sens Brive-Toulouse, nous avons :

- PAU 1969 en entrée de tube
- PAU 1971 en milieu de tube
- PAU 1973 en sortie de tube

Le réseau PAU a été modernisé en 2019 et est raccordé sur réseau fibre optique.

#### 2.1.3.2 Niche de sécurité intérieures

Il y a 1 seule niche de sécurité intérieure dans chaque tube (Tube Est : piédroit Est et Tube Ouest : piédroit Ouest). Leurs dimensions sont les suivantes :

- Hauteur de 2,60 m
- Largeur de 2,50 m
- Profondeur à la base de 0,95 m
- Profondeur en haut de la niche de 0,70 m

Les alimentations des équipements de chaque niche proviennent de câbles venant de la voûte. Chaque câble n'a pas été identifié. Il semble que chaque équipement dispose d'un câble dédié directement relié au local technique.

Chaque niche intérieure est composée de :

- 1 éclairage de niche avec tube fluorescent de 60 W (néon fluo)
- 1 panneau CE29 (extincteur) rétro réfléchissant et éclairé, parallèle au piédroit de type 500 × 500 mm, non réglementaire car non visible dans le sens de circulation et inverse (IISR n°5)
- 1 panneau CE2a (SOS) rétro réfléchissant et éclairé, parallèle au piédroit de type 500 × 500 mm, non réglementaire car non visible dans le sens de circulation et inverse (IISR n°5)



- 2 extincteurs à poudre, de 6 kg, type ABC + 2 détecteurs décrochés extincteurs
- 1 poste d'appel d'urgence (PAU) remplacé en 2019 (N°1971 et 1972)
- 1 boîtier de deux prises pompier (230V mono, 400V tri)
- 1 demi-paroi polymère pour isoler partiellement le son du PAU

#### **Bilan :**

- L'implantation des panneaux CE29 et CE2a n'est pas réglementaire (parallèle au piédroit), elle ne respecte pas la réglementation (ils doivent être visibles dans les 2 sens de circulation)
- Les équipements sont alimentés par des câbles mal identifiés.
- La distribution électrique des équipements de la niche est à reprendre (trop de repiquages)
- Le câble fibre et la boîte de raccordement fibre ne sont pas protégés (risque de détérioration)
- La paroi actuelle ne permet pas une communication viable du PAU (pas d'isolation phonique du bruit de la circulation routière dans le tunnel)
- La niche de sécurité n'est pas facilement identifiable (pas d'arche orange)



Niche piédroit Ouest  
Tube Ouest



Niche piédroit Est  
Tube EST

#### 2.1.3.3 Niches de sécurité extérieures

Il n'y a pas de niche extérieure ou d'emplacement avec l'ensemble des équipements de sécurité. Les équipements sont répartis en entrée d'ouvrage (prises pompier et extincteur) et à l'extérieur (PAU).

Les alimentations des équipements dans le tunnel proviennent de câbles venant de la voûte. Chaque câble n'a pas été clairement identifié. Il semble que chaque équipement dispose d'un câble dédié directement relié au local technique. Il n'y a pas de CAES permettant l'alimentation de tous les équipements de sécurité.

Pour chaque tube, il y a :

- En extérieur du tube
  - Tube Ouest : 2 PAU (datant de 2019), un à environ 80 mètres de l'entrée nord et un à environ 100 mètres de la sortie sud
  - Tube Est : 2 PAU de (datant de 2019), un à environ 70 mètres de l'entrée sud et un à environ 110 mètres de la sortie nord

Les numéros des PAU sont N°1969, 1970, 1973, 1974.

- En intérieur du tube
  - Tube Ouest :
    - 2 extincteurs à poudre, de 6 kg, type ABC + 1 détecteur décroché extincteurs + 1 coffret prise pompier (230V mono, 400V tri) de 2009 à 10 mètres de l'entrée nord et à 10 mètres de la sortie sud
    - 1 panneau CE2a de 2009 parallèle à la chaussée indiquant le PAU extérieur à 29 mètres de l'entrée nord et à 25 mètres de la sortie sud
  - Tube Est :
    - 2 extincteurs à poudre, de 6 kg, type ABC + 1 détecteur décroché extincteurs + 1 coffret prise pompier (230V mono, 400V tri) de 2009 à 10 mètres de l'entrée sud et à 10 mètres de la sortie nord
    - 1 panneau CE2a de 2009 parallèle à la chaussée indiquant le PAU extérieur à 30 mètres de l'entrée sud et à 30 mètres de la sortie nord

#### **Bilan :**

- Les équipements ne sont pas réunis dans une niche de sécurité.
- Les panneaux CE2a ne sont pas réglementaires car non visible dans le sens de circulation et inverse.
- Il n'y a pas de panneaux CE29.
- Il n'y a pas de coffret rassemblant les alimentations des équipements et les câbles sont difficilement identifiables.
- Il n'y a pas d'accès dans la glissière de sécurité pour accéder aux PAU, il faut l'enjamber.
- Il serait pertinent de prévoir un abri sur les niches extérieures.



Entrée nord



Entrée sud



Sortie sud  
Tube OUEST



Sortie nord  
Tube EST



Exemple de CE2a en extrémité de tube



Exemple coffret pompier en extrémité de tube

## 2.1.4 Signalisation statique

### Dp2a/Dp2b

Il y a des panneaux de jalonnement piétonnier Dp2a/Dp2b dans chaque tube aux distances réglementaires.

Certains panneaux Dp2a ou Dp2b présentent des traces de dégradation.

### Panneau E31 : « Tunnel de Noailles » + C111 + M2 : « 300mètres »

Pour le tube Ouest, l'ensemble E31+C111+M2 (Nom+tunnel+distance) indique « Tunnel de Noailles – 300 m » et est situé à 215 mètres de l'entrée. Le panneau C112 (fin de tunnel) est situé à 190 mètres de la sortie.

Pour le tube Est, l'ensemble E31+C111+M2 (Nom+tunnel+distance) indique « Tunnel de Noailles – 300 m » et est situé à 75 mètres de l'entrée. Le panneau C112 (fin de tunnel) est situé à 150 mètres de la sortie.

### Panneau inter-distance

Il n'y a pas de panneau d'inter-distance B17.

## Bilan :

- Quelques Dp2a/Dp2b sont dégradés.
- Les longueurs indiquées sur les panneaux M2 ne sont pas exactes (mentionné 300m). La mise en conformité de ces panneaux va être réalisée directement par le CEI de BRIVE cette année (2025)
- L'implantation d'un panneau B17 et de panneau « interdistance plots bleus » est recommandé aux vu du trafic et des congestions fréquentes durant l'été. Il doit être placé idéalement environ 200m en amont de l'entrée de chaque tube et peut faire l'objet d'un rappel en entrée de tube avec une signalisation spécifique, comme présenté ci-contre :



## 2.1.5 Local technique

Le tunnel de Noailles dispose de 2 Locaux Techniques (LT) situés à la tête Sud de l'ouvrage. Ils sont accessibles depuis le portail de service Ouest à la tête Sud du tunnel :

- Un local technique principal TGBT comprenant une détection incendie,
- Un local technique secondaire.

Les deux locaux disposent d'un dispositif d'alarmes techniques remontées au PC de la DIR Centre Ouest en cas d'ouverture de portes.

### Locaux Techniques du tunnel de Noailles



Le local technique principal (local à gauche sur la photo) comprend les installations suivantes :

- Une armoire permettant la gestion et la protection des sources d'énergie,
- Une armoire permettant de la gestion et la protection des différents équipements hors éclairage,
- Une armoire permettant de la gestion et la protection de l'éclairage leds,
- Les départs électriques de puissance et de commande pour l'éclairage leds,
- Une armoire « automate »,
- Une baie de transmission,
- L'onduleur de 60 kVA,
- Une détection incendie par aspiration,
- Un dispositif de climatisation et un dispositif d'alarme de température élevée,
- Les têtes de fibres équipements, RAU et le PIRAU du réseau RAU « fibre ».

Ce local technique sert également de stockage pour différentes fournitures liées à la maintenance.

Le local technique secondaire (local à droite sur la photo) comprend les installations suivantes :

- L'arrivée (compteur) du fournisseur électrique,
- Différents départs électriques (FAV, R24, etc),

Ce local technique sert également de stockage pour les dispositifs d'éclairage leds de maintenance.

#### Local technique principal



### 2.1.6 Alimentation et distribution électrique

#### Alimentation secourue de puissance

Le tunnel est alimenté par une seule alimentation principale passant au-dessus de la tête Sud depuis un poste de transformation dédié au tunnel. L'alimentation est ensuite acheminée en souterrain en longeant l'accès de service Sud-Ouest jusqu'au local technique.

En cas de perte de cette alimentation, un groupe électrogène de 90 kVA prend le relais et dispose d'une autonomie de 24 heures (durée qui peut être étendue par les interventions des personnels d'astreinte pour le remplissage de la nourrice). Ce dernier est assisté lors du démarrage par un onduleur de 60 kVA (autonomie de 30 minutes).

Il permet de reprendre l'alimentation de l'ensemble des équipements en cas de perte prolongée de l'alimentation.

Groupe électrogène situé à l'arrière du LT à la tête Sud





Par ailleurs, un raccordement permet en cas de nécessité de recourir à un groupe électrogène mobile de secours, permettant ainsi de compenser l'absence d'une double alimentation électrique. Ce groupe électrogène de secours est capable de prendre la charge de l'ensemble des équipements de l'ouvrage.

La DIRCO a mis en place un contrat avec un prestataire externe permettant d'assurer la présence d'un GE mobile de secours sous 24 h à tout instant. Le prestataire a la possibilité de raccorder directement le GE mobile de secours depuis l'extérieur du LT (module blanc/gris ci-dessous à droite de la photo).



#### Alimentation secourue sans coupure

Le TGBT alimente de façon secourue sans coupure les équipements de sécurité tels que l'éclairage de secours et la signalisation : FAV, feux R24, PMP, signalisation lumineuse des PAU et des niches de sécurité, signalisation lumineuse d'entrée et de sortie de tube, éclairage de secours, éclairage des TGBT, baie de transmission, plots de jalonnement piétons, caméras, automate.

En cas de coupure de courant (coupure au niveau du disjoncteur général), le basculement sur l'onduleur (60 kVA) est immédiat. La consommation réelle étant plutôt de l'ordre de 3KVA, l'autonomie de l'onduleur est bien supérieure aux 30 minutes exigées par l'IT. Un onduleur de moindre puissance serait mieux adapté au besoin.

#### Onduleur actuel

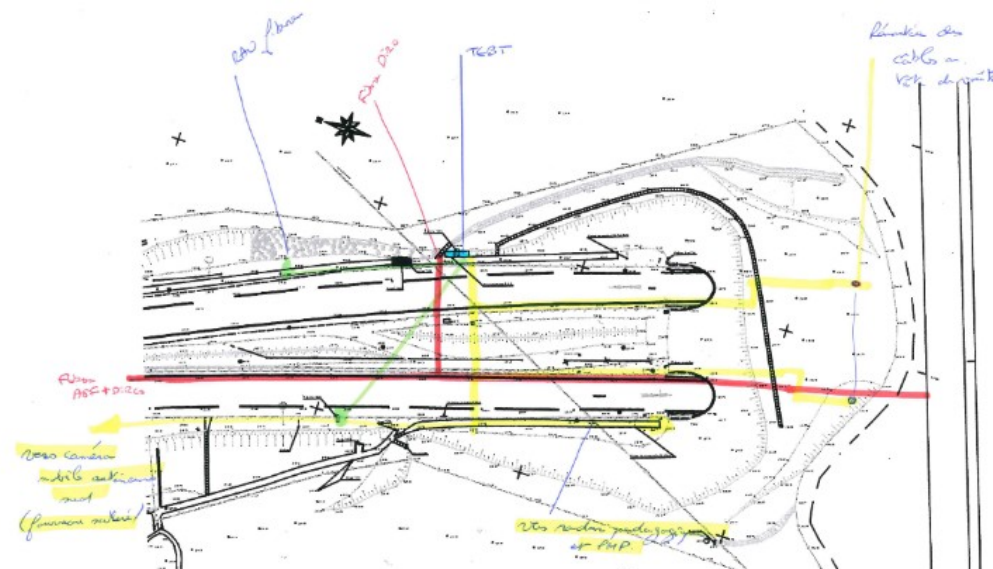


#### Principe de câblage

Les câbles d'alimentation électrique sont acheminés vers les équipements dans des fourreaux noyés sous trottoirs puis sur des chemins de câbles métalliques suspendus en clé de voûte (notamment pour l'éclairage), et ensuite par des réseaux enterrés entre l'extrémité sud du tunnel et les locaux techniques existants. A noter que les réseaux existants sont saturés et ne peuvent être utilisés en l'état pour la pose de nouveaux câblages, il convient donc d'étudier la réalisation de nouveaux réseaux et de dépolluer les câbles obsolètes des réseaux existants

Les câbles d'alimentation des équipements secourus satisfont le classement de réaction / résistance au feu CR1-C1.

#### Schéma de principe des réseaux existants au sud du tunnel :



#### Prises pompiers

Des prises électriques (une monophasée de 7,4 kA et une triphasée de 22,2 kVA) à destination des services de secours sont installées dans chaque tube en trois points :

- Dans la niche de sécurité,
- Aux têtes de l'ouvrage (entrée et sortie) sur le piédroit à proximité du coffret extincteur.

*Prise pompiers en Niche de Sécurité (photo de gauche) et piédroit (photo de droite)*



#### Équipements et câbles obsolètes

Sans identification précise, il y a des câbles qui n'alimentent plus rien dans les chambres de tirage, des fourreaux, et dans les chemins de câbles. Il y a également des équipements ne servant à rien dans les armoires électriques, comme des disjoncteurs et des actionneurs de l'ancienne installation d'éclairage par exemple.

#### Alimentation non secourue pour un relais radio

Le relais radio (n°33) situé dans la bretelle d'entrée du diffuseur 52 vers Brive n'est pas sur alimentation secourue.

Il faut prévoir de modifier l'alimentation de cet équipement.

#### Bilan :

- Les locaux techniques actuels sont saturés, envisager la création de nouveaux locaux techniques pour la rénovation, y compris redondance des locaux pour la sécurisation.
- Un grand nombre de câbles et d'équipements non identifiés précisément ne servant plus sont encore dans le tunnel et ses abords (chambres de tirage, chemin de câble...). Il est nécessaire de créer de nouveaux réseaux pour le cheminement des câbles et de prévoir ensuite le nettoyage des anciens réseaux pour libérer de la place et créer de la réserve.
- Il n'y a pas de CAES dans le tunnel, tous les équipements sont alimentés depuis le local technique en point à point => prévoir la création de CAES à chaque extrémité et en milieu de chaque tube.

- Groupe électrogène : les informations actuellement remontées vers la GTC sont limitées (pas de niveau carburant, pas d'alarme ouverture de porte,...) => nécessité de remplacer l'automate GE. Etudier également la possibilité de doublement du groupe électrogène (actuellement la DIRCO a un contrat avec un prestataire pour venir installer un groupe de secours si nécessaire, et cette prestation s'avère être onéreuse annuellement).
- Onduleur : date de 2008 et est surdimensionné, prévoir remplacement par un onduleur mieux adapté et redondé.
- Un relais radio n'est pas alimenté par le TGBT.
- Il existe un problème d'harmonique sur les alimentations des éclairages. Cela peut être lié à des problématiques de courants également par les drivers des éclairages (Philips)

## 2.2 VIDÉOSURVEILLANCE ET DAI :

Les installations de caméras de vidéosurveillance et la DAI du tunnel de Noailles ont été rénovées en 2020 par la DIRCO.

### 2.2.1 Caméras en tunnel

Chaque tube est équipé de 4 caméras fixes (en tunnel) reliées à un système DAI.

Les caméras sont implantées au-dessus de la voie de droite. Ces caméras assurent une couverture des voies de circulation ainsi que des trottoirs.

Pour le tube Ouest (Sens Paris Toulouse), l'implantation des caméras dans le sens de circulation :

- Caméra N°1 (Sens de circulation) : PM 230 => PR 280+774,
- Caméra N°2 (Sens inverse de circulation) : PM 200 => PR 280+804,
- Caméra N°3 (Sens de circulation) : PM 150 => PR 280+854,
- Caméra N°4 (Sens de circulation) : PM 70 => PR 280+934.

Pour le tube Est (Sens Toulouse Paris), l'implantation des caméras dans le sens de circulation :

- Caméra N°1 (Sens de circulation) : PM 40 => PR 280+981,
- Caméra N°2 (Sens inverse de circulation) : PM 70 => PR 280+951,
- Caméra N°3 (Sens de circulation) : PM 120 => PR 280+901,
- Caméra N°4 (Sens de circulation) : PM 200 => PR 280+821.

Implantation et sens de vision des caméras DAI par tube





Sense Brive



Sense Toulouse

Au niveau de la caméra N°3 de chaque tube, une caméra dôme mobile est positionnée en complément de la caméra DAI afin de permettre une visualisation de la niche de sécurité et permettre de compenser la perte de caméra DAI en tunnel.

#### Exemple de Caméra DAI + Caméra dôme Mobile



Les caméras DAI implantées en tunnel sont équipées d'une fonction vision thermique afin de permettre une vision en cas de perte de l'éclairage en tunnel.



## 2.2.2 Détection Automatique d'Incident (DAI)

Le système de DAI analyse en permanence et en temps réel chacune des images issues des 8 caméras de vidéosurveillance. Les images sont transmises via la baie transmission du LT.



Le système détecte les événements suivants :

- La présence d'un véhicule arrêté sur les voies,
- La circulation d'un véhicule lent ou apparition d'un bouchon,
- La présence de piétons sur les trottoirs ou les voies de circulation,
- Un contresens en tunnel,
- La présence d'un objet sur les voies de circulation,
- La présence de fumée ou de flamme.

### 2.2.3 Caméras extérieures

A l'extérieur de l'ouvrage, 2 caméras mobiles permettent de visualiser les véhicules entrants et sortants du tunnel. Dédiées à l'observation du trafic, elles ne sont pas reliées à la DAI.

La tête Nord est surveillée par la caméra Nord n° 32 implantée en dépendance droite du sens Toulouse → Paris (sens 2). Cette caméra permet la surveillance :

- Des PAU présents à proximité de la tête Nord (n° 1969 et 1970) ;
- Des véhicules entrant du tube Ouest ;
- Des véhicules sortants du tube Est.

La tête Sud est surveillée par la caméra Sud n° 33 implantée en dépendance droite du sens Toulouse → Paris (sens 2). Cette caméra permet la surveillance :

- Des PAU présents à proximité de la tête Sud (n° 1973 et 1974) ;
- Des véhicules entrants du tube Est ;
- Des véhicules sortant du tube Ouest.

Une webcam est également installée sur ce mât (alimente le site Bison Futé).

Le zoom des deux caméras extérieures permet de visualiser les premières dizaines de mètres de chaque tube si nécessaire.

#### Caméras mobiles extérieures – Tête Nord (Gauche) et Tête Sud (Droite)



Remarque : Il convient d'étudier la possibilité d'ajout de caméras supplémentaires afin d'optimiser la couverture vidéo dans les tubes et dans les zones d'approche de ces derniers (vigilance secteur Nord, section sinueuse, pas d'énergie sur 2500 m).

## 2.3 DÉTECTION AUTOMATIQUE D'INCENDIE

Le tunnel ne dispose pas de détection incendie. La détection de fumée en tunnel est réalisée par le biais de la DAI, cependant, il convient de mener une réflexion pour optimiser l'efficacité de cette utilisation de la DAI.

## 2.4 SYSTÈME DE FERMETURE ET DE GESTION DE L'ITINÉRAIRE

### Tube OUEST :

Il y a 2 feux R24 en front de tête d'entrée. Il y a également 1 PMP (panneau à message préprogrammé fixe indiquant le message suivant « tunnel fermé ») situé à environ 150 mètres de l'entrée du côté voie rapide (terre-plein).

Il y a également 2 feux R24 en front de tête de sortie permettant l'arrêt en cas d'utilisation du tube en contre-sens (bidirectionnelle).

Tous ces équipements datent de 2009 et sont obsolètes (plus de pièces de rechange).

Il n'y a pas d'autres équipements de fermeture du tunnel, ni de l'échangeur situé à environ 6 km (ayant une entrée possible sur le rond-point donnant sur l'échangeur).

*Nota* : il y a un échangeur à environ 6 km en amont du tunnel ayant une entrée possible (entrée sur rond-point).

### Tube EST :

Il y a 2 feux R24 en front de tête d'entrée. Il y a également 1 PMP (panneau à message préprogrammé fixe indiquant le message suivant « tunnel fermé ») situé à environ 40 mètres de l'entrée du côté voie lente.

Et il y a 2 feux R24 en front de tête de sortie permettant l'arrêt en cas d'utilisation du tube en contre-sens (bidirectionnelle).

Tous ces équipements datent de 2009 et sont obsolètes (plus de pièces de rechange).

Il n'y a pas d'autres équipements de fermeture du tunnel.

*Nota* : il y a un échangeur à 350 mètres en amont du tunnel ayant 2 entrées possibles (entrée en « patte d'oie »).

Ce dispositif d'arrêt du trafic est complété en amont des têtes par des PMV :

- Dans le sens Paris → Toulouse (sens 1), un PMV est implanté à environ 2 km (PR 278+580) en amont de l'entrée ;
- Dans le sens Toulouse → Paris (sens 2), le PMV est implanté à environ 3 km (PR 283+965) de la tête de tunnel.

Ces PMV sont commandés par les opérateurs depuis le CIGT. En cas de rupture de liaison entre le CIGT et le CEI, ce dernier prend la main.

Les PMV sont commandés depuis le logiciel MIVISU. En cas de besoin de coupure dans le tunnel, l'opérateur prend la main sur le système en déclenchant la fermeture du tube concerné par l'intermédiaire de la GTC. En retour la GTC envoie des ordres d'affichage au PMV concerné(s) sur MIVISU.

Les remontées d'information s'effectuent par la fibre optique interne à l'axe A20. Les données arrivent simultanément au CIGT et au CEI de Brive.



PMV d'itinéraire côté nord  
Tube OUEST



PMV d'itinéraire côté sud  
Tube EST

### Commun aux deux tubes

Il y a un ITPC Nord à environ 680 mètres et un ITPC Sud à environ 580 mètres.

### Bilan :

Lors d'un besoin de fermeture d'urgence, la DIRCO peut enclencher via la GTC une fermeture d'urgence qui activera les feux R24 en entrée d'ouvrage, affichera des croix rouges sur les FAV d'entrée et de sortie du tunnel, indiquera « Tunnel fermé » sur le PMP d'entrée et « TUNNEL FERME A XXkm » sur le PMV situé en amont.



R24 entrée sud



PMP entrée sud

La DIRCO constate que ces seuls équipements ne permettent pas aux usagers de s'arrêter en entrée de tunnel lors d'événements. En effet, le fait que le tunnel soit assez court, rectiligne et dont la sortie est visible en entrée, fait que les usagers continuent de cheminer dans l'ouvrage, même en cas d'incident sur la voie lente ou rapide, voir même en cas de début d'incendie.

Des échangeurs se trouvant au nord (6 km) et au sud (350 m), il n'y a également aucun équipement pour empêcher les usagers d'emprunter la bretelle d'insertion et donc de se retrouver sur le réseau en cas d'interruption de la circulation.

Par conséquent, il convient d'étudier :

- La possibilité de rajouter des barrières de fermeture (section courante et/ou bretelle d'entrée)
- La possibilité de déplacer les feux R24 sur ces barrières de fermeture afin d'être mieux positionnés par rapport à l'entrée du tunnel et mieux perçus par les automobilistes
- La possibilité de renforcer la signalisation existante en amont de chaque tube (signalisation de proximité, signalisation distante).

## 2.5 VENTILATION

Du fait de sa longueur, le tunnel de Noailles ne dispose pas de système de ventilation mécanique. La ventilation en tunnel est naturelle.

Le tunnel n'est également pas pourvu de capteur de CO, d'opacimètre ou autres capteurs permettant de mesurer les paramètres de conditions atmosphériques en tunnel. Actuellement le tunnel ne connaît pas de congestion récurrente, mais des remontées de files sont observées, au niveau des bretelles d'accès, dans le sens Paris-Toulouse lors des « chassés- croisés » en période de vacances. L'absence de capteur est tolérée tant que le tunnel n'enregistre pas de congestion.

## 2.6 ECLAIRAGE

L'éclairage a été entièrement renouvelé en 2018. Cette rénovation complète du système d'éclairage comprenait l'installation d'un nouveau système à LED (équipement, alimentation et commande) et l'installation d'une nouvelle armoire électrique dans le local technique.

L'éclairage du tunnel de Noailles est ainsi constitué de luminaires LED fixés sur des suspentes reliées au chemin de câbles sous la voûte. Les luminaires sont positionnés sur toute la longueur de l'ouvrage en deux files implantées au-dessus des voies et sont pilotables par graduation.

L'installation d'éclairage est identique dans chaque tube du tunnel.

Une cellule implantée au niveau du LT permet de contrôler le basculement d'éclairage jour / nuit (+fonction de vérification de cohérence entre valeur cellule jour nuit et luminancemètres déclenchant une alarme GTC)

Les commandes d'éclairage sont passées via l'automate de la GTC.

L'éclairage étant récent, il sera conservé en l'état (pas de travaux à prévoir). Cependant, il convient de prendre en compte la nécessaire conservation de l'alimentation électrique de l'éclairage et des organes de commandes (contacteurs et sorties automates liées + sorties automate commande gradation).

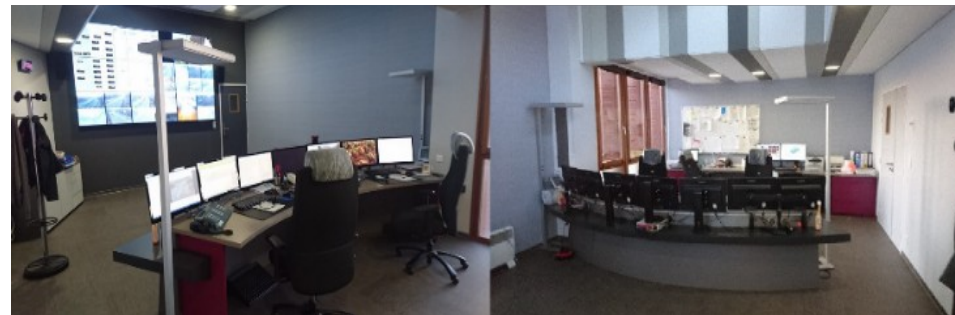
*Nota : il existe un problème d'harmonique sur les alimentations des éclairages. Cela peut être lié à des problématiques de courants également par les drivers des éclairages (Philips).*

*Un point à regarder est le nombre d'éclairage sur chaque départ. En effet, un trop grand nombre d'éclairage sur un même départ peut générer des problèmes d'harmonique et générer des disjonctions intempestives (phénomène constaté sur des drivers de marque Comatelec dans d'autres ouvrages, à voir si c'est également le cas avec les drivers Philips du tunnel de Noailles)*

## 2.7 GTC/SUPERVISION DE L'OUVRAGE

Le contrôle des différents équipements pilotés par la GTC est accessible depuis la salle opérationnelle de Feytiat, poste où sont renvoyées les alarmes de la GTC et à partir duquel sont déclenchés les contrôles – commandes en cas d'accident grave et d'incendie, ou pour les manœuvres d'exploitation.

Figure 37 : Vidéosurveillance et postes au PC de Feytiat



Le contrôle commande des différents équipements à partir de la GTC peut s'effectuer depuis le poste GTC de secours du CEI de Brive la Gaillarde. Ce dernier n'est utilisé qu'en cas de défaillance du CIGT, ou en cas de multiplication des événements.

Par contre la mise en œuvre d'action GTC par le biais du poste de Brive est possible même lorsque le poste du CIGT est fonctionnel. Cette possibilité de « double commande » n'est pas conforme aux exigences du CETU.

Par ailleurs, la liaison entre le CEI de Brive-la-Gaillarde et le TGBT du tunnel est sécurisée au moyen d'une fibre optique principale et d'une fibre de secours pour garantir la commande des équipements depuis le CEI de Brive en mode dégradé. En cas de panne sur le réseau de transmission, une liaison physique « directe » peut être activée afin de retrouver le contrôle de la GTC depuis le poste de Brive.

La GTC permet la surveillance et la commande des fonctions liées à :

- L'énergie (alimentation électrique, groupe électrogène, onduleur, TGBT – l'état de chaque organe de coupure ou de disjonction est visible : ouvert ou fermé) ;
- L'éclairage ;
- Les signalisations d'affection et de fermeture ;
- L'ouverture des coffrets d'extincteur ;
- Les liens d'affichage avec les PMV de part et d'autre du tunnel ;
- L'état des modules de l'automate ;

L'ensemble de l'affichage est décliné sous 4 paginations. Il existe également deux modes d'exploitation de la GTC : administrateurs et opérateurs.

Vue principale GTC – Opérateur CIGT



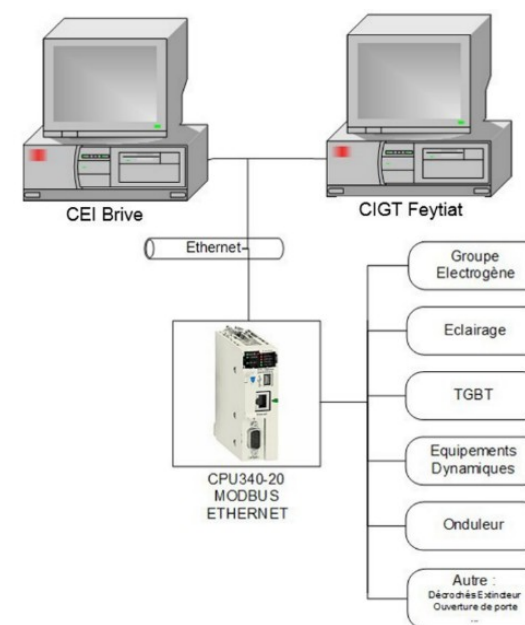


L'architecture matérielle est la suivante :

- Un automate programmable industriel ;
- Un réseau Ethernet (lien fibre entre CEI de Brive la Gaillarde/ CEI d'Uzerche / CEI de Feytiat)
- Une fibre de secours entre le CEI de Brive la Gaillarde et le TGBT ;
- Deux postes d'exploitation équipés (sites de Brive et de Feytiat).

L'ensemble des informations est récupéré à partir des Entrées-Sorties de l'automate programmable dans une armoire dans le local technique pour être ensuite traité par le poste de supervision. Chacun des équipements du tunnel de Noailles peut être, sur demande de l'opérateur, piloté manuellement ou en mode automatique.

#### Architecture de la GTC



#### Bilan :

La GTC nécessite une refonte globale avec intégration de nouvelles fonctionnalités.

#### Architecture projetée :

- Conserver à minima les fonctionnalités actuelles
- Prévoir l'intégration d'une aide à l'opérateur sous forme de consignes sur chaque alarme, événement
- Fonctionnalités manquantes :
  - GTC école indispensable aux opérateurs
  - GTC au niveau du futur local tunnel
- D'un point de vue ergonomique, prévoir de séparer les 2 sens (pour la gestion des voies)
- Il manque pour la maintenance le pilotage des entrées-sorties de chaque équipement (pilotage individuel R24 – PMP - ...), en particulier pour les opérations de validation du fonctionnement lors de la maintenance
- Interconnecter la GTC avec la DAI (prévoir d'inhiber la DAI lors d'une fermeture de voie par exemple, ou modifier le fonctionnement de la DAI lors du passage d'un tube en bidirectionnel)
- Possibilité d'interconnecter la GTC avec le SAGT (Voir pour générer des messages automatiques sur les PMV en amont (soumis à validation finale de l'opérateur) par exemple lors d'événement exceptionnel (mesures d'urgence), hors chantier classique)
- Prévoir la hiérarchisation des événements selon leur gravité => affiner les différents scénarios

- Voir pour proposer de nouvelles fonctionnalités le cas échéant (voir ce qui se fait ailleurs)
- Interconnecter l'automate avec le système de vidéo surveillance
- Surveillance des niches (orientation des caméras lorsqu'on a un décroché d'extincteur par exemple)
- Gestion des automates (automate redondé) => passage de l'un sur l'autre en cas de panne, voir si par exemple 1 automate gère 1 sens par défaut, et peut gérer la totalité des 2 tubes en cas de défaillance d'un automate ; voir si on bascule d'un automate sur l'autre de façon hebdomadaire par exemple, ou inversion lors des opérations de maintenance tous les trimestres
- Dans l'onglet éclairage, il faut ajouter le jalonnement (par cantonnement)
- Aspect informatique

## 2.8 ETAT DES LIEUX DES RÉSEAUX DE FOURREAUX EN AMONT ET AVAL DU TUNNEL

Une recherche sur les réseaux existants a été menée sur site par la DIRCO et LOGMA début janvier 2025 sur les réseaux existants en amont et aval du tunnel, ainsi que sur le diffuseur 50. Certains réseaux de fourreaux ont été répertoriés suite à cette recherche et pourront être utilisés dans le cadre du projet, optimisant ainsi les coûts de génie civil.

### 2.8.1 Diffuseur 50

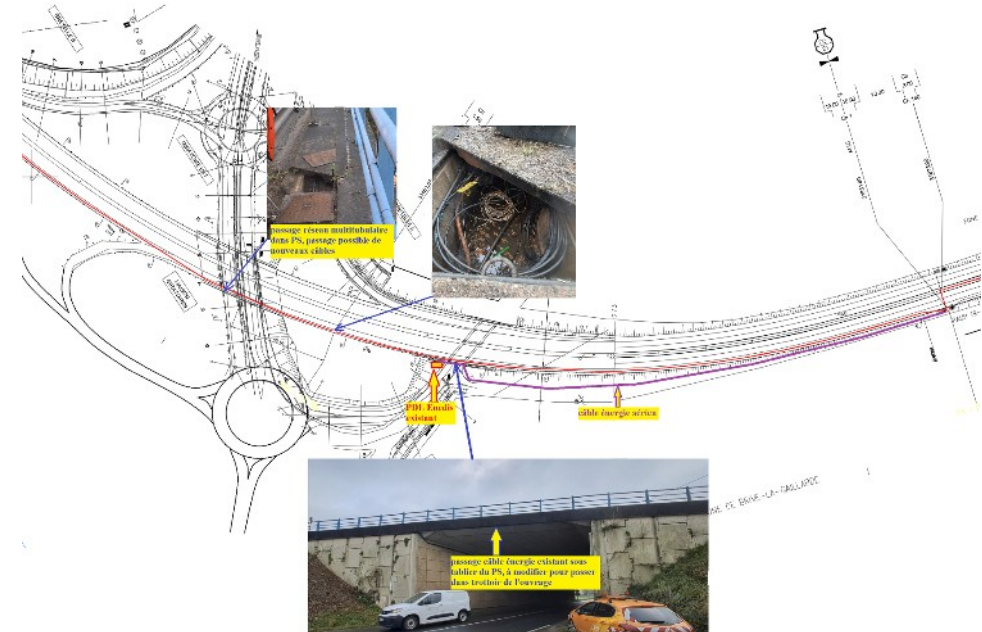
Le réseau multitubulaire est situé en accotement en limite de BAU dans le sens nord-sud au droit du diffuseur 50, et jusqu'au PAU situé au PR 273+200, puis traverse pour passer ensuite en limite de BAU dans le sens sud-nord.

Il est possible de passer dans ce réseau notamment au droit du PI du diffuseur 50.

Un point de livraison ENEDIS DIRCO existe en pied de culée du PI côté Paris dans le sens nord-sud. Ce point de livraison alimente les équipements du secteur (caméra, station trafic, station météo).

Remarque : sur le PI du diffuseur 50, un câble d'alimentation de la station RDT chemine actuellement sous le PI, et est de fait régulièrement arraché par les véhicules hors gabarit empruntant le PI. La DIRCO souhaite que le cheminement de ce câble soit modifié dans le cadre de ce projet en passant celui-ci dans les fourreaux existants sous trottoir. Ce point est intégré à l'étude.

Schéma de principe des réseaux existants :



### 2.8.1 Diffuseur 51

Le réseau multitubulaire est situé en bande dérasée en TPC dans le sens sud-nord sur cette section. Ce réseau serait difficilement utilisable dans le cadre de ce projet.

Il n'existe pas de réseaux existants entre le rond-point d'accès du diffuseur 51 et l'A20. Dans cette zone, il faudrait créer tous les réseaux nécessaires dans l'hypothèse d'un raccordement des équipements sur le réseau multitubulaire.

### 2.8.2 Amont du tunnel

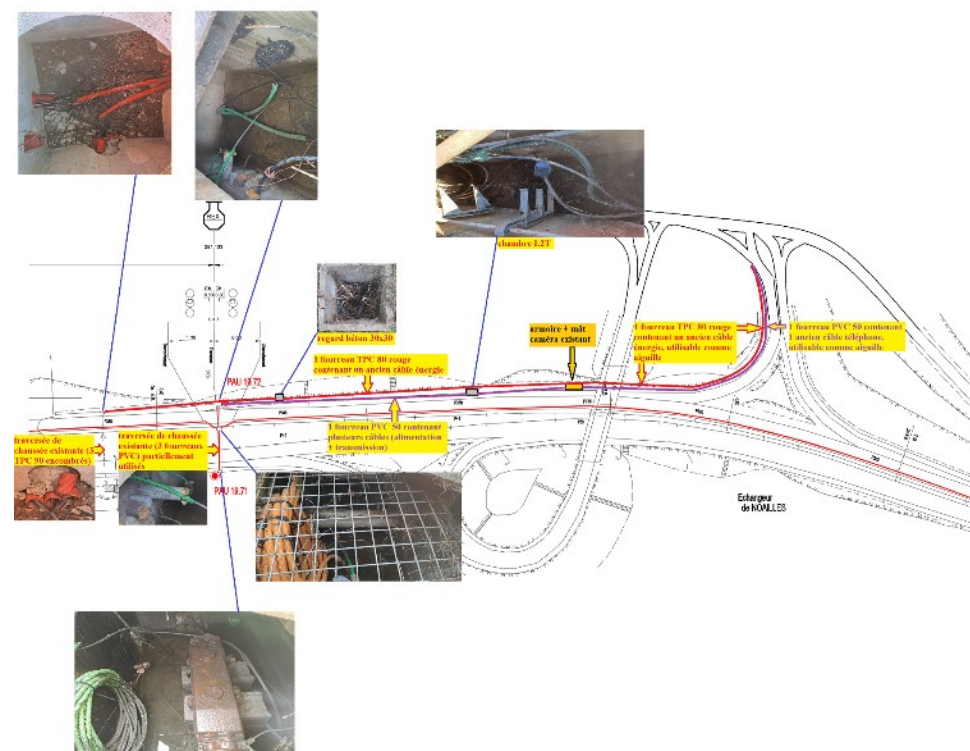
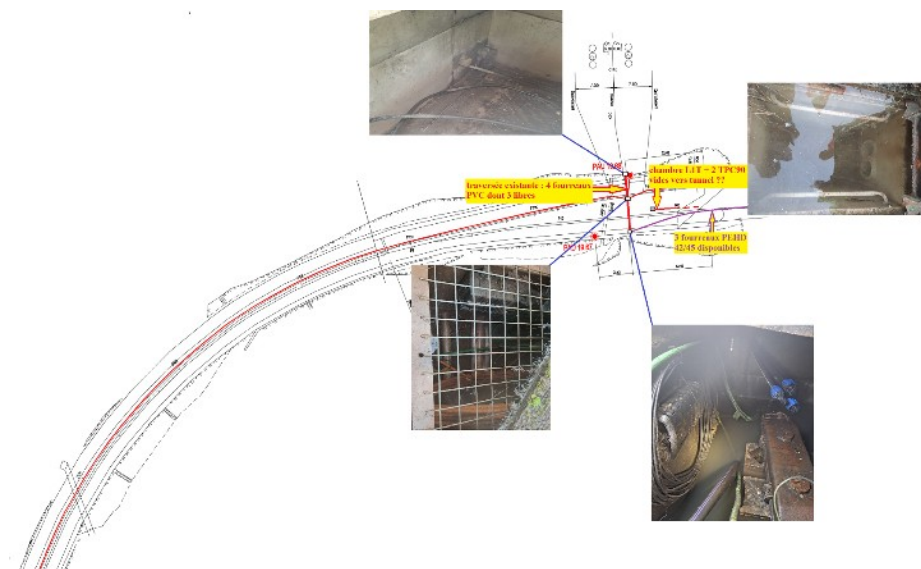
Le réseau multitubulaire est situé en bande dérasée en TPC dans le sens sud-nord sur cette section. Ce réseau n'est pas utilisable dans le cadre de ce projet.

Aux abords du tunnel, une traversée de chaussée existe au PR 280+669 à environ 53m en amont de l'entrée du tunnel. Cette traversée est composée de 4 fourreaux PVC dont 3 sont libres.

Il existe également dans cette zone un réseau de 3 fourreaux PEHD partant de la chambre PAU en sens nord-sud, puis allant sous le trottoir de gauche dans le tube ouest, et rejoignant le sur de l'ouvrage. Ces fourreaux sont utilisables dans le cadre du projet.

Nous avons également identifiés une chambre L1T en TPC située à environ 30m de l'entrée du tunnel, et comportant 2 fourreaux TPC 90 vides en direction du tunnel. Nous ne savons pas où vont ces fourreaux.

Schéma de principe des réseaux existants :



### 2.8.3 Aval du tunnel

Le réseau multitubulaire est situé en bande dérasée en TPC dans le sens sud-nord sur cette section. Ce réseau n'est pas utilisable dans le cadre de ce projet.

Aux abords du tunnel, une traversée de chaussée existe au PR 281+133 (au droit des PAU actuels) à environ 10m en amont de l'entrée du tunnel. Cette traversée est composée de 4 fourreaux PVC partiellement occupés. Une partie de ces fourreaux pourra être utilisé dans le cadre du projet moyennant dépollution de certains câbles qui ne seront plus utilisés à terme.

Il existe également une seconde traversée de chaussée à environ 30m de l'entrée du tunnel, composée de 3 fourreaux TPC 90 utilisés. Il faudra identifier clairement les câbles passant dans cette traversée afin de savoir si on aura la possibilité de l'utiliser dans le cadre du projet moyennant les modifications de câblage des équipements qui seront apportées.

Nous avons également identifié un réseau de fourreaux allant de la chambre PAU située au PR 281+133 sens nord-sud jusqu'au début de la bretelle d'entrée du diffuseur 52 vers Paris. Ce réseau est composé :

- d'un fourreau PVC de 50 utilisé jusqu'au mât caméra existant (vers le PR 281+320), puis utilisé par un seul câble entre ce mât et le début de bretelle (ancien câble télécom).
- D'un fourreau TPC 80 rouge en continuité depuis la chambre PAU jusqu'au début de bretelle. Ce fourreau contient un ancien câble énergie qui n'est plus utilisé, ce fourreau pourra donc être utilisé dans le cadre du projet (utiliser l'ancien câble comme aiguille)
- D'un fourreau TPC 80 rouge en « guirlande » utilisé autrefois pour l'alimentation des candélabres. Ce fourreau n'est pas en continuité au droit de chaque candélabre. L'ancien câble énergie est encore présent et sectionné au droit de chaque candélabre. Ce fourreau ne pourra donc être utilisé que sur de courte distance le cas échéant.

Schéma de principe des réseaux existants :

### 3 PROGRAMME DE TRAVAUX

#### 3.1 PROGRAMME DE RÉNOVATION/REPLACEMENT DES ÉQUIPEMENTS EXISTANTS

##### 3.1.1 Nouveau système de plots de jalonnements

###### Principe :

Le remplacement du système de plots de jalonnement concerne :

- Les plots de jalonnements
- L'alimentation des plots (câblage et cheminement des câbles)
- Les protections et surveillance électriques des plots

Les équipements et câblages de l'ancienne installation seront intégralement déposés.

Les nouveaux plots de jalonnement seront alimentés par le TGBT via l'installation de nouveaux CAES situés en milieu de tube dans les niches de sécurité existantes dans chaque tube. Ils seront raccordés sur alimentation secourue depuis le TGBT.

Les plots seront implantés en piédroit, à une hauteur de 1,00m environ au-dessus du trottoir et tous les 10 mètres environ.

Un plot de jalonnement sur 5 sera de couleur bleue pour marquer la distance de sécurité (50 m à 90 km/h) entre deux véhicules dans le tunnel)

Depuis les niches, les plots seront alimentés via un chemin de câble horizontal capoté à hauteur des plots.

Les plots de jalonnements seront allumés en permanence. Ils seront surveillés (prévoir relais pour alarmes GTC) en cas de perte de l'alimentation.

Vu la configuration du tunnel (une niche centrale à 157,5 mètres de chaque tête), le principe de cantonnement de 100 mètres préconisé peut être porté à 157,5 mètres (dans un compromis technique et économique pour ne pas créer de modes communs).

Par tube il y aura donc quatre circuits indépendants qui partiront tous du CAES placé dans la niche centrale de l'ouvrage.

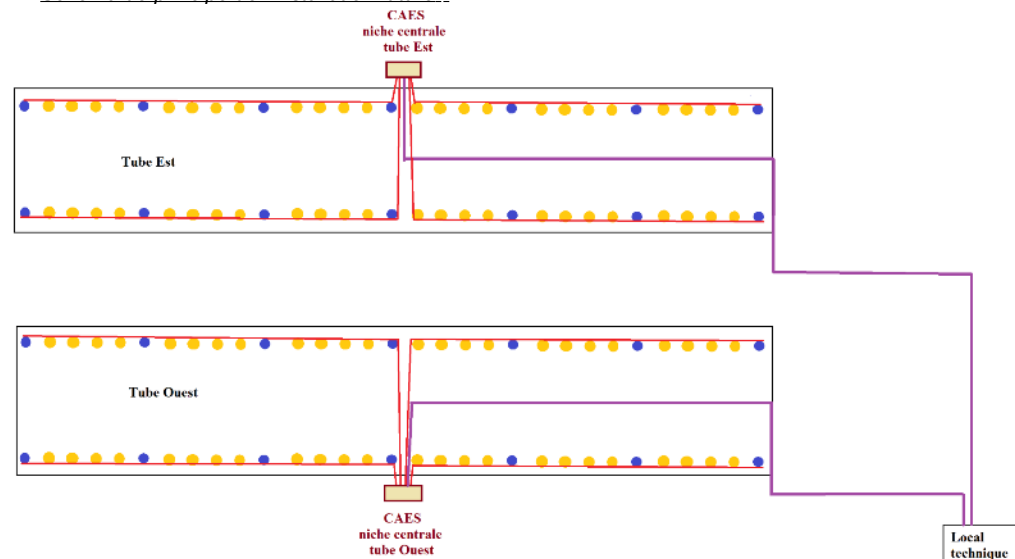
Les plots seront des plots de technologie LED. Ils seront raccordés via des câbles « Cca s1 d1 a1 (norme européenne) »,

###### Quantitatif :

- Tube Est :
  - 48 plots jaunes
  - 14 plots bleus (espacement de 50 mètres pour 90 km/h)
  - Chemin de câble en piédroit + ancrages : 600 m
  - 4 Protections à installer dans CAES
  - 700m de câble entre CAES et plots
- Tube Ouest :
  - 48 plots jaunes
  - 14 plots bleus (espacement de 50 mètres pour 90 km/h)

- Chemin de câble en piédroit + ancrages : 600 m
- 4 Protections à installer dans CAES
- 700m de câble entre CAES et plots

###### Schéma de principe de l'installation future :



###### Signalisation complémentaire d'information :

Il n'existe pas, dans l'instruction interministérielle sur la signalisation routière, de panneau de signalisation spécifique permettant d'informer les usagers de l'utilisation possible des plots bleus. En pratique, de nombreux exploitants de tunnels français se sont engagés dans des démarches d'expérimentation de nouveaux panneaux de signalisation.

L'utilisation du panneau B17 indiquant la distance de sécurité à respecter et d'un panneau d'indication diverse M9z « distance de sécurité = 2 lumières bleues » constituent un exemple pertinent de signalisation conforme à la réglementation.



Ils seront complétés par des panneaux SR52a « panneau interdistance plots bleus ».





### 3.1.2 Nouvelle signalisation d'affectation de voies

#### Principe :

Le remplacement du système de signalisation d'affectation de voies concerne ;

- Les feux d'affectation de voie (FAV)
- L'alimentation des FAV
- Les protections, la surveillance et actionneurs électriques des FAV

Les équipements et câblages de l'ancienne installation seront déposés, FAV et supports, y compris protections et actionneurs présents dans le local technique secondaire.

La nouvelle signalisation d'affectation de voies sera alimentée par le TGBT via les nouveaux CAES situés en extrémité de tube. Les câbles sont de type « Cca s1 d1 a1 » et chemineront dans le chemin de câble principal en voute.

Les nouveaux équipements sont positionnés à la place des FAV actuels (2 à chaque entrée (voie lente et voie rapide) et 2 à chaque sortie (voie lente et voie rapide) dans les deux tubes.

Les feux seront équipés en double face pour intégrer l'utilisation récurrente de chaque tube en bidirectionnel. Les supports des FAV seront également remplacés.

Attention cependant pour le positionnement latéral précis de ces feux, il faudra tenir compte des chemins de câbles existants pour permettre une bonne vision des feux dans les 2 sens de circulation.

#### Description fonctionnelle :

Les signaux d'affectation de voie afficheront de base 3 messages : R21a (croix rouge), R21b (flèche verte), R21cd ou R21cg (flèche orange) selon l'emplacement du FAV.

L'utilisation de caissons à diodes homologués permettra d'afficher tous les signaux d'affectation de voie sur un même caisson.

En cas de défaillance (équipement, alimentation), il n'y aura aucun affichage afin de ne pas diffuser d'information erronée. Son dysfonctionnement sera signalé à l'opérateur via le système de GTC et la remise en état devra être réalisée par la maintenance.

Toutes les commandes unitaires (extinction et sélection d'un signal) et tous les retours d'état seront communiqués à la GTC.

En cas de défaillance du réseau GTC, le panneau passe au neutre, c'est-à-dire aucun affichage, afin de ne pas diffuser d'information erronée.

Une commande manuelle des SAV pourra alors réalisée depuis l'intérieur du CAES de rattachement.

#### Quantitatif :

- Tube Est :
  - 2 caissons SAV double face en entrée de tube
  - 2 caissons SAV double face en sortie de tube
  - 4 supports de caisson + ancrages
  - 4 Protections à installer dans CAES
  - 250m de câble entre CAES et SAV
- Tube Ouest :
  - 2 caissons SAV double face en entrée de tube
  - 2 caissons SAV double face en sortie de tube
  - 4 supports de caisson + ancrages
  - 4 Protections à installer dans CAES
  - 250m de câble entre CAES et SAV

#### Schéma de principe de l'installation future :



#### Spécificité :

Par rapport au fonctionnement actuel, les FAV devront être éteints en fonctionnement normal conformément aux préconisations de l'IISR.

### 3.1.3 Remplacement des feux R24

#### Principe :

Le feu d'arrêt R24 est le dispositif réglementaire d'obligation d'arrêt immédiat, il est destiné à interdire la circulation à tout véhicule routier devant un obstacle ou un danger permanent. Les feux R24 seront conformes à la réglementation (sixième partie de l'Instruction Interministérielle sur la signalisation routière



– Arrêté du 24/11/1967 modifié). Selon l'IT (Instruction Technique n° 2000-63), les nouveaux feux seront implantés idéalement à environ 50m en amont de l'entrée des tubes.

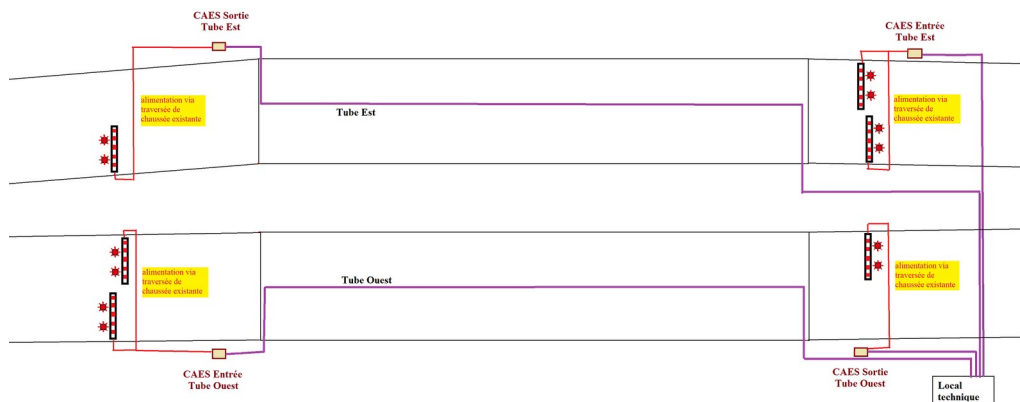
Travaux à prévoir :

Les 8 feux R24 existants seront déposés y compris leur câblage. Les nouveaux feux R24 seront à technologie LED. Ces feux seront implantés sur les nouvelles barrières de fermeture qui seront positionnées en amont de chaque tube, et alimentés depuis les nouveaux CAES disposés à chaque extrémité de tube.

#### Quantitatif :

- Tube Est :
  - 2 feux R24 en entrée de tube, disposés au niveau des barrières de fermeture
  - 2 feux R24 en sortie de tube disposés au niveau de la demi-barrière de fermeture (nécessaire dans le cas d'une utilisation du tube en bidirectionnel)
  - Protections à installer dans CAES
- Tube Ouest :
  - 2 feux R24 en entrée de tube, disposés au niveau des barrières de fermeture
  - 2 feux R24 en sortie de tube disposés au niveau de la demi-barrière de fermeture (nécessaire dans le cas d'une utilisation du tube en bidirectionnel)
  - Protections à installer dans CAES

#### Schéma de principe de l'installation future :



### 3.1.4 Rénovation / création des niches de sécurité

#### 3.1.4.1 Rénovation des niches de sécurité intérieures

##### Principe :

La rénovation des niches de sécurité intérieures concerne :

- La rénovation ou modification d'une partie des équipements existants
- L'ajout de nouveaux équipements et nouvelles fonctionnalités

Les équipements seront alimentés par le TGBT via le nouveau CAES situé en milieu de tube.

Des équipements de l'ancienne installation seront remplacés et certains seront réutilisés.

Les ajouts concernent pour chaque niche :

- 1 paroi complète équipée d'une porte permettant de fermer complètement la niche de sécurité et ainsi d'isoler complètement l'usager utilisant le PAU à la place de la demi-paroi actuelle. Celle-ci ne devra pas engager le gabarit routier pour l'ouverture de la porte.
- 1 CAES permettant la protection, la supervision et l'alimentation des plots de jalonnements, des équipements de la niche de sécurité, et d'éventuels autres équipements.
- 1 panneau de signalisation de niche de sécurité indiquant que l'usager n'est pas en sécurité dans la niche (en 1, 2, ou 4 langues différentes). Le format sera adapté aux dimensions de la niche, il respectera la norme NF X 08-003-01.



- 1 capteur infrarouge de présence niche ou un contact d'ouverture de porte
- 1 peinture de type arche en orange

Exemple de niche de sécurité avec arche, panneaux mutualisés et porte



Les remplacements concernent :

- 1 éclairage de la niche de sécurité de type industriel tunnel à LED
- 1 panneau CE2a (SOS) perpendiculaire au piédroit, de type gamme mini pour ne pas engager le gabarit routier dont la revanche latérale de 0,25 mètres, et à 2 m minimum de hauteur par rapport au trottoir. Il sera rétro réfléchissant, éclairé via alimentation secouru, et visible dans les deux sens de circulation.



- 1 panneau CE29 (extincteur) perpendiculaire au piédroit, de type gamme mini à préciser pour ne pas engager le gabarit routier dont la revanche latérale de 0,25 mètres, et à 2 m minimum de hauteur par rapport au trottoir. Il sera rétro réfléchissant, éclairé via alimentation secouru, et visible dans les deux sens de circulation.



Les panneaux CE29 et CE2a seront mutualisés sur le même support comme dans l'exemple ci-après.

Exemples de panneaux CE29 et CE2a mutualisés au même support



L'objectif est donc de créer 4 niches de sécurité extérieures équipées de :

- 1 éclairage de la niche de sécurité de type industriel tunnel à LED
- 2 extincteurs à poudre, de 6 kg, type ABC + 2 détecteurs décrochés extincteurs
- 1 poste d'appel d'urgence (PAU)
- 1 boîtier de deux prises pompier (230V mono, 400V tri)
- 1 CAES permettant la protection, la supervision et l'alimentation des équipements de la niche de sécurité
- 1 alimentation secourue par CAES extérieur
- 1 panneau CE29 (extincteur) perpendiculaire à la chaussée, de type « très grande gamme ». Il sera rétro réfléchissant, éclairé via alimentation secouru, et visible dans les deux sens de circulation.
- 1 panneau CE2a (SOS) perpendiculaire à la chaussée, de type « très grande gamme ». Il sera rétro réfléchissant, éclairé via alimentation secouru, et visible dans les deux sens de circulation.

Les panneaux CE29 et CE2a seront mutualisés sur le même support.

Nota : les panneaux CE29 existants à chaque extrémité de tube en entrée et sortie et perpendiculaires à la chaussée seront déposés, y compris leur câblage.

#### Travaux de génie civil à prévoir

- Compte tenu de l'emplacement des niches de sécurité, et de la configuration géométrique des dispositifs de retenue aux abords du tunnel, il ne sera matériellement pas possible de réaliser une aire de stationnement et un accès PMR pour les nouvelles niches, par conséquent, il sera nécessaire de demander une dérogation pour ce point.
- Les nouvelles niches seront installées sur une plateforme stabilisée, avec le cas échéant un muret de soutènement des terres
- Les niches auront au minimum une surface de 6m<sup>2</sup> afin de permettre une bonne intégration du CAES, des prises pompier, extincteurs, ...

Ci-dessous, un exemple de niche de sécurité extérieure souhaitée.

#### 3.1.4.2 Création de nouvelles niches de sécurité extérieures

##### **Principe :**

Le but est de déposer les équipements à l'intérieur de l'ouvrage qui sont situés auprès des têtes pour les regrouper en une niche extérieure unique de chaque côté de chaque tube, et créer ainsi une vraie niche de sécurité qui sera à l'extérieur.

##### **Description technique**

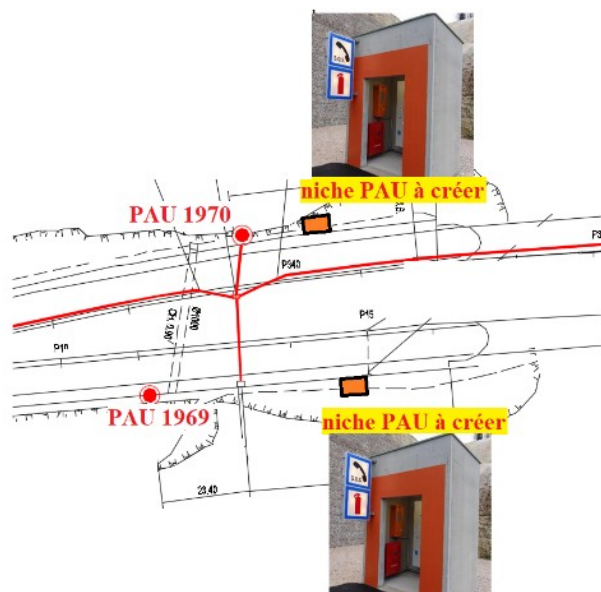




#### Implantation des nouvelles niches

- Extrémité nord du tunnel

Le schéma ci-dessous donne les implantations prévues pour les niches côté nord du tunnel :



Positionnement niche en sortie du tube Est



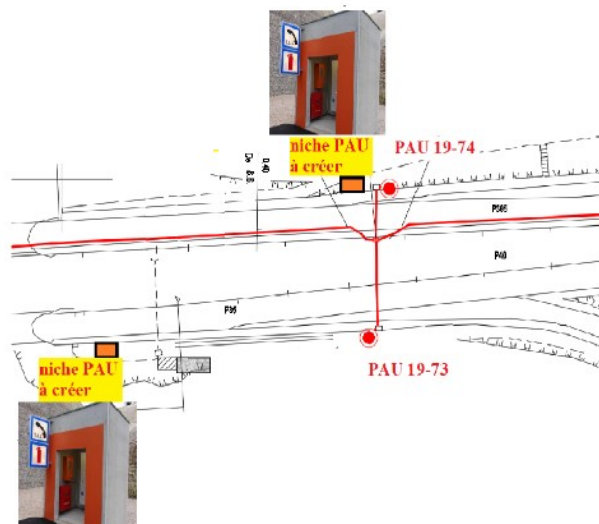
Positionnement niche en entrée du tube Ouest



- Extrémité sud du tunnel

Le schéma ci-dessous donne les implantations prévues pour les niches côté sud du tunnel :





Positionnement niche en entrée du tube Est



Positionnement niche en sortie du tube Ouest



### 3.1.5 Signalisation statique

#### Panneaux Dp2a/Dp2b

L'implantation actuelle des panneaux est bonne et reste inchangée.



#### Panneau E31 : « Tunnel de Noailles » + C111 + M2 »

Les panneaux existants ne sont pas conformes, ils doivent afficher la longueur exacte du tunnel. La mise en conformité de ces panneaux va être réalisée directement par le CEI de BRIVE cette année (2025) et ne fait pas partie du présent contrat.



### 3.1.6 Alimentation et distribution électrique

Le tunnel est alimenté par une seule alimentation principale en Basse Tension passant au-dessus de la tête sud depuis un poste de transformation dédié au tunnel. L'alimentation est ensuite acheminée en

souterrain en longeant l'accès de service sud-ouest jusqu'au TGBT situé dans le local technique qui est implanté côté ouest, à la tête sud.

En cas de perte de l'alimentation principale, un groupe électrogène de 90 kVA et d'une autonomie de 24 heures prend le relais. Ce dernier est assisté lors du démarrage par un onduleur de 60 kVA et d'une autonomie de 30 minutes minimum.

L'inverseur de source actuel date de 2016. Un retour défaut inverseur a été ajouté sur la GTC en 2019.

#### **Alimentation secourue de puissance**

Le groupe électrogène existant peut être conservé en l'état. Cependant, il manque actuellement certaines remontées d'alarmes telles que niveau de carburant, ouverture porte, etc. Aussi, il est nécessaire de prévoir le remplacement de l'automate GE afin d'ajouter ces nouvelles fonctionnalités (à minima niveau de carburant et intrusion), et fiabiliser les remontées d'alarme sur le groupe.

En cas de panne du groupe existant, un raccordement permet en cas de nécessité de recourir à un groupe électrogène mobile de secours. Cependant cette option présente les inconvénients suivants :

- Délai de mise en œuvre du groupe de secours en cas de besoin
- Coût annuel élevé de prestation de service (environ 40 000 € par an).

Une solution consisterait à prévoir le doublement du groupe électrogène, cela reste cependant une solution luxueuse. Aussi, il serait préférable de prévoir la fiabilisation du groupe existant, en améliorant notamment les procédures d'entretien et de test de fonctionnement de façon à pouvoir abandonner la solution « groupe de secours mobile » qui est onéreuse et peu efficace.

#### **Alimentation secourue sans coupure**

L'onduleur existant est vieillissant (date de 2008) et est largement surdimensionné pour les besoins actuels du tunnel. Aussi, il faut prévoir le remplacement de celui-ci par un onduleur mieux dimensionné permettant de garantir une autonomie de 30 minutes minimum.

L'architecture proposée pour les onduleurs est la suivante :

- Prévoir 1 onduleur dans chaque local technique dédié à 1 tube, soit 1 onduleur par tube. Pour chaque onduleur, prévoir l'installation d'un bypass externe permettant de shunter l'onduleur en cas de défaut. Un onduleur ne reprend que son tube.
- Afin de supprimer le problème d'harmonique existant sur l'éclairage, il faut que l'onduleur soit capable de reprendre l'ensemble de l'éclairage en fonctionnement normal. Pour cela, prévoir de passer tout l'éclairage sur le TGBT sécurisé, avec 2 départs éclairage (éclairage secours – éclairage total)

Cependant, en cas de coupure secteur, il faut que l'automate ne maintienne que l'éclairage de secours (Exemple : onduleur 30 KVA, avec 10 KVA secouru pendant 30 minutes). En pratique, la solution la plus sûre serait que les bobines des contacteurs des éclairages "normal" soient alimentées par une source non secourue onduleur. Cela garanti la coupure de l'éclairage normal même en cas de défaut automate.

#### **TGBT :**

Le TGBT actuel est saturé et ne peut être conservé en l'état compte tenu de la modernisation des équipements actuels (modification d'architecture électrique) et de l'ajout de certains équipements.

En conséquence, dans le cadre du réaménagement, nous pensons qu'il serait judicieux de séparer complètement les architectures d'alimentation propres à chaque tube, de façon à sécuriser l'ensemble et pouvoir ainsi continuer à exploiter un tube en cas de défaillance majeure sur le second tube.

Seul le TGBT spécifique à l'éclairage refait récemment lors du passage en LED pourrait être conservé en l'état, cependant, dans la nouvelle architecture envisagée, il convient de séparer les 2 tubes. Cela nécessitera donc une reprise partielle du TGBT éclairage.

Afin d'intégrer également le phasage des travaux pour permettre de maintenir en permanence au moins 1 tube en exploitation, nous préconisons de partir sur l'architecture suivante :

- **LT1 :**  
Local technique historique (accueillant actuellement l'arrivée ENEDIS et quelques équipements secondaires) : ce local deviendra le local d'alimentation générale, en conservant le comptage et disjoncteur général, et en réinstallant dans ce local l'inverseur de source et le commutateur GE. De fait, un réaménagement de ce local est à prévoir.  
Ce local alimentera indépendamment les 2 autres locaux techniques
- **LT2 :**  
Local technique actuel gérant les 2 tubes : ce local sera réaffecté exclusivement aux équipements du tube Ouest, et comprendra une partie dédiée aux équipements de transmission. Afin de bien mettre en œuvre la séparation des locaux, il convient de prévoir le déplacement d'une tête de câble FO et d'un switch dans le nouveau local LT3.
- **LT3 :**  
Nouveau local technique à construire : ce local sera affecté exclusivement aux équipements du tube Est, et comprendra une partie dédiée aux équipements de transmission.

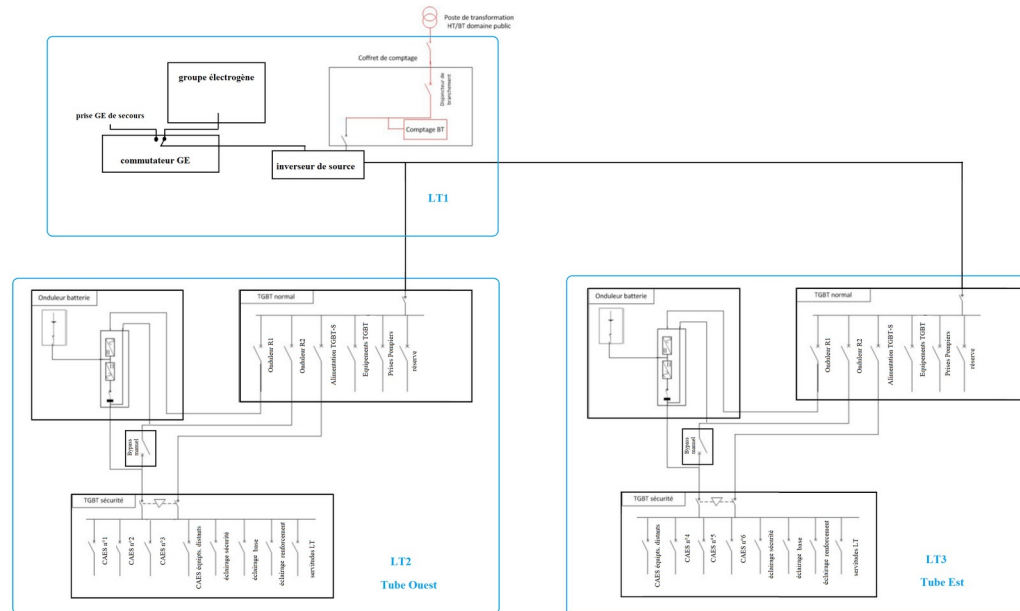
Cette architecture permettra de réaliser l'ensemble des travaux sur les locaux techniques et tunnels tout en maintenant en permanence au moins 1 tube en exploitation pendant toute la durée des travaux, selon le phasage suivant :

- Réaménagement LT1, intégration de l'inverseur de source et commutateur GE
- Création du nouveau local LT3, préparation aménagement pour le tube Est
- Réalisation des travaux d'équipement sur le tube Est, le tube Ouest reste en service alimenté depuis l'ancien local
- Mise en service du tube Est réaménagé, alimenté depuis LT3
- Fermeture du tube Ouest, rénovation équipements et réaménagement du local actuel LT2, dépollution anciens équipements et câbles qui ne seront plus utilisés
- Réouverture du tube Ouest.

Cela nous conduit à prévoir une nouvelle architecture de distribution électrique, dont le principe est représenté sur le schéma ci-dessous.

#### **Schéma d'architecture de distribution électrique :**

Une version plus lisible du schéma est jointe en annexe 1 « Annexe 1\_architecture électrique TGBT.png ».



La mise en œuvre de cette architecture nécessitera la construction d'un nouveau local technique à proximité de l'existant. Il faut également envisager la redondance des locaux pour la sécurisation de l'ensemble.

Nota : à titre d'information, les schémas électrique du TGBT actuel figurent en annexe 2 « Annexe 2\_schémas électriques TGBT.zip ».

#### Coffret d'alimentation des équipements secours (CAES)

Des CAES seront fournis, posés et raccordés dans chacune des niches. Ces CAES seront alimentés depuis le TGBT.

Les câbles d'alimentation des CAES depuis le local technique circuleront en multitubulaire tranchée à l'extérieur du tunnel, puis en CDC en voûte dans le tunnel.

Ces coffrets regrouperont les alimentations des équipements secours à proximité soit :

- L'éclairage des niches
- Les panneaux des niches de sécurité (CE29/CE2a)
- Les PAU
- Les plots jalonnement
- Les caméras fixes et mobiles
- Les R24 et SAV en tête de tube
- Les dispositifs de fermeture physique (barrières, PMV de fermeture et feux R2 associés)

Ces coffrets accueilleront également les équipements de GTC et transmission, aussi il conviendra de prévoir des coffrets « sécurisés », à savoir coffret double enveloppe en inox, équipé de serrures spécifiques « tunnel ».

Chaque CAES reprend les équipements de sa niche. Les équipements en tunnels sont repris sur le CAES le plus proche du même tube. Les équipements de fermeture en proximité de tunnel sont repris sur le CAES le plus proche.

#### Principe de câblage

Compte tenu de la mise en œuvre de nouveaux CAES (1 par niche, soit 6 en tout), il est nécessaire de reprendre complètement l'architecture des réseaux d'alimentation et de pilotage des équipements.

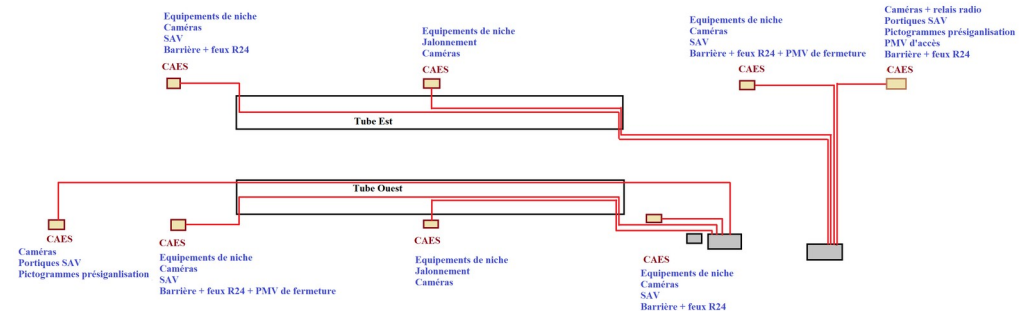
Deux coffrets supplémentaires seront également installés :

- Un à proximité du diffuseur 52 dans le sens sud-nord pour alimenter les équipements de fermeture.
- Un en amont du tunnel dans le sens nord-sud pour alimenter les équipements de fermeture et pré-signalisation du sens nord-sud

De fait, les réseaux de fourreaux existants qui sont saturés, ne pourront être que partiellement réutilisés pour la mise en œuvre des nouveaux réseaux. Il sera donc nécessaire de nettoyer des réseaux existants et construire de nouveaux réseaux de fourreaux pour la distribution énergie et transmission, puis de procéder à la dépose de tous les anciens réseaux qui ne sont plus utilisés (y compris ancien câble cuivre RAU, anciens câbles d'éclairage, anciens câbles d'équipements), ce qui permettra de retrouver la la réserve pour les évolutions futures.

#### Schéma d'architecture électrique des CAES

Une version plus lisible du schéma est jointe en annexe 3 « Annexe 3\_architecture électrique CAES.png ».



### 3.2 VIDÉOSURVEILLANCE ET DAI :

#### Détection automatique d'incident (DAI)

La performance de la DAI actuelle est de l'ordre de 70 à 80%, ce qui est insuffisant, en particulier pour permettre un traitement efficace des points suivants :

- Il n'y a pas de détecteur de fumée ni feu dans le tunnel actuellement. Ce traitement doit être intégré à la DAI, d'où la nécessité de renforcer l'efficacité de la DAI existante.

- La couverture actuelle des caméras DAI (4 par tube) ne permet pas une bonne couverture de l'ensemble de chaque tube, ce qui génère la non détection de certains événements, et ne permet pas également de compenser la perte de traitement en cas de défaillance d'une caméra => il est nécessaire d'augmenter le nombre de caméras DAI dans chaque tube.

#### Renouvellement et renforcement des caméras existantes dans le tunnel

Pour faire face aux obstructions, la plupart des fabricants de capteurs DAI recommandent d'utiliser deux capteurs couvrant la même zone sous des angles différents, par exemple dans les deux sens dans un tunnel. Des caméras multiples peuvent également être nécessaires à des fins de redondance, en cas de défaillance d'une caméra. En général, les champs de vision des caméras sont conçus pour se chevaucher, de sorte que la défaillance d'une caméra peut être compensée par les images des caméras voisines.

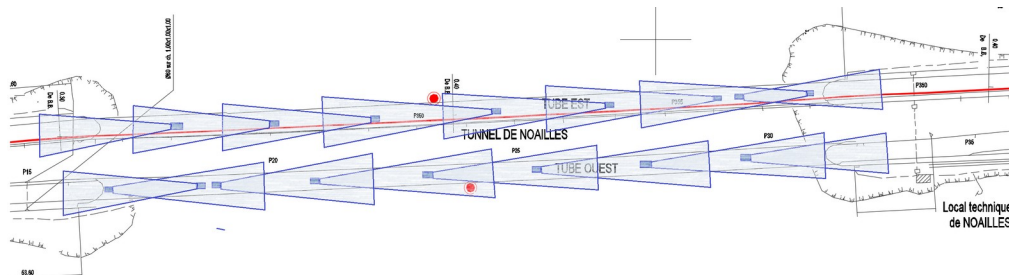
Dans les textes de référence, on notera :

- Section IV.2.1. "Dispositifs de détection d'incidents" du rapport 05.15.B 2004 suggère que l'emplacement des caméras peut varier de 30 à 150 mètres si elles sont utilisées pour la détection automatique d'incidents. Selon des recommandations plus récentes des fabricants de V-DAI, les caméras ne devraient pas couvrir une distance supérieure à vingt fois sa hauteur de montage. Par conséquent, si une caméra est montée à 5 m au-dessus de la route, elle devrait être capable de fournir une détection raisonnablement précise des incidents sur une distance de 100 m. Toutefois, comme mentionné ci-dessus, pour assurer une couverture redondante en cas de défaillance d'une caméra, les caméras V-DAI doivent être installées tous les 50 à 80 m.

Il y a actuellement 4 caméras DAI par tube, ce qui génère une zone DAI par caméra de 80m environ, sans redondance en cas de panne sur 1 caméra.

Afin d'améliorer l'efficacité du système de DAI et sécuriser celui-ci en cas de défaillance d'une caméra, nous recommandons de passer à 8 caméras DAI par tube afin de garantir une bonne couverture de l'ensemble de chaque tube, et de permettre un cas de panne d'une caméra, de disposer d'une DAI dégradée, mais restant cependant opérationnelle (Attention à bien gérer les détections pour éviter de remonter plusieurs alarmes pour un même événement).

#### Schéma de positionnement et couverture des nouvelles caméras DAI :



En parallèle, il faut maintenir les 2 caméras dôme mobile existantes en milieu de tube afin de permettre une visualisation de la niche de sécurité et compenser le cas échéant la perte de caméra DAI en tunnel (mode dégradé). Cependant, pour des questions d'installation, il est nécessaire de prévoir le remplacement de ces caméras ainsi que leur liaison FO (actuellement en liaison multimode), et également les dissocier des supports de caméras DAI.

#### Caméras extérieures au tunnel

A l'extérieur de l'ouvrage, en complément des 2 caméras mobiles implantées près des extrémités de tubes (caméras permettant de surveiller les abords immédiats de chaque tube), il serait pertinent de rajouter 1 caméra dans chaque sens de circulation afin de permettre une visualisation des zones d'approche du tunnel :

- Sens Nord-Sud : caméra à positionner environ 700m en amont de l'entrée du tube, permettant de visualiser la zone d'approche du tube en amont de la caméra existante (zone sinueuse), de surveiller les congestions en cas d'incident dans le tunnel, de surveiller également l'utilisation de l'ITPC situé au PR 280+060 utilisé lors de l'exploitation des tubes en double sens.
- Sens Sud-Nord : il serait pertinent de doubler la caméra existante afin d'avoir simultanément une vision sur l'entrée du tube et une vision sur le diffuseur en amont (systèmes de pré-signalisation et fermeture en cas d'incident dans le tunnel).

Le mât actuel étant déjà bien chargé (1 caméra de surveillance entrée du tunnel, 1 caméra Bison Futé, antennes radio), il convient de privilégier l'installation d'un nouveau mât caméra dans l'inter bretelle du diffuseur 52 sens sud-nord. Outre un positionnement optimal pour permettre la vision de la zone d'approche du tunnel en amont du diffuseur 52, cette caméra permettra également de visualiser les bretelles d'entrée du diffuseur vers Brive et Toulouse.

### 3.3 PROGRAMME D'AMÉLIORATION DU SYSTÈME DE FERMETURE DE L'OUVRAGE ET DU DISPOSITIF DE GESTION DE L'ITINÉRAIRE

#### Problématique / enjeux :

Le manque de barrière empêchant les usagers de s'engager dans l'ouvrage est une problématique qui doit être étudiée en comparant l'avantage de l'ajout de nouveaux équipements, vis-à-vis du coût de ces systèmes et de la dangerosité de ne pas implanter de tels équipements par rapport aux nombres d'événements déjà arrivés et prévisibles.

La solution proposée ci-après constitue la mise en œuvre de systèmes de fermeture et d'information associés tels que préconisés sur les tunnels récents.

#### Principe de mise en œuvre d'un nouveau système de fermeture :

L'installation de fermeture physique d'accès est constituée de dispositifs permettant :

- D'interdire l'accès en cas d'incidents afin de minimiser leur conséquence,
- D'éviter les « sur incidents »,
- D'informer voire alerter au plus tôt les usagers pour diminuer leur vitesse d'approche.

La mise en place de ce dispositif n'est pas une nécessité réglementaire compte tenu de la longueur de l'ouvrage (315m), il s'agit d'une recommandation liée à la gestion d'incidents dans le tunnel compte tenu du trafic moyen journalier et du trafic élevé en période estivale.

Le nouveau système de fermeture comprendra :

- Des FAV situés en extrémité de tubes :
- Des barrières de fermeture + feux R24 composés de :
- Deux barrières électriques de fermeture de voies permettant de fermer les 2 voies de circulation (longueur de lisse à adapter sur chaque site) ;
- Un panneau de type B1 (circulation interdite) installé au centre de chaque lisse ;
- Deux feux flash R2 par lisse pour renforcer la visibilité de la barrière ;
- Des feux R24 en accotement droit et gauche (positionnés à proximité des futs de barrière)



- Une boucle de présence et son détecteur de véhicule par lisse ;
- Une béquille sera prévue à l'extrémité des lisses pour maintenir celle-ci à 0,9m de hauteur ;
- Des contacts secs d'interface avec les automates GTC.
- PMV de fermeture, sur mât simple (en remplacement des panneaux à message préprogrammé existants) :
  - Deux feux flash de type R2 sur le caisson du PMV pour attirer l'attention de l'utilisateur
  - Affichage 2 lignes de 12 caractères
  - Hauteur caractères : 250mm

Nota : Ce PMV permettra également l'affichage de messages spécifiques lors de l'exploitation d'un tube en bidirectionnel (par exemple circulation double sens)
- PMV d'information préalable en section courante, sur haut-mât :
  - PMV 4 lignes de 15 caractères en 320mm
  - Pictogramme TGG + panonceau
  - 2 feux flash
- Portique FAV en amont de l'entrée du tunnel :
  - Equipé de 2 ou 3 FAV suivant position
  - Equipé de pictogrammes grande gamme au-dessus de chaque FAV
- PMV d'accès, sur mât simple, situés sur les bretelles d'accès en amont de l'ouvrage :
  - Affichage 4 lignes de 15 caractères en 160mm ;
- PMV Pictogramme de pré signalisation, sur mât simple :
  - Pictogramme très grande gamme équipé d'un panonceau et de 2 feux flash

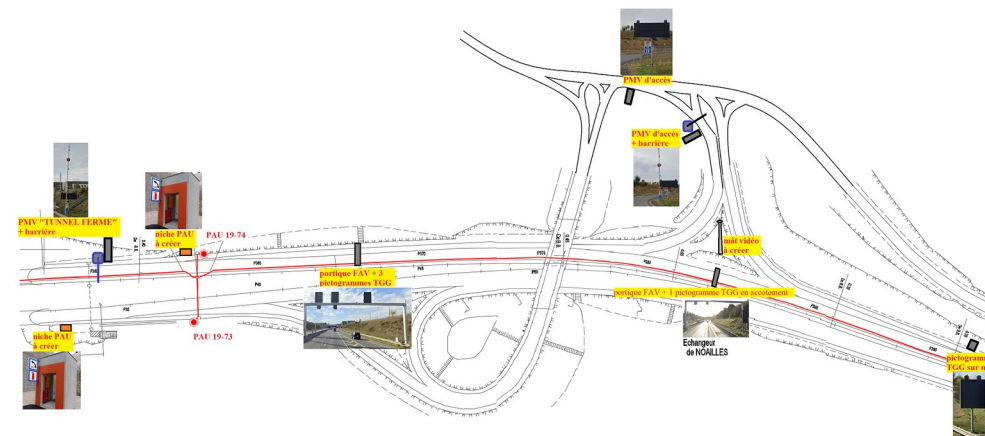
#### Description technique :

Pour le tube Est :

- Remplacement du PMV de fermeture existant en entrée de tunnel
- Installation d'une double barrière de fermeture (1 barrière voie de droite + 1 barrière voie de gauche) + feux R24, environ 20m en amont de l'entrée du tunnel, associés au PMV de fermeture.
- Installation d'un portique FAV environ 200m en amont de l'entrée du tube, équipés de 3 FAV (1 voie d'insertion, 1 voie lente et 1 voie rapide), + signalisation dynamique vitesse, sens interdit, ...). Ce portique vient en complément des FAV remplacé en fronton d'ouvrage.
- Installation d'un portique FAV environ 400m en amont de l'entrée du tube, équipés de 2 FAV (1 voie lente et 1 voie rapide), + pictogramme TGG en accotement. Ce portique vient en complément des FAV remplacé en fronton d'ouvrage.
- Installation d'une barrière de fermeture sur la bretelle d'entrée du diffuseur 52 vers Paris + feu R24
- Installation de 2 PMV d'accès sur la bretelle d'entrée du diffuseur n°52 (lié à la géométrie du site)
- Installation d'un PMV pictogramme sur mât en début de bretelle de sortie du diffuseur 52 (affichage sortie obligatoire)

- Installation d'une demi barrière (sur voie de gauche uniquement) + feu R24, en sortie de tunnel réservée à une utilisation en double sens du tunnel

Schéma de principe de positionnement des équipements en entrée :



Pour le tube Ouest :

- Remplacement du PMV de fermeture existant en entrée de tunnel. Le PMV actuel situé en TPC est mal implanté car visible par les usagers lors de l'utilisation du tube Est en bidirectionnel, prévoir d'implanter le nouveau PMV à droite de la chaussée sens nord-sud.
- Installation d'un portique FAV environ 300m en amont de l'entrée du tube, équipés de 2 FAV (1 voie lente et 1 voie rapide), + signalisation dynamique vitesse, sens interdit. Ce portique vient en complément des FAV remplacé en fronton d'ouvrage.
- Installation d'un portique FAV environ 500m en amont de l'entrée du tube, équipés de 2 FAV (1 voie lente et 1 voie rapide), + pictogramme TGG en accotement. Ce portique vient en complément des FAV remplacé en fronton d'ouvrage.
- Installation d'une double barrière de fermeture (1 barrière voie de droite + 1 barrière voie de gauche) sur la section courante, après le dernier ITPC + feu R24, associée au PMV de fermeture.
- Installation d'un séquençage de pré signalisation vitesse sous d'un PMV pictogramme sur mât en accotement situé à 200m en amont du premier portique FAV, lié à la géométrie du terrain (tracé en courbe, peu de visibilité)
- Installation d'une demi barrière (sur voie de gauche uniquement) + feu R24, en sortie de tunnel réservée à une utilisation en double sens du tunnel

En complément, en équipements distants :

- Installation d'un PMV d'accès (rond-point) sur la bretelle d'entrée du diffuseur n°50
- Installation d'un PMV d'information en section courante, sur haut-mât, entre les diffuseurs 50 et 51
- Installation d'un PMV d'accès (rond-point) sur la bretelle d'entrée du diffuseur n°51



- Schéma de principe de positionnement des équipements en amont du tunnel :*

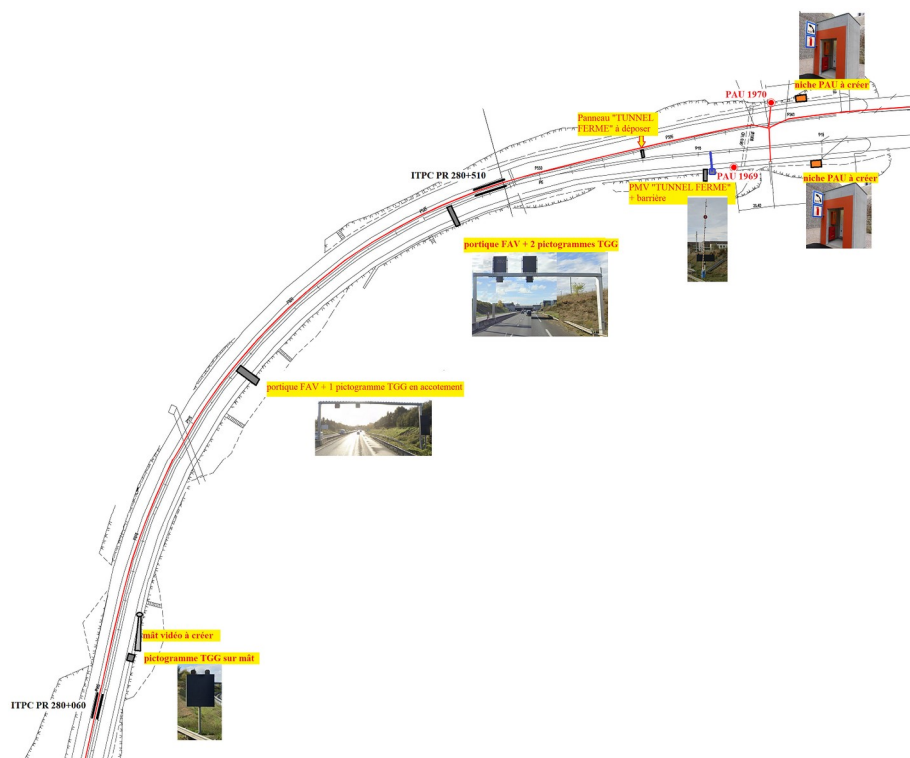


Schéma de principe de positionnement des équipements sur diffuseur 51 :

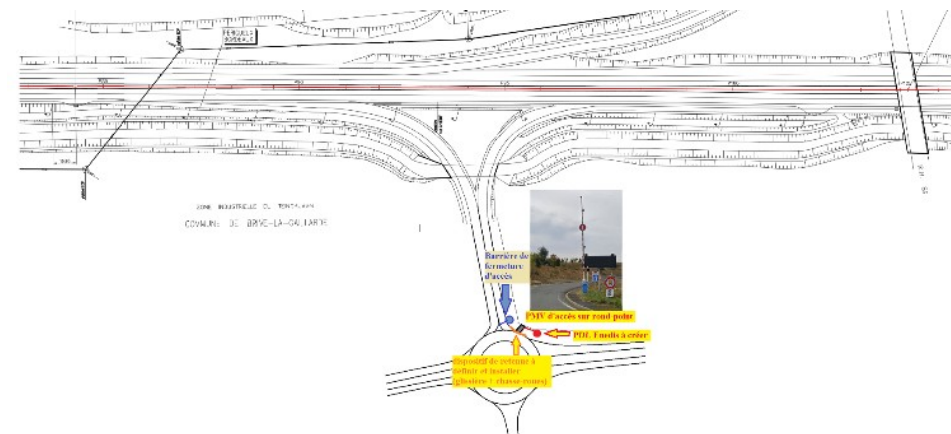
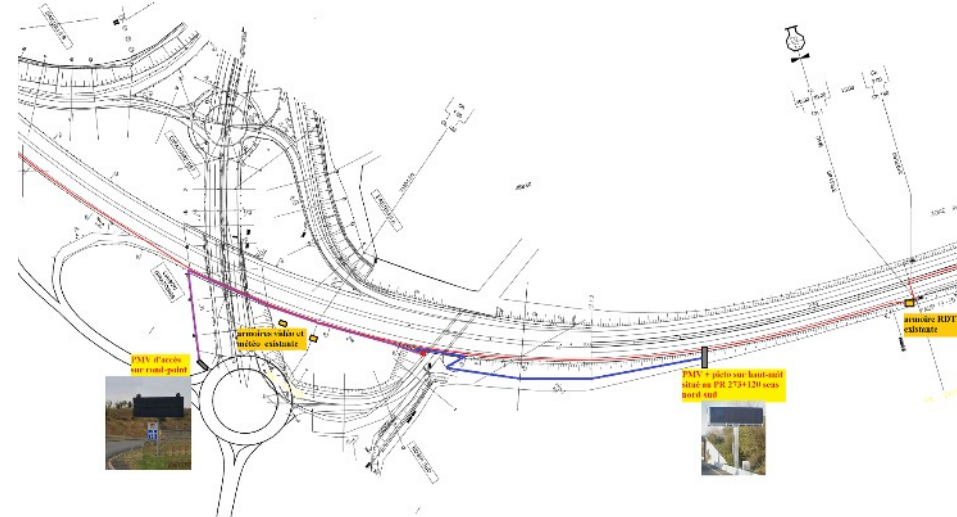


Schéma de principe de positionnement des équipements sur diffuseur 50 :



Pilotage des équipements :

A l'exception des équipements installés sur le diffuseur 51, les équipements seront raccordés au réseau FO de la DIRCO. Pour le diffuseur 51, les équipements installés seront dans un premier temps piloté via une liaison 4G car un raccordement sur le réseau FO serait complexe à mettre en œuvre et très onéreux.

### 3.4 PROGRAMME DE RENOUVELLEMENT DE LA GTC/SUPERVISION

La rénovation de la GTC/supervision concerne :

- Le remplacement ou modification des équipements existants
- L'ajout de nouveaux équipements et nouvelles fonctionnalités

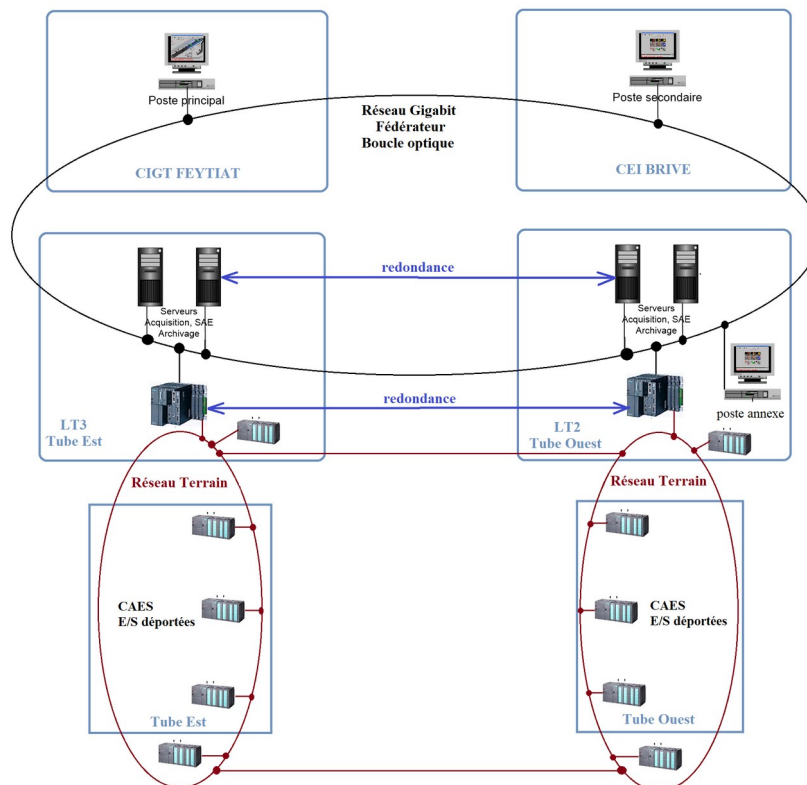
#### Architecture de la future GTC :

Le système de gestion technique centralisée du tunnel de Noailles se décompose en

- Un niveau de terrain,
- Un niveau de concentration local avec une supervision en local technique,
- Un niveau de supervision principal au PC de Feytiat
- Un niveau de supervision de secours au CEI de Brive
- Un niveau de supervision à distance.

*Remarque : La nouvelle architecture de la GTC devra intégrer la gestion de l'unicité de la commande, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui (actuellement, le CIGT de Feytiat et le CEI de Brive peuvent commander simultanément les équipements).*

#### Schéma de principe de l'architecture matérielle souhaitée :



Les travaux à prévoir sont les suivants :

- Au titre de la création d'un automatisme local :
  - La fourniture, la pose, le raccordement et la configuration d'une paire d'automates programmables industriels (API) redondants
  - La fourniture, la pose et le raccordement de Modules d'Entrées / Sorties Déportées (MESD)
- Au titre de la création d'une supervision industrielle :
  - La fourniture, la pose, le raccordement et la configuration d'une paire de serveurs de supervision redondants
  - La fourniture, la pose, le raccordement et la configuration d'un paire de serveurs d'archivage supervision
  - La fourniture, la pose, le raccordement et la configuration de postes opérateurs (client léger)
  - La fourniture, la configuration et la mise à disposition de postes portables (client léger)
- Au titre de l'ingénierie logicielle :
  - La réalisation des analyses fonctionnelles des métiers présents dans l'ouvrage (éclairage, alimentation électrique, équipements, ...) ; Prévoir une analyse de l'existant sur place avec les services de la DIRCO pour prise en compte des spécificités (en particulier éclairage) car l'existant est peu ou mal documenté.
  - La réalisation des analyses organiques des métiers présents dans l'ouvrage (éclairage, alimentation électrique, équipements, ...)
  - Le développement et de la programmation des automatismes
  - Le développement et de la programmation de l'applicatif de supervision
  - La conception et réalisation d'une interface entre la supervision et le frontal MiVisu

### 3.4.1 Création d'un automatisme local

#### 3.4.1.1 Niveau de terrain

Le niveau de terrain est constitué par le regroupement des différents points de contrôle commande des capteurs et actionneurs au niveau de modules d'entrée sortie déportés implantés dans les locaux techniques et les CAES. Les informations d'entrées / sorties sont de différents types :

- Les informations Tout Ou Rien (TOR) sont en général des contacts secs qui assurent la télésignalisation TS de l'état d'un équipement, la téléalarme TA du défaut d'un équipement ou la télécommande TC d'un équipement,
- Les informations analogiques qui assurent la télémessure TM, le télé réglage TR,
- Les informations numériques sont échangées par liaisons série ou lien IP avec les équipements présentant une intelligence embarquée comme les centrales de détection incendie ou les centrales de mesures sur les tableaux généraux basse tension.

Ces Modules d'Entrées Sorties Déportés (MESD) seront implantés dans :

- Les CAES déployés dans les niches de sécurité
- Les CAES situés à proximité du tunnel pour les équipements de signalisation d'approche
- Les locaux Techniques.

Les informations réparties en tunnel seront raccordées au MESD le plus proche de telle manière à assurer un cantonnement permettant, en cas de perte d'un MESD, de ne perdre qu'une partie des équipements.

En outre, les équipements de même type seront répartis sur différentes cartes d'entrées/sorties pour améliorer la disponibilité en cas de perte d'une carte.

#### 3.4.1.2 Niveau de concentration

Le niveau de concentration locale sera construit sur une architecture indépendante pour chaque tube.

Pour cela, on disposera pour chaque tube (et donc pour chaque local) d'un automate programmable industriel (API), implanté en baie, et dans lequel sera implémentée la gestion de l'ensemble des entrées / sorties et de toute la logique de fonctionnement des différentes installations techniques du tube concerné. Les processus traités par les API concernent notamment :

- Acquisition et mise en forme des informations issues des capteurs TOR et ANA avec les équipements.
- Commande des actionneurs des équipements.
- Élaboration des alarmes relatives aux équipements pilotés, y compris le filtrage, les discordances éventuelles de tous les actionneurs et les discordances / cohérences des capteurs.
- Élaboration des alarmes de dysfonctionnement des asservissements gérés par les automates.
- Comptage des temps de fonctionnement de chaque réseau d'éclairage, du traçage et de la suppression, utile à la programmation des opérations de maintenance.
- Dialogue avec la supervision.
- Gestion des modes de fonctionnement des équipements d'exploitation et de sécurité pilotés et déroulement des fonctions de commande élaborées en scénarios et / ou asservissements.
- Autodiagnostic, paramétrage, mise à jour logicielle et gestion de la redondance entre automates.

Les deux automates sont interconnectés par une liaison de synchronisation spécifique qui assure le transfert des informations nécessaires à leur redondance. La redondance sera de type haute disponibilité avec module de synchronisation et lien fibre optique dédié (double fibre optique).

Les automates sont en communication avec les modules d'entrées / sorties déportés via le réseau de terrain.

Il n'est pas prévu de redondance des modules d'entrées / sorties.

Une défaillance d'un automate ne provoque ni perte de données, ni interruption de service.

### 3.4.2 Architecture de supervision

Le Titulaire doit prévoir de fournir, poser, configurer et raccorder les matériels suivants :

- Une paire de serveurs de supervision redondants à chaud :
- Un serveur GTC Maître installé dans le local LT2
- Un serveur GTC Secours installé dans le local LT3
- Un serveur d'archivage supervision installé dans le local LT2
- Un serveur d'archivage supervision secours installé dans le local LT3

- Des postes opérateurs équipés d'un applicatif de supervision en client léger :
  - Un poste de supervision au PC de Feytiat
  - Un poste de de supervision au CEI de Brive.
  - Un poste de formation / maintenance au PC de Feytiat
  - Un poste de supervision / maintenance au local technique du tunnel

### 3.4.3 Attendus fonctionnels de l'applicatif de supervision

L'applicatif de supervision propose les fonctions principales :

- La gestion du référentiel (gestion des droits d'accès, ...)
- Les modes de pilotage de l'ouvrage
- Le pilotage des équipements : unitaire, par scénario, ...
- La gestion des alarmes
  - Suivi (acquiescement, purge, ...)
  - Paramétrage (inhibition, désactivation, ...)
- La gestion des historiques, courbes et tendances
- Le paramétrage du système lui-même
- La surveillance technique du système lui-même
- Les fonctionnalités propres à des domaines techniques.
- Une aide en ligne (type infobulle sur les actions)
- Une présentation des "procédures opérateurs" (paramétrables facilement par DIRCO)

L'applicatif de supervision permettra de piloter manuellement, via des commandes groupées ou de manière unitaire, l'ensemble des équipements :

- Feux R24,
- Barrières de fermeture,
- Les SAV (tunnel + pré signalisation en amont du tunnel)
- PMV fermeture
- PMV pictogramme de pré signalisation,
- PMV d'accès
- PMV d'information en section courante
- L'éclairage du tunnel.

Les informations échangées entre les automates et le PCC supervision seront de type :

- Remontées d'alarmes
- Remontées de signalisation
- Passage de commandes
- Réglages
- Macro-commandes des scénarios préprogrammés,
- Retours sur le scénario en cours via les états des équipements.

##### 3.4.3.1 Profils et droits d'accès

Les missions concernant l'exploitation et la sécurité des tunnels diffèrent selon les personnes et leurs affectations.

Au démarrage d'un poste opérateur ou lorsque aucun utilisateur n'est identifié, le profil utilisé par défaut est « Invité ». Afin de se connecter, l'utilisateur doit saisir son identifiant et son mot de passe.

Le système « supervision » dispose de vues dédiées à l'administration du système :

- Gestion de profils (ajout, modification, suppression) ;
- Gestion d'utilisateurs (ajout, modification des profils, suppression) ; Les profils définissent un ensemble de droits ;
- Fonctionnels (accès aux menus, déclenchement d'une fonction...) ;

Les utilisateurs appartiennent à un ou plusieurs profils. Un utilisateur dispose de l'ensemble des droits définis par son profil d'appartenance.

Les premières versions des profils sont pré-configurées à l'installation du système. Les configurations ultérieures du contenu des profils seront gérées par la DIRCO.

Les profils proposés sont les suivants :

- Non autorisé : ne permettant pas l'accès au système de supervision.
- Consultation : permettant uniquement l'accès aux vues de supervision, sans aucune possibilité de commande ou de paramétrage des équipements.
- Exploitation : permettant l'accès aux vues de supervision et toutes les commandes des équipements et acquittement des alarmes et défaut mais sans possibilité de paramétrage.
- Maintenance DIRCO : permet en complément du mode d'exploitation le paramétrage et pilotage pour test des équipements tunnel.
- Administrateur : dispose de tous les droits d'intervention.

Les comptes utilisateurs seront individuels et associés à une personne physique.

La mise en place de ces principes permet au système « supervision » de répondre au plus juste aux besoins d'exploitation de la DIRCO.

##### 3.4.3.2 Modes de pilotage des ouvrages

D'une façon générale le pilotage d'un ouvrage se définit par les modes suivants :

- Mode automatique : fonctionnement sans intervention de l'opérateur
- Mode manuel : fonctionnement depuis le superviseur (quel que soit l'emplacement géographique du poste opérateur utilisé) nécessitant le passage de commandes par l'opérateur
- Mode local : fonctionnement par le biais de coffrets locaux ou directement depuis l'équipement concerné.

###### Mode automatique

A partir des informations et des mesures issues du terrain, le système élabore les commandes afin de maintenir opérationnel l'exploitation de l'ouvrage. C'est le mode par défaut, à la mise sous tension ou à l'initialisation des automates.

###### Mode manuel

Les opérateurs peuvent forcer, par des "commandes spécifiques", des configurations et des états particuliers, des différentes fonctionnalités des installations.

Un message d'alerte, d'environ 15 secondes, prévient l'opérateur du PC qu'un ou des départs sont restés en mode manuel distant depuis un certain temps. Ce temps est paramétrable depuis l'IHM. Il faut également pouvoir désactiver l'alarme sur un mode manuel que l'on conserve volontairement. Ces paramètres devront être modifiables par la DIRCO.

###### Mode local

Lors d'un passage en mode d'exploitation « manuel local », l'automatisme signale à l'utilisateur, par une télésignalisation, quel équipement est indisponible (exemple : par une animation). Le retour en mode d'exploitation « distant » entraîne automatiquement la remise à disposition de l'équipement sur la GTC.

Les commandes locales sont réalisées via un ensemble de boutons poussoirs, commutateurs et voyants de retour d'état de fonctionnement. Le fournisseur des divers tableaux, armoires et coffrets intégrera le câblage de ces éléments de commande. Un retour d'information d'activation du mode de commande locale est transmis à la GTC.

Pour la gestion du mode local, tous les équipements sont pilotés et animés en local :

- Par l'automate programmable,
- Par câblage avec activation des relais et contacteurs.

En fonction des personnes habilitées à effectuer ce type de commandes, une gestion de sécurité ou de séquences via la GTC peut être développée. Ce mode ne vient pas annuler le mode automatique ou le mode manuel distant en cours. Il n'entraîne pas l'apparition de discordances dues à la non-réponse des installations à des sollicitations de l'automatisme. Des informations regroupées (de synthèse) préviennent les opérateurs en poste que des équipements d'exploitation sont restés en mode manuel local. Sur la supervision, l'opérateur peut contrôler l'état "local" ou "distant" de chaque équipement.

Chaque commande locale engendrera :

- Un évènement horodaté, avec le libellé précis de l'information
- Une animation graphique sur la vue correspondante.

###### Changements de mode

Lors d'un passage du mode automatique au mode manuel distant, l'état des installations reste inchangé, et ce jusqu'à la réception contradictoire de télécommandes "manuelles" des supervisions.

Le mode automatique continue d'être calculé. Lors d'un passage de mode manuel distant au mode automatique, le système élabore, s'il y a lieu, les commandes en fonction de l'état du terrain, annulant parfois des actions qui avaient été forcées.

Lors d'un passage en mode manuel local, l'automatisme signale par une télésignalisation, simultanément au technicien de maintenance et à l'opérateur quel équipement est indisponible (exemple : par une animation). Le retour en mode distant entraîne automatiquement la remise à disposition de l'équipement.

Les commandes réalisées en mode manuel distant sont sous la responsabilité de l'opérateur du PC et les commandes réalisées en manuel local sont sous la responsabilité du technicien de maintenance.

##### 3.4.3.3 Piloter les équipements

###### Pilotage unitaire

Selon les modes de pilotages des équipements présents sur les ouvrages, l'opérateur a la possibilité de basculer entre les modes afin de piloter les équipements selon les modes disponibles pour chacun des équipements.



Les équipements des ouvrages (barrière, feux, éclairage, etc.) sont pilotables de manière individuelle au travers des vues de détails des équipements concernés.

Le pilotage des PMV est actuellement géré par MIVISU. Cette architecture doit être conservée dans le futur.

Il faudra également prévoir de sécuriser l'affichage des PMV de fermeture par une double commande Mivisu + liaison automate par contact TOR.,,

Nota : Dans cette phase, le RAU n'est pas intégré dans l'architecture de supervision (système de gestion indépendant). Cette intégration sera éventuellement réalisée dans une phase ultérieure lors d'une modernisation du RAU.

#### Pilotage par scénario

Tous les équipements de l'ouvrage (barrière, feux, éclairage, etc.) sont pilotables de manière groupée depuis les scénarios propres à l'ouvrage. On distingue :

- Les scénarios de sécurité : ces scénarios sont stockés dans les automates terrains ;
- Les scénarios de base : ces scénarios sont stockés dans les automates ou la supervision ;

Avant envoi, l'opérateur peut visualiser l'état projeté du scénario sélectionné sur chaque vue domaine concernée par ledit scénario.

Les activations de scénarios sont des commandes qui sont historisées en tant que telles, indépendamment des commandes unitaires qui les composent (et qui sont également historisées).

Tout scénario « lancé » par l'opérateur doit être précédé d'une fenêtre modale de confirmation.

A priori, et de manière non exhaustive, les macro-commandes à développer sont les suivantes :

- Macro-commande de fermeture du tube Ouest (sens Nord-Sud)
  - Allumage des feux R24
  - Mise au rouge des SAV
  - Fermeture des barrières
  - Affichage message sur le PMV fermeture
  - Affichage message sur les PMV d'accès (diffuseurs 50 et 51)
  - Affichage des Pictogrammes de pré-signalisation amont
  - Mise en marche de l'éclairage du tunnel base et renforcement à 100%.
- Macro-commande de fermeture du tube Est (sens Sud-Nord)
  - Allumage des feux R24
  - Mise au rouge des SAV
  - Fermeture des barrières
  - Affichage message sur le PMV fermeture
  - Affichage message sur les PMV d'accès (diffuseur 52)
  - Affichage des Pictogrammes de pré-signalisation amont
  - Mise en marche de l'éclairage du tunnel base et renforcement à 100%.
- Macro-commande de fermeture totale des 2 sens
  - Allumage des feux R24
  - Mise au rouge des SAV
  - Fermeture des barrières

- Affichage message sur les PMV de pré-signalisation / PMV Info-fermeture
  - Affichage message sur les pictogrammes de pré-signalisation
  - Mise en marche de l'éclairage du tunnel base et renforcement à 100%.
- Macro-commande (du sens Nord-Sud / du sens Sud-Nord) de fermeture VR/VL, neutralisation VR/VL, danger VR/VL, travaux VL/VR (cela correspond à : neutralisation de la voie gauche ou droite selon le scénario incident ou travaux)
    - Affichage message sur les PMV de pré-signalisation,
    - Affichage message sur les pictogrammes de pré-signalisation,
    - Ouverture des barrières,
    - Pilotage des SAV
    - Affichage message sur les PMV de pré-signalisation / PMV Info-fermeture,
    - Mise en marche de l'éclairage du tunnel base et renforcement en mode exploitation.

Les macro-commandes seront créées et modifiables, sous droits d'accès administrateurs.

L'ensemble de l'analyse fonctionnelle détaillée de l'application de supervision et les vues associées sera soumis à approbation de l'exploitant. Le système devra accepter la gestion d'au moins une dizaine de macro-commande.

#### Commandes de fermeture d'urgence des tunnels

Les commandes d'urgence de fermetures du tunnel doivent être rapidement accessibles pour l'opérateur. Pour cela elles seront positionnées judicieusement pour réduire le temps d'accès à la commande (sur les parties communes des synoptiques de l'ouvrage par exemple).

#### 3.4.3.4 Inhibition des équipements

L'inhibition d'un équipement est effectuée depuis sa fiche équipement ou depuis le journal des alarmes.

Un équipement inhibé n'est plus pilotable unitairement par l'opérateur. Ses alertes d'exploitation ne sont plus remontées au niveau de l'opérateur, en revanche ses alarmes techniques ne sont pas inhibées.

L'équipement reste visible sur le synoptique avec une identification signalant son inhibition.

Sur l'envoi d'un scénario depuis la supervision, l'équipement est piloté bien qu'il soit inhibé. Seuls les retours d'état de l'équipement ne sont pas pris en compte par le scénario.

L'action d'inhibition est historisée dans le temps différé (nom opérateur, poste, heure, ...).

Les données relatives à un équipement inhibé continuent d'être historisées pendant toute la durée de l'inhibition.

L'équipement inhibé ne peut pas être piloté en manuel par l'opérateur.

#### 3.4.3.5 Recueil et affichage des alarmes

##### Principe

Les différentes alarmes remontées à la supervision peuvent provenir de différentes sources :

- Équipements terrain
- Sous-système externe
- Système (logiciel, matériel, réseau)
- Autre ...

Les alarmes remontent à l'opérateur par différents canaux (Mails, SMS, poste clients, ...), paramétrables par la DIRCO selon le type d'alarme.

#### Qualification en alertes d'exploitation et alarmes techniques

Ces alarmes remontées sont qualifiées par la supervision (lié au paramétrage) :

- En alarmes techniques principalement destinées aux techniciens de maintenance (défaut capteur, perte de communication...) :
  - De terminologie adaptée à la maintenance (termes techniques, repères en conformité aux plans)
  - Les mainteneurs sont alertés de toutes les alarmes.
- En alertes d'exploitation principalement destinées aux opérateurs exploitation (ouverture de porte, détection DAI, ...) :
  - De terminologie adaptée aux opérateurs
  - Exigence d'avoir des libellés formulés en français « non technique »
  - Exigence de d'alerter sur les CME éventuellement engagées de chaque ouvrage
  - Il est ainsi attendu que les libellés permettent à l'opérateur de comprendre la nature du dysfonctionnement, son origine et les conséquences de la panne (faire le lien avec les CME et les actions à mener).

À noter qu'une même alarme peut être qualifiée

- Soit en alarme technique
- Soit en alerte d'exploitation
- Soit en alerte d'exploitation + alarme technique. Dans ce cas, l'alarme est décomposée en une alerte d'exploitation et en une alarme technique distinctes, avec chacune leur propre cycle de vie indépendant.

#### Caractéristiques d'une alarme

Une alarme (alarme technique ou alerte d'exploitation), quel que soit sa provenance, est à minima caractérisée par :

- La nature du composant en alarme
- L'identifiant du composant
- Le code de l'alarme
- La date d'apparition
- La date de disparition (uniquement pour les alarmes techniques)
- La date de l'acquiescement
- L'ouvrage d'appartenance de l'alarme
- Le libellé de l'alarme
- La localisation de l'alarme
- La caméra associée le cas échéant
- Le champ commentaire
- Niveau d'urgence d'intervention
- consignes à appliquer en cas d'alarme (aide en ligne)

- Autre ...

#### Qualification des alarmes techniques :

Les alarmes techniques peuvent être :

- Soit mineures
- Soit majeures
- Soit critiques

#### Qualification des alertes :

Les alertes sont combinées à des niveaux de couleurs (à confirmer) au nombre de 3 hors CME (et 5 au total : cf. § suivant) :

- Couleur blanche – Niveau 1 : Niveau d'information pure
- Couleur jaune – Niveau 2 : Niveau d'information nécessitant une action de l'opérateur
- Couleur orange – Niveau 3 : Niveau mobilisant du personnel sur le terrain

#### Perte des Conditions Minimales d'Exploitation

Les alertes d'exploitation qui entrent en compte dans la gestion de CME, sont combinées à des niveaux de couleurs permettant d'alerter immédiatement l'opérateur sur la disponibilité de son ouvrage par rapport aux CME de celui-ci et permettant d'identifier précisément la cause de la perte des CME.

Nota : certaines CME peuvent résulter de la combinaison de plusieurs défauts (ce point devra faire partie d'une analyse fonctionnelle, le système devra être en mesure de déclencher le niveau adapté en fonction des combinaisons d'alarmes).

Les niveaux liés aux CME sont au nombre de 2 :

- Couleur rouge – Niveau 4 : Niveau imposant des mesures compensatoires
- Couleur noire – Niveau 5 : Niveau imposant la fermeture d'ouvrages

#### Gestion des alarmes

L'apparition d'une alarme technique entraîne les actions suivantes :

- Changement d'état de la représentation de l'équipement en défaut sur le ou les synoptiques concernés
- Changement d'état de la représentation de la synthèse d'alarme pour le domaine correspondant à l'alarme pour l'ouvrage concerné
- Ajout de l'alarme dans le journal des alarmes techniques : ce journal contient la liste des alarmes détectées par le système. Les alarmes seront présentées par ordre chronologique, des plus récentes aux plus anciennes
- Génération d'un son (buzzer) pour les profils exploitations et maintenance

L'apparition d'une alerte exploitation entraîne les actions suivantes (prioritaires sur les actions découlant d'une alarme technique) :

- Changement d'état de la représentation en défaut sur le ou les synoptiques concernés
- Changement d'état de la représentation de la synthèse d'alerte pour le domaine correspondant à l'alertes pour l'ouvrage concerné
- Ajout de l'alerte dans le journal des alertes d'exploitation : ce journal contient la liste des alertes détectées par le système. Les alertes seront représentées par ordre chronologique, des plus récent au plus anciennes

- Génération d'un son (buzzer) pour les profils exploitations uniquement

Toute alarme est signalée sur le synoptique graphique par un symbole qui permet de distinguer si elle a été traitée ou pas (par exemple elle clignote tant qu'elle n'est pas acquittée par l'opérateur ou si la cause ayant générée cette alarme a disparue).

#### Cycle de vie d'une alarme

Les alarmes peuvent avoir quatre états :

- Une alarme active non acquittée
- Une alarme inactive non acquittée
- Une alarme active acquittée
- Une alarme inactive acquittée

Lorsque l'alarme est inactive et acquittée, celle-ci disparaît de la liste.

Toutes les alarmes remontées au système supervision sont historisées dans le serveur temps différé.

#### 3.4.3.6 Dispositifs fiabilisant la remontée d'information aux utilisateurs

Le système doit être capable de détecter les bagotements des alarmes et de les qualifier de façon automatique en état dit « bagottant ». L'état bagottant de chaque alarme apparaît, au même titre que toute information relative à cette alarme, sur chaque vue ou objet permettant de visualiser les états de celle-ci (Bandeau, vue d'alarmes, etc.)

Cette fonction de bagotement s'applique uniquement à toutes alarmes remontées par les automates au système de supervision. Cette fonction ne s'applique pas aux alarmes échangées directement entre les autres systèmes (Vidéo, etc.) et le futur superviseur.

Suite à la qualification, en alerte d'exploitation, d'une alarme en état bagottant l'opérateur a la possibilité de d'inhiber ou désinhiber l'équipement générant cette alarme afin de que celle-ci n'apparaisse plus sur les vues d'exploitation mais uniquement sur les vues de maintenance ou dans la liste des alertes d'exploitation inhibées.

#### Cascade d'alarme

Pour limiter au maximum le risque d'avalanche d'alarmes affichées sur les écrans des postes de supervision, le système surveille la tension d'alimentation de toutes ses cartes d'acquisition d'entrées TOR. Il surveille également le cheminement de l'alimentation électrique de puissance de tous les équipements avant de signaler l'apparition d'une ou de plusieurs alarmes sur un des équipements.

Le traitement des avalanches est notamment très intéressant dans les cas de perte de tension ou de perte d'un module automate ou d'un système annexe.

#### Exemples :

- Une perte de l'alimentation EDF ou un manque tension sur un TGBT filtre toutes les alarmes présence tension normale, ainsi que toutes les alarmes des équipements liées à la perte de tension. L'animation de représentation des équipements sur les synoptiques permet de connaître cette perte de tension sur l'équipement concerné.
- Le défaut d'un module de liaison optique, sur le réseau de terrain, n'entraîne pas d'alarmes liées aux entrées / sorties qui lui sont reliées. Cependant, les équipements impactés (indisponibles) doivent être visualisés.

#### 3.4.3.7 Actions sur les alarmes

##### Acquittement

Les alertes d'exploitation sont acquittées par les opérateurs exploitation.

Les alarmes techniques peuvent être acquittées soit par les techniciens de maintenance, soit par les opérateurs en fonction de l'organisation du personnel mise en place.

Nota : Toutes les alarmes (y compris technique) doivent remonter sur les postes opérateurs. L'opérateur sert de relais d'alerte sur les alarmes techniques. Le poste de maintenance (technique) n'est opérationnel qu'en heures ouvrées (pas d'astreinte technique actuellement à la DIRCO)

L'opérateur acquitte les alarmes :

- Soit unitairement en sélectionnant la ligne de l'alarme à acquitter
- Soit de façon multiple en acquittant toutes les alarmes visibles via un bouton dédié.

Par ailleurs le système permet aux opérateurs autorisés d'effectuer un acquittement dans l'automate ouvrage des défauts mémorisés afin de ne pas garder des alarmes « fantômes ».

La commande d'acquittement permet uniquement l'acquittement des alarmes présentes en visualisation sur la vue active, ceci afin de n'acquitter que les alarmes ayant pu être visées par l'opérateur.

Les alarmes communes aux ouvrages ou à l'architecture du superviseur sont acquittables depuis tous les postes opérateurs.

##### Inhibition

Au-delà des dispositions décrites au paragraphe inhibition des équipements, le journal d'alarme permet :

- D'inhiber un équipement ou ses sous-ensembles pertinents
- D'inhiber une alarme et/ou un type d'alarme (par type, zone, famille d'équipements)
- D'inhiber un équipement et/ou un ensemble d'équipements (par type, zone, famille d'équipements).

#### 3.4.3.8 Journal d'alarmes techniques et exploitation

La liste des alertes est appelée journal des alarmes d'exploitation et alarmes techniques.

Le journal des alarmes d'exploitation est présenté à l'opérateur exploitation

Le journal des alarmes techniques est présenté au technicien de maintenance et à l'opérateur d'exploitation. Prévoir un type de son différencié et paramétrable pour les alarmes techniques qui remontent à l'opérateur.

Un utilisateur maintenance accède aux deux journaux des alarmes techniques et d'exploitation. Toutes les alarmes techniques sont remontées à tous les techniciens de maintenance.

Les journaux fournissent des outils de tri des informations contenues dans les listes d'alarmes :

- Par date d'apparition
- Par classe de composant
- Pour un composant donné
- Par niveau de gravité
- Par nature d'alarme
- Par domaine (Ventilation, Signalisation, etc.)

- Par ouvrage
- Autre ...

Sur l'apparition d'une nouvelle alarme et si la liste est triée, alors celle-ci :

- Reprend son tri nominal (par ordre chronologique inverse)
- Est repositionnée sur le dernier élément arrivé (en haut de la liste).

Un bouton permet le blocage temporaire du rafraîchissement de la liste pour permettre une navigation plus aisée. Un timeout d'une durée paramétrable provoque automatiquement la réactivation du rafraîchissement de la liste.

#### Compteurs d'alarmes

Des compteurs d'alarmes sont intégrés aux vues de journal d'alarmes. Ces compteurs permettent de connaître le nombre d'alarmes présentes selon le filtre actif sur la vue (domaine, ouvrage, etc.).

Le nombre de compteur à afficher est identique aux nombres d'états possibles des alarmes tel que décrit plus haut.

#### Filtres des journaux d'alarmes

Les journaux fournissent également des outils de filtre des informations :

- Par domaine
- Par types d'alarmes
- Par types d'événements
- Par CME impactées
- Par statut d'alarme synthèse (issues d'un filtre cascade)
- Par profils utilisateur (exploitation, maintenance) de façon automatique lors du log in de l'utilisateur.

Sur l'apparition d'une nouvelle alarme, si celle-ci correspond au filtre appliqué, alors elle s'ajoute à la liste des alarmes affichées, sinon elle reste masquée et s'affichera à la suppression du filtre. Dans ce dernier cas, l'activation du signal sonore à tout de même lieu.

#### Navigations depuis le journal des alarmes

Chaque alarme du système a la possibilité de se voir associer une vue de navigation.

La vue de navigation correspond par exemple à l'une des vues représentant l'équipement en défaut (par exemple : vue énergie du LT concerné pour un disjoncteur en défaut, ...) ou une vue de synthèse pour une alarme combinée.

Un double clic sur la ligne de l'alarme dans le journal provoquera la navigation d'un des écrans dédiés à la supervision vers cette vue, permettant ainsi à l'opérateur de gagner en réactivité en accédant directement à la vue sans passer par toute l'arborescence de navigation.

#### Horodatage des alarmes

L'horodatage des heures d'apparition des alarmes est effectué par les serveurs supervision pour les alarmes unitaires et les alarmes combinées.

Pour que les alarmes provenant des sous-systèmes externes soient correctement traitées si elles remontent dans la supervision, les sous-systèmes externes devront être synchronisés de manière identique sur le même serveur de temps (et leurs alarmes doivent être horodatées).

#### Visualisation des inhibitions actives

Les alertes inhibées sont visualisables par l'opérateur :

- Dans leur globalité depuis la vue des alarmes d'exploitation
- Unitairement depuis la fiche de l'équipement / l'objet concerné par l'alerte.

Cette vue des alarmes d'exploitation permet à l'opérateur :

- De consulter l'heure de l'inhibition et le nom de la personne l'ayant effectuée
- De consulter les informations relatives à l'alarme (criticité, libellé, ...)
- De désinhiber ces alertes d'exploitation inhibées.

La fiche équipement permet, elle de :

- Connaître l'alarme origine de cette alerte (avant inhibition)
- Connaître l'état inhibée ou désinhibée de l'alerte.

#### 3.4.3.9 Historiser et archiver les données

Il existe quatre types d'historisation / archivage :

- L'historisation court terme
- L'historisation long terme
- L'archivage d'exploitation
- L'archivage de restauration.

Une période tampon de sauvegarde des données est présente en permanence sur le serveur temps réel. Elle permet la mise à jour du serveur temps différé :

- Après une perte de liaison entre le serveur temps réel et le serveur temps différé (si la solution retenue est une mise à jour permanente et instantanée du serveur temps différé)
- En fonctionnement nominal (si la solution est retenue est une mise à jour ponctuelle du serveur temps différé, par exemple toute les nuits)

Tout problème rencontré dans le mécanisme d'historisation génère automatiquement une alarme technique à l'intention des techniciens de maintenance.

Le serveur temps différé est dimensionné pour le stockage des données du système « supervision » uniquement.

#### Historisation court terme

L'historique court terme (1 à 3 mois) permet un accès rapide aux données :

- Pour les recherches dans l'historique sur une période comprise dans la profondeur de cet historique
- Pour les accès aux courbes
- Autre ...

Ces historiques comprennent à minima :

- Les commandes passées sur les équipements par un opérateur ou par le système (acquiescement, pilotage, etc.)
- Les états et mesures de tous les équipements
- Les alarmes techniques et alertes d'exploitation (apparition, disparition, acquiescement)



- Les dates et heures de log in et log out de chaque utilisateur

#### Historisation long terme

L'historisation long terme contient le même type de données que l'historisation court terme sur une profondeur de 5 ans.

Il permet un accès aux données :

- Pour les recherches dans l'historique sur une période comprise dans la profondeur de cet historique
- Pour l'initialisation des sessions pour rejouer des situations
- Autre ...

#### Consultation des historiques

Les données historisées sont utilisées de façon courante (opérateurs, mainteneur, ...).

Elles sont consultables par les utilisateurs à l'aide d'un outil ergonomique ne nécessitant pas d'avoir recours à un support externe ou à un outil d'extraction de données.

Cependant afin de permettre une utilisation plus poussée (élaboration de rapport), un outil d'extraction des données est intégré au système. Cet outil permet a minima l'extraction des données sous format libre-office, PDF et Image.

Cet outil permet des filtres sur la majorité des caractéristiques des données historisées (ouvrage, domaine, horodate, type d'équipement, localisation, ...).

En fonction de la profondeur de la requête effectuée par l'utilisateur des données remontées proviennent soit de l'historique long terme, soit de l'historique court terme.

#### Visualisation des valeurs analogiques

Les vues réservées à l'exploitation des valeurs analogiques par visualisation de courbes ou tendances, permettent de créer archiver ou utiliser des groupes de valeurs analogiques. Ces groupes sont constitués d'un maximum de 8 variables. Chaque groupe est identifiable par un libellé saisi par l'utilisateur.

L'acquisition et l'enregistrement des valeurs peuvent être réalisés selon une période d'échantillonnage à définir elle aussi par l'utilisateur en mode paramétrage.

Chaque valeur selon son type, possède les données suivantes :

- Échelle minimale et maximale
- Seuils associés
- Valeur de remplacement lors de l'inhibition du capteur.

Les fonctionnalités suivantes sont attendues pour le module d'affichage des courbes :

- Pouvoir consulter facilement les courbes de mesures des capteurs
- Permettre la consultation des courbes par capteur ou pour un ensemble de capteurs
- Pouvoir enregistrer des configurations de courbes prédéfinies et comportant :
  - Des grandeurs physiques souhaitées
  - Du ou des capteurs sélectionnés
  - Sur une fenêtre temporelle.

En complément de la vue d'historisation, l'utilisateur peut visualiser en superposition des données Tout Ou Rien et analogique afin d'effectuer un diagnostic après-coup.

#### Filtrage pré-extraction

L'accès aux données se fait à l'aide d'un filtrage par :

- Tunnel
- Tube
- Métier technique
- Acteur
- Niveau d'alarme
- Période horaire
- Nature
- Autre ...

#### 3.4.3.10 Paramétrage du système

La liste ci-dessous définit de façon non exhaustive les fonctions devant être paramétrables (ou configurables) dans la supervision :

- L'ajout, la suppression et la modification des groupes de courbes analogiques
- Les valeurs utiles aux traitements réalisés sur les valeurs analogiques
- Les temporisations de discordances liées aux équipements
- Les temporisations « procédé » tel que les temporisations de marche d'éclairage, les seuils de déclenchement des différents niveaux d'éclairage en fonction des lumi et cellule J/N
- Les valeurs utiles aux programmeurs de tranche horaire
- Les valeurs utiles aux programmeurs des fonctions de délestage
- Le paramétrage des alertes et des alarmes
- La gestion des profils utilisateurs
- La gestion des droits d'accès aux fonctions selon ces profils
- Le paramétrage des fonctions d'archivage
- Le paramétrage des scénarios
- Le paramétrage "aide et procédure opérateur"
- Autre ...

Par défaut toutes les fonctions doivent être paramétrables, la liste des fonctions configurables doit être proposée, justifiée et validée par le MOA.

Il est entendu par fonction paramétrable, toute fonction dont les paramètres peuvent être modifiée « à chaud », c'est-à-dire sans redémarrage de l'application ou d'un autre sous-système, dans la supervision.

#### 3.4.3.11 Surveillance du système

La surveillance du système est gérée par le système lui-même.

Cette surveillance permet de diagnostiquer :

- La perte / défaillance matérielle / logicielle d'un ou plusieurs serveurs internes ou externes (MIVISU, ...)

- La perte / défaillance matérielle / logicielle de connexions réseaux
- La perte / défaillance matérielle / logicielle d'un ou plusieurs automates
- La perte / défaillance de la synchronisation horaire des équipements
- Le basculement de serveurs au niveau applicatif
- Le dépassement de capacité des volumes de stockage
- Perte d'alimentation des sources des API frontaux sans E/S
- Autre ...

Un dysfonctionnement constaté génère une alarme et engage si nécessaire les modes de fonctionnement dégradés correspondants.

Toutes ces informations sont également représentées sur les IHM supervision du domaine « système » rattaché ou non à un ouvrage.

La supervision permet, aux personnes autorisées, de provoquer un basculement manuel entre 2 équipements redondants compris dans la nouvelle architecture.

Le système et ses sous-ensembles (routeurs, automates...) mettent à disposition un ou plusieurs agent(s) SNMP pour la surveillance temps réel de la disponibilité et des défauts éventuels des équipements et sous- systèmes les composant. Chaque interface nécessaire au bon fonctionnement du système est également surveillée et la perte de communication est signalée.

#### 3.4.3.12 Principales vues

Les vues seront différenciées et spécifiques en fonction des profils de connexion : consultation, exploitation, maintenance et administration.

Les vues sont hiérarchisées de façon que l'opérateur puisse accéder à tous les équipements supervisés du tunnel.

Les vues sont structurées de la manière suivante :

- Une zone supérieure d'information opérateur comportant notamment la date, l'heure, l'identification de l'utilisateur et de ses droits d'accès,
- Un bandeau supérieur de navigation géographique qui permet d'évoluer à des vues générales et par zones d'implantation des équipements,
- Un bandeau latéral gauche de navigation fonctionnelle qui permet d'accéder à des vues spécifiques par corps d'état équipement, par métier et des vues de fonctionnalités de supervision (alarmes, historiques ...),
- Un synoptique central adapté à la vue concernée et permettant de visualiser toutes les informations d'état et de mesures pertinentes et de commander les équipements, intégrer la visualisation de retour d'état réel équipement (affichage message réel sur les PMV par exemple)
- Un bandeau inférieur d'alarme comprenant les lignes d'alarmes identifiées par la date, l'heure, la dénomination, la priorité et dont l'état d'acquiescement est représenté par un code couleur.
- Des boutons coup de points d'urgence qui devront être accessibles sur toutes les vues, ils permettront la fermeture d'un sens ou des deux sens du tunnel.

A priori, et de manière non exhaustive, les caractéristiques des vues à développer sont les suivantes :

- Vues géographiques

- Vue générale
- Vue tunnel Est, y compris équipements de fermetures et PMV en amont
- Vue tunnel ouest, y compris équipements de fermetures et PMV en amont

Ces vues présentent l'implantation des différents équipements, et permettent de visualiser leurs états, les éventuelles alarmes et les commandes de ces équipements.

- Vues « alarmes »
- Vues « historique »
  - Historique alarmes
  - Historiques courbes

La vue historique des alarmes permet de rechercher et d'extraire les alarmes de la base de données, de les filtrer et de les visualiser.

La vue historique courbes permet de rechercher et d'extraire les données de mesure de tout capteur, ou compteur de temps de fonctionnement, de la base de données, de les formater et de les tracer.

- Vues alimentation et distribution électrique :
  - Schéma général BT
  - Vue de chaque tableau BT du tunnel
  - Vue de chaque armoire secondaire (CAES)

Ces vues présentent l'état et les éventuelles alarmes de chaque départ supervisé et permettent de visualiser les mesures délivrées par les centrales de mesures sur les TGBT et les équipements à intelligence embarquée (onduleur, ...). D'une manière générale, la surveillance des départs sera synthétisée par type d'équipement ou sous système pour éviter une trop grande quantité de points d'E/S raccordés. Dans le même esprit, l'information utile pour la supervision de l'ouvrage sur un disjoncteur est son état ouvert, plutôt que l'information disjoncteur en défaut.

- Vues éclairage :
  - Paramétrage des algorithmes d'asservissement
  - Éclairage tube Est + tube Ouest, niches

Ces vues présentent l'état, éventuelles alarmes et commandes, de chaque réseau d'éclairage, permettent de visualiser les régimes de fonctionnement, de commander chaque régime d'éclairage et de paramétrer les algorithmes d'asservissement. Elles permettent également de visualiser mesures et état des capteurs cellule et luminancemètre.

- Vues gestion technique centralisée :

Cette vue permet de visualiser l'état, éventuelles alarmes et commandes de l'ensemble du réseau de gestion technique centralisée comprenant les modules d'entrée / sortie déportés, les automates redondants, les commutateurs et les éventuelles alarmes.

- Vue intrusion :

Cette vue permet de visualiser l'état, éventuelles alarmes et commandes de décroché d'extincteur, centrale de détection incendie du local technique, capteur d'ouverture de porte du local technique, autre ...

- Vues signalisation :

Ces vues présentent l'état, éventuelles alarmes et commandes des systèmes de signalisation et de fermeture (PMV, barrières, feux R24, SAV) et permettent les commandes groupées ou unitaires de ces équipements.

Les panneaux peuvent afficher des messages libres (saisis par l'opérateur sur consigne d'exploitation) ou issus d'une bibliothèque de messages. Cette bibliothèque est préprogrammée par le Titulaire. La bibliothèque doit être modifiable par la DIRCO, avec possibilité de modifier un message existant ainsi que de pouvoir en créer.

Les messages peuvent comporter des variables (distance à l'incident, nature de l'incident, date, heure...) qui sont « concrétisées » selon l'événement suscitant leur emploi et les conditions temps réel.

Les messages sont priorisés. Le message effectivement affiché est celui de priorité la plus haute. La mise au noir est le message par défaut, de priorité la plus faible.

#### 3.4.3.13 Interfaces

Le Titulaire doit concevoir, documenter et réaliser l'interface entre le nouveau système de supervision et le frontal Signalisation MiVisu existant. Ceci afin de mettre les nouveaux équipements de signalisation dynamique (fermeture et pré-signalisation) à disposition (état, commandes) d'un utilisateur de MiVisu.

Les commandes issues de l'applicatif de supervision sont prioritaires sur celles issues de MiVisu.

### 3.4.4 Ergonomie

#### 3.4.4.1 Définition des Interfaces Homme Machine (IHM)

Chacun des postes opérateurs du nouveau système possède :

- Des droits d'accès selon les profils utilisateurs paramétrés
- Un bandeau de visualisation des alarmes ou alertes en fonction du profil de l'utilisateur
- Des vues de courbes et tendances permettant visualiser les données de l'ensemble des ouvrages
- Des vues représentant les équipements et permettant leurs pilotages ainsi que les états des ouvrages

#### Principe

Pour que l'ergonomie des écrans et du système informatique soit réellement présente au niveau du dialogue avec les opérateurs, le prestataire réfléchira et proposera des solutions aux critères suivants et devra vérifier leurs adéquations aux besoins du projet :

- Homogénéité
- Flexibilité
- Charge utilisateur
- Structuration
- Compatibilité
- Gestion des erreurs

#### Homogénéité

- Rendre l'environnement constant, même présentation en tous points, même temps de réponse

- Même mode d'accès
- Homogénéité des effets d'une commande
- Toujours le même nom d'une commande pour la même fonction
- Toujours la même règle de construction des commandes (abréviations, ...)
- Homogénéité des différentes sorties (écran-papier).

#### Flexibilité

- Existence de différents niveaux selon l'expérience de l'utilisateur : menu, touches de fonction, langage de commande, ...

#### Charge utilisateur

- Actions minimales pour l'utilisateur (la majorité des fonctions doivent être accessibles en moins de 3 actions graphiques)
- Charge mémoire la plus faible possible
- Charge visuelle faible pour permettre une meilleure lisibilité des écrans.

#### Structuration

- Du langage de commande (règles)
- De l'entrée des commandes (contrôle explicite – validation)
- Des tâches (temps de réponse trop long = tâches mal découpées)
- De l'écran (règles de présentation)
- Des enchaînements d'écran (pour éviter la complexité).

#### Compatibilité

- Compatibilité des écrans avec les documents papiers initiaux
- Compatibilité des dénominations des commandes, des abréviations avec le vocabulaire de l'utilisateur
- Compatibilité de l'ordre et du rythme des entrées avec l'expérience de l'utilisateur.

#### Gestion des erreurs

- Trois aspects : assistance, guérison, prévention
- Possibilité de détection/correction des erreurs
- Messages d'erreur explicites
- Possibilité d'annuler – interrompre – différer
- Fonctions potentiellement destructrices protégées
- Possibilité d'avoir l'historique du dialogue (commandes – données).

## 3.5 LOCAUX TECHNIQUES

#### Principe :

L'idée consiste à modifier l'architecture des locaux techniques comme suit :

- Local technique d'origine, (appelé LT1 sur le schéma) actuellement utilisé comme local technique secondaire. Ce local comprend les installations suivantes :
  - L'arrivée (compteur) du fournisseur électrique,

- Différents départs électriques (FAV, R24, etc), qui doivent être supprimés dans l'architecture future
- Fonction de stockage pour les dispositifs d'éclairage leds de maintenance.

Ce local sera réaménagé pour accueillir également une armoire permettant la gestion et la protection des sources d'énergie (inverseur de source et le commutateur GE), et ainsi devenir le point d'alimentation des 2 locaux techniques secondaires (1 par tube).

Pour cela, ce local sera divisé en 2 parties distinctes via construction d'une cloison intérieure :

- Une partie local électrique
- Une partie stockage

La double porte actuelle du local sera remplacée par 2 portes séparées :

- Une porte pour la partie « local électrique » (porte de gauche)
- Une porte pour la partie « stockage » (porte de droite)

- Le local technique principal actuel (appelé LT2 sur le schéma) qui sera réaffecté aux installations du tube Ouest, et contiendra les installations suivantes :

- Une armoire permettant la gestion et la protection des différents équipements du tube Ouest + local technique, hors éclairage,
- Une armoire permettant la gestion et la protection de l'éclairage leds du tube Ouest,
- Une baie « automate + transmission »,
- Un onduleur,
- Une détection incendie par aspiration,
- Un dispositif de climatisation et un dispositif d'alarme de température élevée,
- Une détection intrusion.

Une partie du local sera affectée aux équipements de transmission :

- Une baie de transmission,
- Les têtes de fibres équipements, RAU et le PIRAU du réseau RAU « fibre ».

L'armoire existante permettant la gestion et la protection des sources d'énergie sera déplacée dans le local LT1.

- Un nouveau local technique (appelé LT3 sur le schéma) qui sera affecté aux installations du tube Est, et contiendra les installations suivantes :

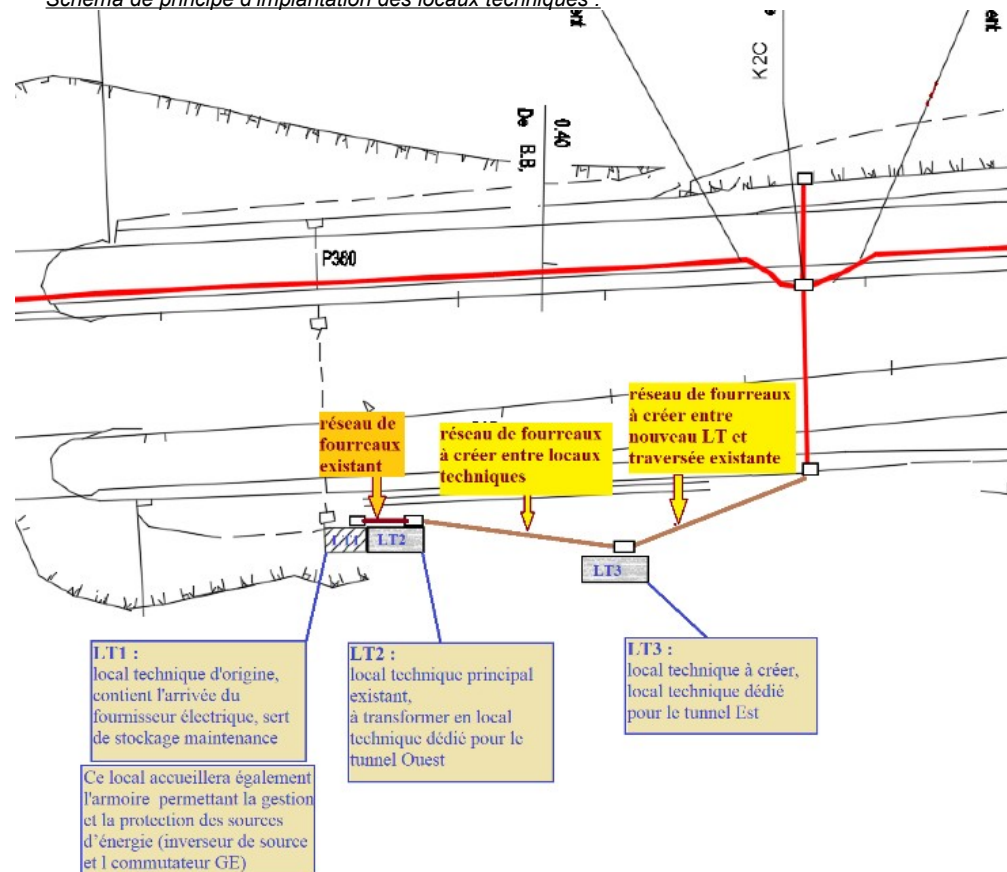
- Une armoire permettant la gestion et la protection des différents équipements du tube Est + local technique, hors éclairage,
- Une armoire permettant la gestion et la protection de l'éclairage leds du tube Est,
- Une baie « automate + transmission »,
- Un onduleur,
- Une détection incendie par aspiration,
- Un dispositif de climatisation et un dispositif d'alarme de température élevée,
- Une détection intrusion.

Une partie du local sera affectée aux équipements de transmission :

- Une baie de transmission,

- Une « rocade FO » et une « rocade Ethernet cuivre » entre les locaux LT2 et LT3 comprenant au minimum une douzaine de liaisons de chaque type

Schéma de principe d'implantation des locaux techniques :



#### Liaisons entre locaux techniques :

- Compte tenu des problèmes récurrents de présence de rongeurs dans les TGBT, il faut prévoir :
  - Un traitement anti rongeurs de l'ensemble des pénétrations dans les locaux techniques (existante et à créer)
  - La liaison technique existante enterrée entre les locaux LT1 et LT2 (locaux existants) sera remplacée par un passage technique aérien (tube inox par exemple) afin de sécuriser la liaison face au problème récurrent de présence de rongeurs.
  - La liaison technique à créer entre LT3 et LT1 se fera par une batterie de fourreaux enterrée (6 fourreaux de diamètre 110mm) partant de LT3 et allant rejoindre la chambre face à LT2. La liaison vers LT2 se fera ensuite via les réseaux existants.



### 3.6 GÉNIE CIVIL ET VRD

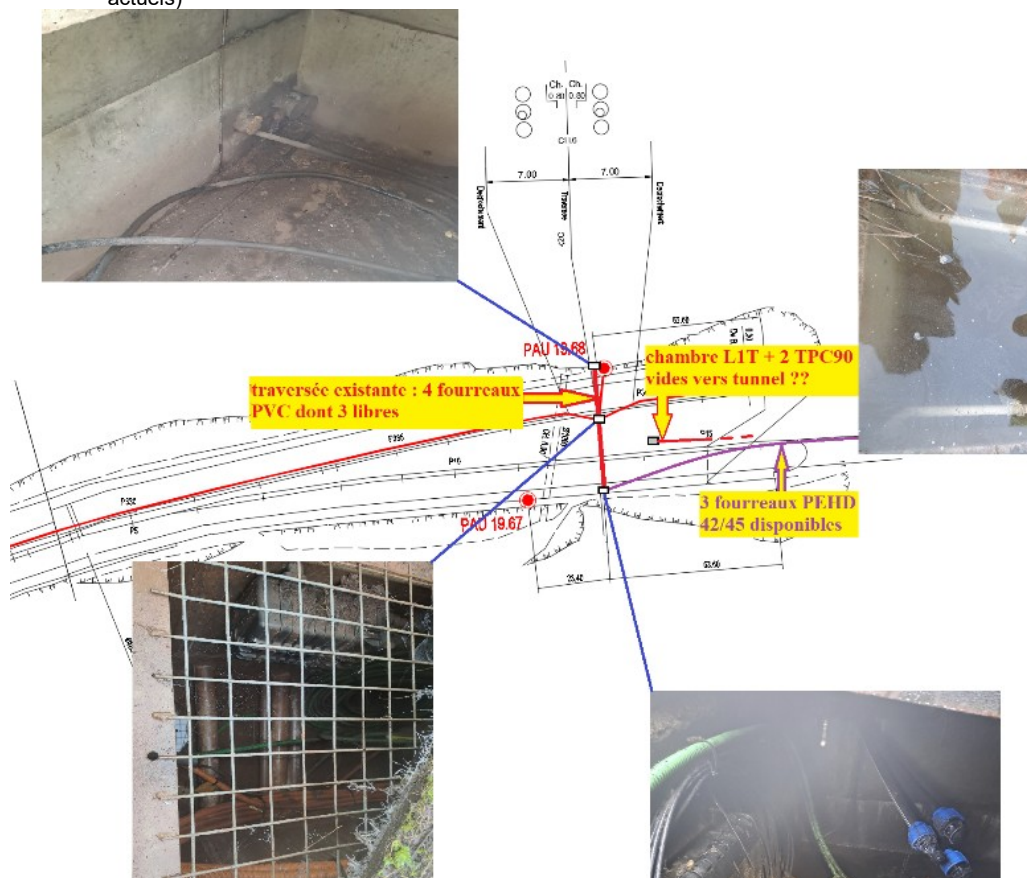
Les travaux concernant les réseaux secs seront de deux natures différentes :

- Remise en état de réseaux existants
- Création de nouveaux réseaux pour raccorder les équipements dynamiques de signalisation et pré-signalisation situés de part et d'autre du tunnel, ainsi que sur les diffuseurs en amont (diffuseurs 50 et 51 sens Nord-Sud – diffuseur 52 sens Sud Nord)

#### 3.6.1 Remise en état de réseaux existants

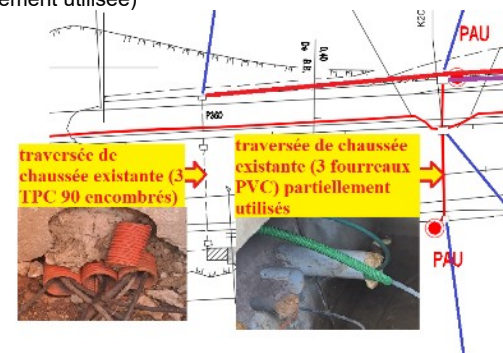
Les réseaux existants à contrôler et remettre en état le cas échéant sont les suivants :

- Traversée de chaussée existante à environ 50m au nord du tunnel (traversée au droit des PAU actuels)

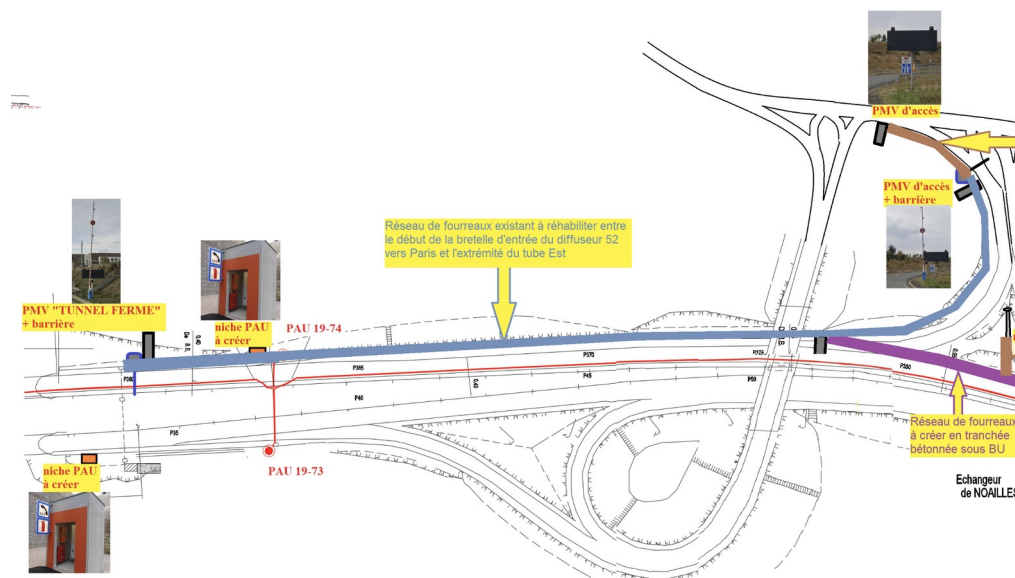


- 2 traversées de chaussée existantes au sud du tunnel :

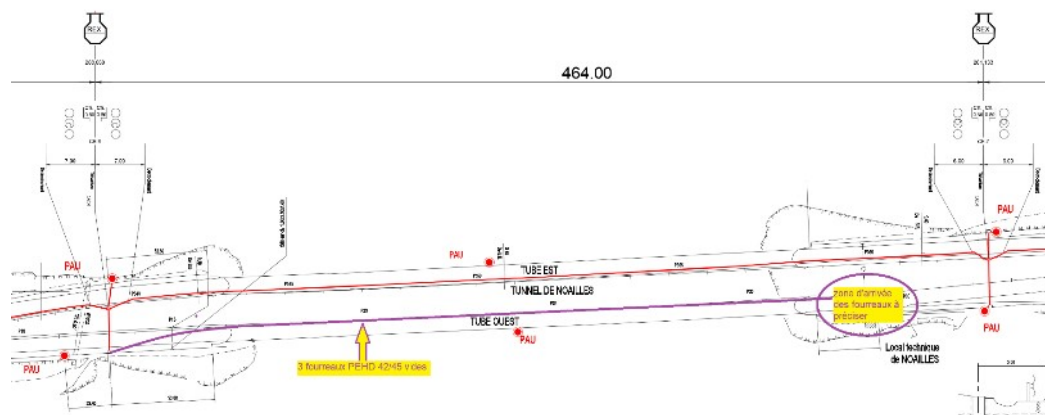
- Une traversée située à environ 20m au sud du tunnel (traversée encombrée)
- Une traversée située à environ 90m au sud du tunnel (traversée au droit des PAU actuels, partiellement utilisée)



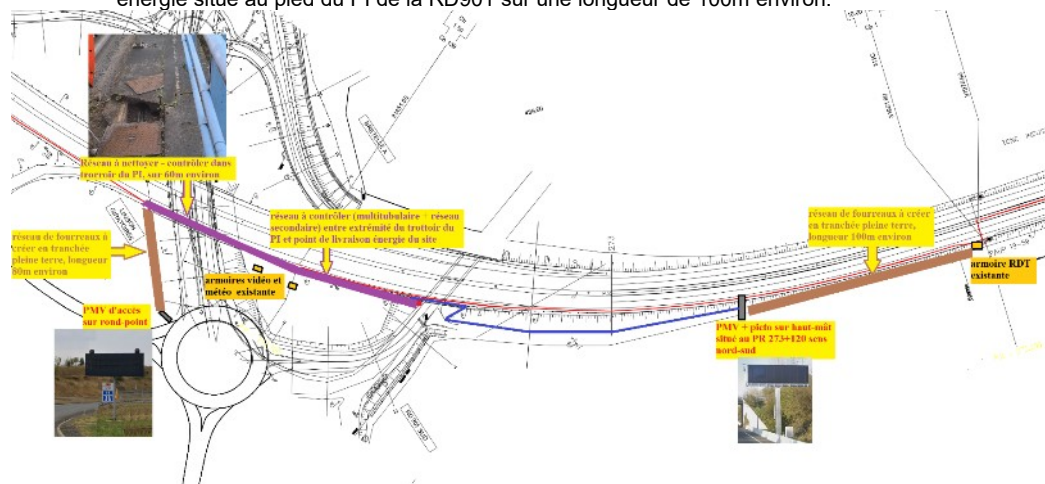
- Diffuseur 52 : réseau de fourreau longitudinal existant dans le sens Sud-Nord entre le début de la bretelle d'entrée du diffuseur 52 vers Paris et l'extrémité du tube Est.



- Dans tube Ouest : réseau sous trottoir de gauche du tube Ouest dans le sens Nord-Sud, entre la chambre PAU située en accotement sens 2 et la sortie du tunnel Ouest.



- Diffuseur 50 : réseau multitubulaire situé dans le trottoir du PI du diffuseur 50 (RD1089) sur une longueur de 60m environ, puis réseau de l'extrémité de ce PI jusqu'au point de livraison énergie situé au pied du PI de la RD901 sur une longueur de 100m environ.



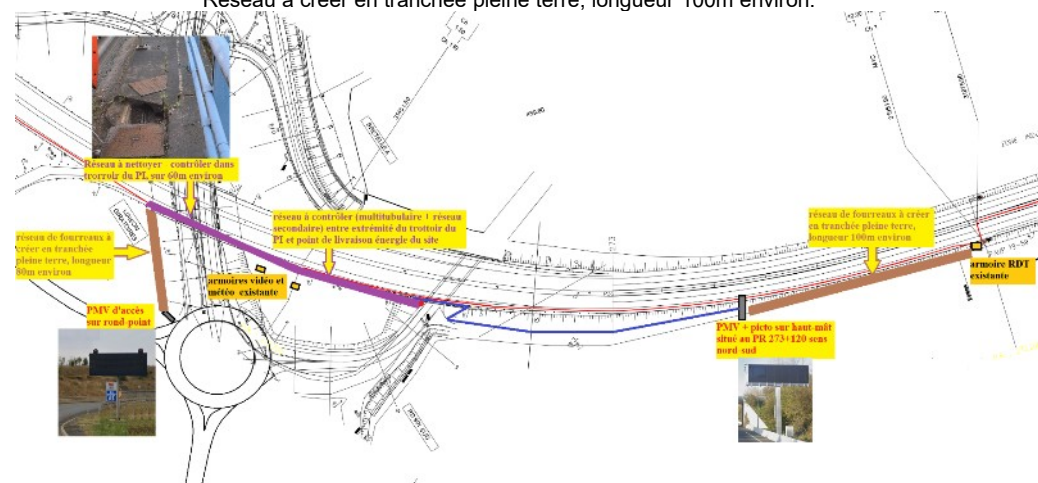
### 3.6.2 Création de nouveaux réseaux

Les réseaux à créer sont les suivants :

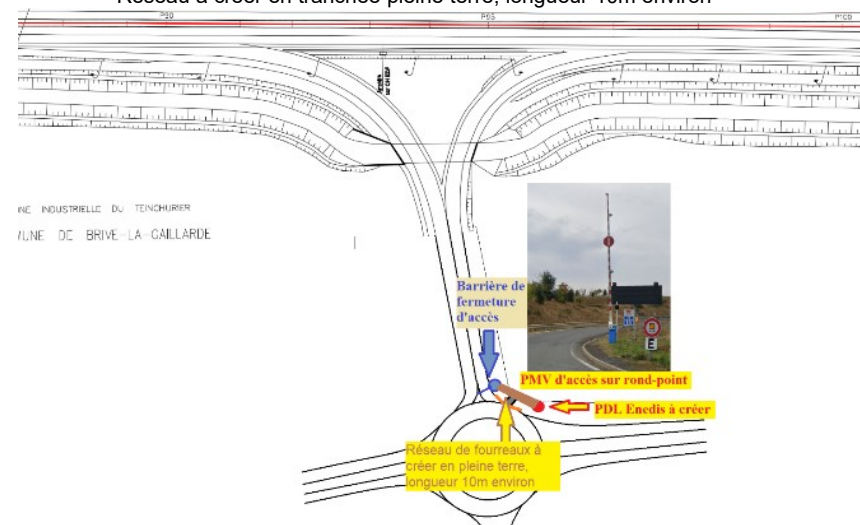
- Diffuseur 50 :
  - Réseau entre le PMV d'accès situé au droit du rond-point du diffuseur sens Nord-Sud et le réseau multitubulaire existant  
Réseau à créer en tranchée pleine terre, longueur 80m environ.
  - Réseau entre le PMV en section courante situés au PR 273+120 et la station RDT

existante au PR 213+220

Réseau à créer en tranchée pleine terre, longueur 100m environ.



- Diffuseur 51 :
  - Réseau entre le PMV d'accès et la barrière situés au droit du rond-point du diffuseur sens Nord-Sud, et le futur point de livraison énergie à créer pour le site  
Réseau à créer en tranchée pleine terre, longueur 10m environ



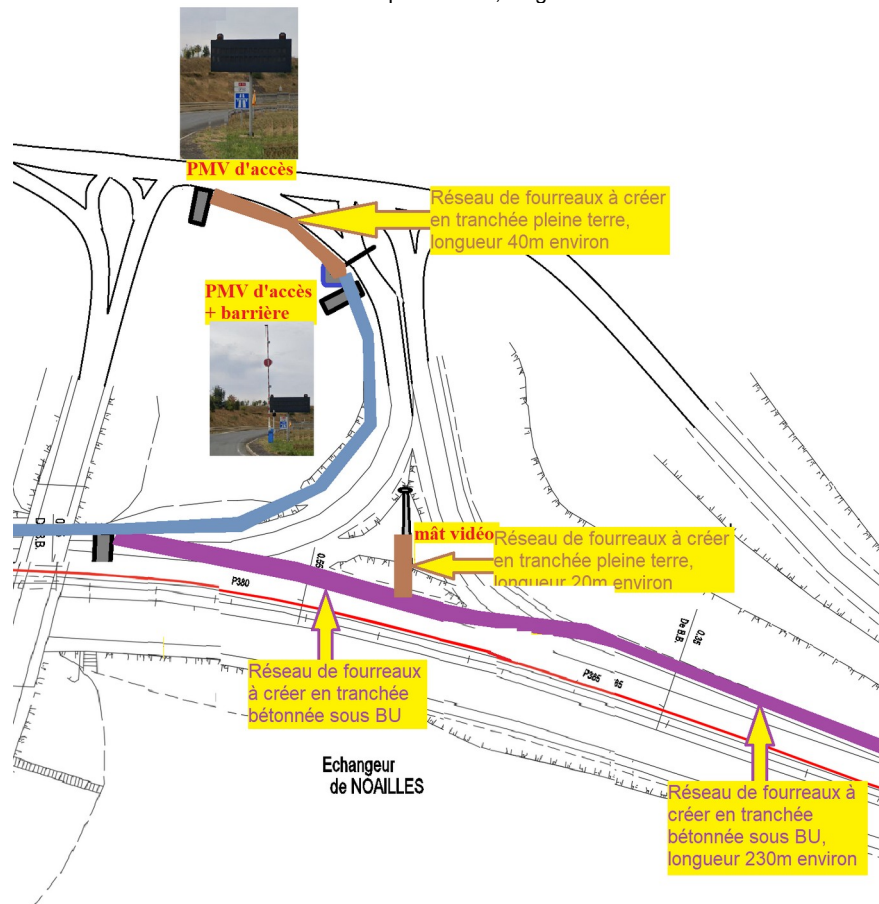
- Diffuseur 52 :
  - Réseau entre le pictogramme de pré-signalisation en début de bretelle de sortie du sens



Sud-Nord et le PS du diffuseur

Réseau à créer en tranchée bétonnée sous BU, longueur 230m environ

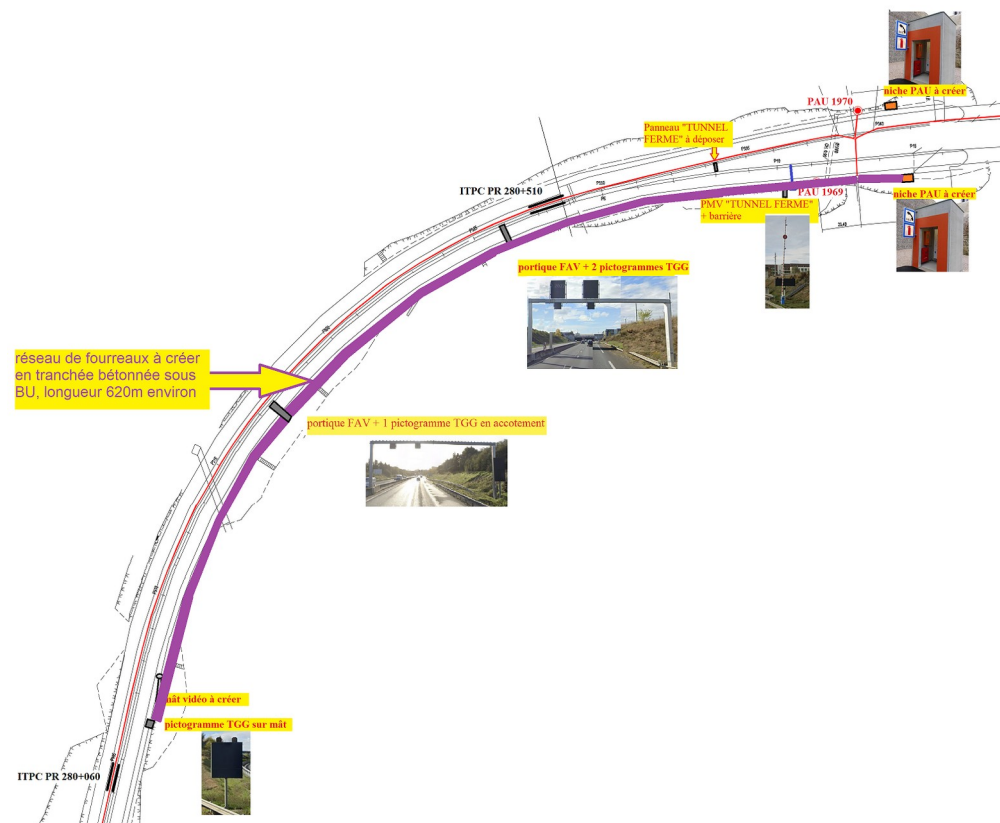
- Dérivation pour rejoindre le futur mât caméra dans l'inter bretelle du diffuseur
- Réseau à créer en tranchée pleine terre, longueur 20m environ
- Complément de réseau à créer entre les 2 PMV d'accès (en prolongement du réseau existant)
- Réseau à créer en tranchée pleine terre, longueur 40m environ



#### ■ Nord du tunnel :

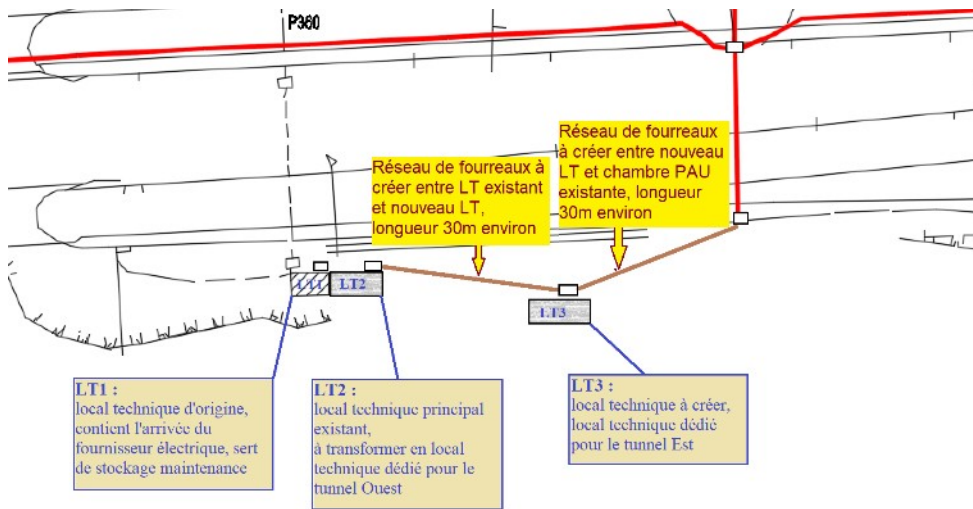
- Réseau entre les pictogrammes de pré-signalisation en amont du tunnel et la chambre PAU existante 20m en amont de l'entrée du tunnel, puis entre cette chambre et la future niche de sécurité

Réseau à créer en tranchée bétonnée sous BU, longueur 620m environ



#### ■ Sud du tunnel :

- Réseau entre la chambre RAU existante 90m en aval de la sortie du tunnel et le futur local technique affecté au sens Sud-Nord  
Réseau à créer en tranchée pleine terre, longueur 30m environ
- Réseau entre le local technique existant et le futur local technique affecté au sens Sud-Nord  
Réseau à créer en tranchée pleine terre, longueur 30m environ



Nota : Les extraits de schémas ci-dessus figurent dans les documents annexes suivants :

- Annexe 5\_A20\_Tunnel Noailles\_Synoptique Equipements&Réseaux-Equipements.pdf
- Annexe 6\_A20\_Tunnel Noailles\_Synoptique Equipements&Réseaux-Réseaux.pdf
- Annexe 7\_A20\_Tunnel Noailles\_VP-ECH50-ECH51-Echangeur 50.pdf
- Annexe 8\_A20\_Tunnel Noailles\_VP-ECH50-ECH51-Echangeur 51.pdf
- Annexe 9\_A20\_Tunnel Noailles\_VP-ECH50-ECH51-Tunnel 1-2.pdf
- Annexe 10\_A20\_Tunnel Noailles\_VP-ECH50-ECH51-Tunnel 2-2.pdf



## 4 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

### 4.1 ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

#### 4.1.1 Armoire TGBT et Alimentation sans interruption

##### TGBT-Normal :

2 TGBT-N seront fournis :

- 1 TGBT installé dans le local technique LT2, destiné à alimenter le tube Ouest
- 1 TGBT installé dans le local technique LT3, destiné à alimenter le tube Est

Ces TGBT seront alimentés depuis l'inverseur de source situé dans le local LT1.

Chaque TGBT alimentera les équipements suivants (pour chaque tube)

- Les prises « pompiers » ;
- L'éclairage normal du local technique ;
- Les prises de maintenance du local technique ;
- La ventilation et la climatisation du local ;
- L'éclairage de renforcement ;
- L'éclairage de base Normal ;
- Le système ASI (en fonctionnement normal) ;
- Alimentation TGBT-S (en fonctionnement by-pass).
- Alimentation des serveurs (serveurs en double alimentation normal et secours)

##### Alimentation sans interruption

2 Alimentation sans interruption seront fournis :

- 1 installé dans le local technique LT2, destiné à alimenter le tube Ouest
- 1 installé dans le local technique LT3, destiné à alimenter le tube Est

L'installation de ces alimentations comprendra la fourniture, pose et raccordement d'un ensemble onduleur chargeur batteries par local technique, ainsi que les départs, protections et câblages de ces équipements. L'ensemble sera dimensionné pour avoir une autonomie de 30 min minimum pour 1 tube. La puissance prescrite de l'onduleur est fournie dans le § 4.1.3 Bilan de puissance.

Chaque onduleur et les batteries étanches associées seront implantés respectivement dans chaque local technique (LT2 et LT3). L'ensemble alimentera un TGBT sécurité (TGBT-S) propre à chaque local technique.

Les défauts et retours d'états de chaque onduleur seront surveillés par la GTC. Ces infos seront remontées en IP.

Chaque onduleur sera équipé d'un Bypass externe permettant de shunter l'onduleur en cas de défaut.

##### TGBT-Secours :

2 TGBT-S seront fournis :

- 1 TGBT installé dans le local technique LT2, destiné à alimenter le tube Ouest

- 1 TGBT installé dans le local technique LT3, destiné à alimenter le tube Est

Chaque TGBT-S alimentera tous les équipements de sécurité du tube rattaché au LT.

En fonctionnement normal, le TGBT-S sera alimenté depuis l'ASI. Le TGBT-S alimentera les équipements suivants :

- Dans le local technique :
  - La baie MESD du local technique (avec une double alimentation) ;
  - La baie automate du local technique (avec une double alimentation) ;
  - La baie réseau du local technique (avec une double alimentation) ;
  - La détection incendie du local.
- Dans le tunnel :
  - L'éclairage de sécurité du tube rattaché au LT ;
  - Les coffrets d'alimentation des équipements secours rattachés au tube

#### 4.1.2 CAES

Des CAES seront fournis, posés et raccordés dans chacune des niches, ainsi qu'en extérieur de tunnel pour les équipements distants, soit 8 CAES en tout. Ces CAES seront alimentés depuis le TGBT-S rattaché au sens de circulation.

Les câbles d'alimentation des CAES depuis le local technique circuleront en réseau de fourreau enterré à l'extérieur du tunnel, et en CDC existant en voute dans les tubes Est et Ouest.

Ces coffrets regrouperont les alimentations des équipements secourus à proximité soit :

- L'éclairage des niches
- Les panneaux des niches de sécurité (CE29/CE2a)
- Les PAU
- Les SAV en fronton
- Les plots jalonnement
- Les caméras fixes et mobiles
- Le dispositif de fermeture physique (barrières et feux R24 associés)
- La signalisation d'approche (SAV sur portiques et pictogrammes associés)

Les MESD et switchs terrain seront intégrés dans les armoires CAES.

Chaque CAES reprend les équipements de sa niche. Les équipements en tunnels et les équipements extérieurs sont repris sur le CAES le plus proche du même tube.

##### Équipement mécanique :

- Condamnation par système de fermeture à tringle actionné par un poignée escamotable équipée d'un barillet à clef (clef spécifique pour les tunnels).
- Pour l'armoire extérieure, ventilations hautes et basses équipées de grilles empêchant la pénétration des insectes.
- Pour l'armoire intérieure, une plaque de fond démontable équipée de presse étoupes adaptés à chaque section de câble utilisé.

- Portes des armoires intérieures et extérieures équipées d'un dispositif (vérin ou équerre) permettant de les maintenir en position ouverte à 90° minimum.
- Un porte-document contenant les schémas électriques et les documentations des équipements
- Une tablette rabattable fixée sur l'intérieur de la porte permettant l'utilisation d'un micro-ordinateur de maintenance-gestion
- Une plaque de montage perforée occupant la totalité de la surface sera installée en fond arrière d'armoire intérieure.
- Rails DIN.

#### Équipement électrique :

- Un éclairage type LED
- Un contacteur de porte à 2 étages de contact (le 1° permettra l'allumage automatique de l'éclairage, le 2ème sera raccordé sur la GTC)
- Un dispositif de chauffage équipé d'un thermostat réglable permettant une consigne de 10°C
- Le disjoncteur général sera équipé d'un réenclencheur automatique avec temporisation réglable de 5mn à 1 heure.
- Un interrupteur général situé en tête
- Les départ avec protection adaptés pour les équipements internes à l'armoire
- Les départs de protection pour les équipements extérieurs raccordés sur l'armoire
- Protections Parafoudre
- Prise de maintenance protégée par un disjoncteur 4A + différentiel 30mA

Toutes les protections électriques seront assurées par des disjoncteurs, les fusibles sont autorisés uniquement pour les tensions TBT.

#### Câblage :

- Le câblage des armoires devra respecter les normes et réglementations en vigueur
- Les armoires seront précablées en usine afin de permettre un contrôle avant déploiement sur site et de limiter le temps de mise en œuvre sur le terrain
- Le câble de l'armoire sera réalisé en fils souples., toutes les extrémités des fils seront équipées d'embouts de câblage.
- Les fils seront protégés sous goulotte.
- Le raccordement du câble d'arrivée énergie se fera sur des bornes de puissance fixées sur rail DIN.
- Le câblage comprendra tous les raccordements nécessaires y compris mises à la terre.

#### Repérage :

- Tous les matériels électriques seront identifiés par des plaques gravées inaltérables dans le temps
- Tous les câbles seront repérés à leurs extrémités, les étiquettes adhésives ne sont pas autorisées.

#### 4.1.3 Bilan de puissance

Un bilan de puissance est réalisé pour chaque tube (Est et Ouest), et est réalisé avec la prise en compte de l'éclairage existant et du prédimensionnement des équipements de la future installation.

##### Bilan tube Est :

Bilan de puissance Tunnel Est						
Désignation des équipements	Nb	Puissance unitaire	Puissance installée	Ku	Ks	P
<b>TGBT normal</b>	-	W	W	-	-	kW
TUN - Éclairage de base	33	44,5	1468,5	1	1	1,5 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 1	24	220	5280	1	1	5,3 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 2	11	118	1298	1	1	1,3 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 3	25	59	1475	1	1	1,5 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 4	11	44,5	489,5	1	1	0,5 Kw
TUN - Prise puissance pompier	3	12000	36000	1	0,33	11,9 Kw
LT - Servitudes normal	1	8000	8000	0,8	0,8	5,1 Kw
LT - Ens. onduleur chargeur batterie TGBT-S	1	30000	30000	0,9	1	27,0 Kw
<b>Total</b>						<b>54,0 Kw</b>
<b>TGBT secours</b>	-	W	W	-	-	kW
LT - Baie MESD	1	800	800	0,8	0,8	0,5 Kw
LT - Baie Automate	1	1000	1000	0,8	0,8	0,6 Kw
LT - Baie réseau	1	800	800	0,8	0,8	0,5 Kw
LT - Servitudes secours	1	1500	1500	0,8	0,8	1,0 Kw
TUN - Éclairage de sécurité	11	44,5	489,5	1	1	0,5 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 1	24	220	5280	1	1	5,3 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 2	11	118	1298	1	1	1,3 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 3	25	59	1475	1	1	1,5 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 4	11	44,5	489,5	1	1	0,5 Kw
CAES - Éclairage des niches	3	20	60	1	1	0,1 Kw
CAES - Caisson CE30	0	40	0	1	1	0,0 Kw
CAES - Caisson CE20/CE2a	6	40	240	1	1	0,2 Kw
CAES - PAU	3	80	240	1	1	0,2 Kw
CAES - R24	4	40	160	1	1	0,2 Kw
CAES - SAV tunnel	8	40	320	1	1	0,3 Kw
CAES - SAV portique	5	40	200	1	1	0,2 Kw
CAES - Picotgramme présignalisation	5	1000	5000	1	1	5,0 Kw
CAES - PMV d'accès	2	1000	2000	1	1	2,0 Kw
CAES - PMV fermeture	1	800	800	1	1	0,8 Kw
CAES - Barrière	4	1200	4800	1	1	4,8 Kw
CAES - Plot de jalonnement	62	6	372	1	1	0,4 Kw
CAES - Caméra fixe	8	80	640	1	1	0,6 Kw
CAES - Caméra mobile	3	80	240	1	1	0,2 Kw
CAES - MESD des CAES	4	50	200	1	1	0,2 Kw
<b>Total puissance onduleur</b>						<b>26,9 Kw</b>
<b>Total puissance secourue</b>						<b>18,4 Kw</b>
<b>Total puissance onduleur + 20% réserve</b>						<b>32,3 Kw</b>
<b>Total puissance secourue + 20% réserve</b>						<b>22,1 Kw</b>

Bilan tube Ouest :

Bilan de puissance Tunnel Ouest						
Désignation des équipements	Nb	Puissance unitaire	Puissance installée	Ku	Ks	P
<b>TGBT normal</b>	-	W	W	-	-	kW
TUN - Éclairage de base	33	44,5	1468,5	1	1	1,5 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 1	24	220	5280	1	1	5,3 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 2	11	118	1298	1	1	1,3 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 3	25	59	1475	1	1	1,5 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 4	11	44,5	489,5	1	1	0,5 Kw
TUN - Prise puissance pompier	3	12000	36000	1	0,33	11,9 Kw
LT - Servitudes normal	1	8000	8000	0,8	0,8	5,1 Kw
LT - Ens. onduleur chargeur batterie TGBT-S	1	30000	30000	0,9	1	27,0 Kw
<b>Total</b>						<b>54,0 Kw</b>
<b>TGBT secours</b>	-	W	W	-	-	kW
LT - Baie MESD	1	800	800	0,8	0,8	0,5 Kw
LT - Baie Automate	1	1000	1000	0,8	0,8	0,6 Kw
LT - Baie réseau	1	800	800	0,8	0,8	0,5 Kw
LT - Servitudes secours	1	1500	1500	0,8	0,8	1,0 Kw
TUN - Éclairage de sécurité	11	44,5	489,5	1	1	0,5 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 1	24	220	5280	1	1	5,3 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 2	11	118	1298	1	1	1,3 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 3	25	59	1475	1	1	1,5 Kw
TUN - Éclairage de renforcement - type 4	11	44,5	489,5	1	1	0,5 Kw
CAES - Éclairage des niches	3	20	60	1	1	0,1 Kw
CAES - Caisson CE30	0	40	0	1	1	0,0 Kw
CAES - Caisson CE20/CE2a	6	40	240	1	1	0,2 Kw
CAES - PAU	3	80	240	1	1	0,2 Kw
CAES - R24	4	40	160	1	1	0,2 Kw
CAES - SAV tunnel	8	40	320	1	1	0,3 Kw
CAES - SAV portique	4	40	160	1	1	0,2 Kw
CAES - Picotgramme présignalisation	4	1000	4000	1	1	4,0 Kw
CAES - PMV d'accès	0	1000	0	1	1	0,0 Kw
CAES - PMV fermeture	1	800	800	1	1	0,8 Kw
CAES - Barrière	3	1200	3600	1	1	3,6 Kw
CAES - Plot de jalonnement	62	6	372	1	1	0,4 Kw
CAES - Caméra fixe	8	80	640	1	1	0,6 Kw
CAES - Caméra mobile	2	80	160	1	1	0,2 Kw
CAES - MESD des CAES	4	50	200	1	1	0,2 Kw
<b>Total + 20% réserve</b>						<b>22,6 Kw</b>
<b>Total + 20% réserve</b>						<b>14,1 Kw</b>
<b>Total + 20% réserve</b>						<b>27,1 Kw</b>
<b>Total + 20% réserve</b>						<b>16,9 Kw</b>

#### 4.1.4 Cheminement des câbles

Les 2 tubes sont actuellement équipés de chemins de câbles en voute. Il y a une bonne réserve de charge disponible sur ces chemins de câble (voir notes de calculs existantes jointes en annexe 4 « Annexe 4\_Charge admissible - chemin de câble tunnel de Noailles.zip »).

Le titulaire devra s'assurer que les chemins de câbles actuels pourront supporter les nouvelles installations. Si toutefois, les chemins de câbles s'avéraient insuffisants pour le nouveau projet, le Titulaire devra proposer le dimensionnement et ajout de nouveaux chemins de câbles.

Pour la distribution des plots de jalonnement, il sera nécessaire de poser un nouveau chemin de câble longitudinal sur les parois droite et gauche de chaque tube. La fourniture et pose de ces chemins de câble est à la charge du titulaire.

En complément, il existe également des fourreaux existants sous le trottoir voie rapide du tube Ouest. Ces fourreaux pourront également être utilisés dans le cadre du projet.

En dehors du tunnel, les cheminements de câble se feront en fourreaux pleine terre ou en fourreau sous BAU, soit via les réseaux existants, soit via des réseaux à créer.

#### 4.1.5 Mise à la terre

Un réseau de terre sera mis en œuvre dans le cadre du marché en complément de l'existant chaque fois que nécessaire.

Dans la tranchée, les chemins de câbles et les matériels de supportage rajoutés seront réalisés en matériau métallique, un conducteur d'équipotentialité sera mis en œuvre. Il cheminera dans chacun des chemins de câbles fixés en voute et dans chacun des réseaux secs mis en œuvre.

Le câble de terre sera tiré sur l'entièreté des cheminements. Il sera fixé au CDC à l'aide de borne BB en laiton. Les pièces de fixations tiendront compte des risques de couples galvaniques que peuvent causer les points de contacts entre l'inox et les autres métaux. Le conducteur d'équipotentialité sera connecté tous les 15m. Il sera également raccordé sur le réseau principal de terre du tunnel.

Dans l'ensemble de l'ouvrage (local technique, niches, issues, tunnel), un réseau équipotentiel sera mis en œuvre de la manière suivante :

Mise à la terre du local technique sur la terre existante.

Les masses métalliques des équipements électriques TGBT-N ; TGBT-S, armoires, baies, CAES ... (à l'exclusion des appareils de classe II) seront raccordés à la terre. Celle-ci-ci assurera la mise à l'équipotentiel des masses ainsi que l'écoulement des courants de défauts,

Les masses métalliques des équipements non électriques (portes, CDC, ...) devront également être au même potentiel et devront être raccordées au conducteur d'équipotentialité.

La terre du local technique sera raccordée sur le réseau principal de terre du tunnel.

Le raccordement sera effectué à raison d'une dérivation par élément à raccorder (le pontage entre équipement est proscrit). Toutes les interconnexions seront obtenues par sertissage.

Les installations de terre respecteront la norme NFC 17.200.

Ces liaisons équipotentielle seront réalisées en câble de cuivre nu de 25 mm². Le câble de terre sera conforme à la norme NF C 15-100.

Ces liaisons équipotentielle permettront de raccorder toutes les masses métalliques dans les locaux techniques et dans les 2 tubes du tunnel.

Toutes les liaisons équipotentielle seront interconnectées entre elles.

#### 4.2 RÉSEAUX DE TRANSMISSION DU TUNNEL

Le marché consiste à :

- Créer un ensemble de réseaux terrain dans le tunnel et ses abords ;
- Modifier les réseaux existants pour les adapter aux évolutions souhaitées.

##### Situation existante :

La DIR Centre Ouest dispose aujourd'hui des réseaux de transmission suivants :

- Un réseau Ethernet en anneau plat (lien fibre entre CEI de Brive la Gaillarde/ CEI d'Uzerche / CEI de Feytiat)
- Une fibre de secours entre le CEI de Brive la Gaillarde et le TGBT ;

##### Situation finale :

Le réseau de transmission de données des équipements du tunnel de Noailles sera composé :

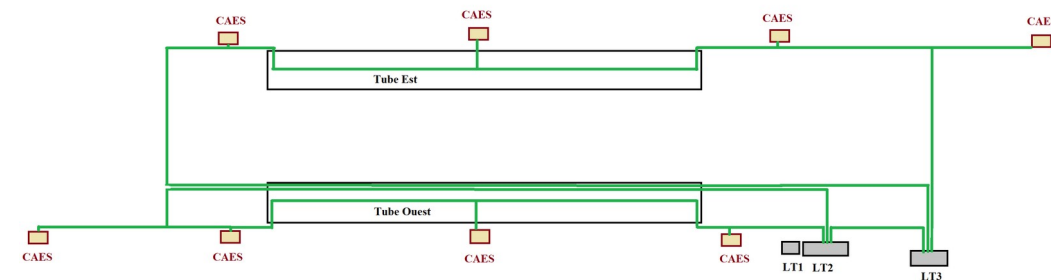
- D'un VLAN dédié, sur réseau Ethernet Gigabit sur lequel seront connectés les équipements :
  - Les postes opérateurs (Feytiat – Brive)
  - Les serveurs Acquisition, SAE, Archivage
  - Les automates
- D'un réseau de terrain, sur réseau Ethernet Gigabit sur lequel seront connectés :
  - Les automates
  - Les MDES

##### 4.2.1 Modification des réseaux existants

Le réseau Ethernet en anneau plat entre les CEI de Feytiat – Uzerche – Brive est conservé. Il sera prolongé jusqu'aux locaux techniques du tunnel afin d'intégrer le nouveau local technique LT3 dans la boucle.

##### 4.2.2 Création des réseaux terrain des ouvrages

L'idée est de créer une boucle optique reliant les CAES de chaque tube avec son local technique de référence, selon le schéma d'architecture suivant :



Cette boucle sera créée via la fourniture et pose d'un câble 12FO.



Les câbles entre les LT et les CAES chemineront en chemin de câble en voute de chaque tube. Le câble FO servant de retour de boucle indépendant pour chaque tube sera posé dans trottoir de gauche du tube Ouest.

#### **Principe de raccordement transmission des équipements terrain**

Le raccordement des équipements terminaux (SAV, PMV, caméra, ...) sur les routeurs des CAES se fera :

- Au moyen de jarretières cuivre SFTP de catégorie 6 de type « Cca s1 d1 a1 », connectique RJ45, dans le cas où la distance entre l'équipement et le routeur ne dépasserait pas 100 m ;
- Au moyen d'un câble à 6 fibres optiques (6FO) monomodes, dans le cas contraire.

### 4.3 CÂBLES

#### 4.3.1 Câbles d'alimentation

##### **Généralités :**

Le nombre de conducteurs, la section et la tension à employer dépendront de l'équipement terminal et de sa distance par rapport au point d'alimentation.

Les câbles de distribution basse tension seront calculés selon les règles de la norme NFC 15-100.

Le Titulaire fournira une note de calcul pour chaque câble issu du poste électrique (ou du point de service) alimentant un équipement. Cette note de calcul justifiera le choix des borniers et disjoncteurs sélectionnés.

##### **Câbles résistants au feu type CR1-C1 :**

Les câbles résistants au feu seront de type CR1-C1 et seront conformes à la norme NFC 32.310 et seront constitués :

- De conducteurs cuivre à enveloppe isolante en caoutchouc de silicone.
- D'une gaine extérieure en matériau ignifuge sans halogène et à émission de fumées non toxiques et non corrosives.
- Repérage des conducteurs conforme à la norme NFC 32.081.

NB : En l'absence de nouvelle norme vis-à-vis de la résistance au feu la classification CR1-C1 selon NF32 C32-070 reste valable pour les circuits résistants au feu

Les câbles cheminant directement en voûte où piédroit seront armés.

Les câbles cheminant en multitubulaire disposeront d'une protection anti-rongeur.

##### **Câbles rigides basse tension de norme européenne (Cca s1 d1 a1) :**

Tous les câbles soumis aux effets de l'incendie selon l'IT54.1 devront être classés Cca, s1, d1, a1 selon la norme NF EN 50575. Les câbles employés pour la distribution basse tension dans les zones de sécurité nécessitant une bonne résistance à la propagation de l'incendie et des degrés de toxicité réduits sont conformes aux normes.

Ces câbles seront constitués :

- De conducteurs à âme en cuivre ou en aluminium à enveloppe isolante en polyéthylène réticulé.
- D'un assemblage avec ruban ou gaine de bourrage en matériau ignifuge sans halogène.
- D'une gaine extérieure en matériau thermoplastique ignifuge sans halogène.

- D'une gaine extérieure en matériau PVC de couleur noire.
- Repérage des conducteurs conforme à la norme NFC 32.081.
- Les câbles seront de types FR-N1 X1G1 ou équivalent.
- Les câbles cheminant directement en voûte où piédroit seront armés.
- Les câbles cheminant en multitubulaire disposeront d'une protection anti-rongeur.

##### **Fils de câblages :**

Les fils de câblage seront utilisés pour le câblage des armoires et coffrets :

- De type HO 7 VK et Eca dans la classification Européenne,
- Conformité à la norme UTE NFC 32 201,
- Conçus tension nominale 750 V,
- De section 1,5 mm<sup>2</sup> minimum.

#### 4.3.2 Câbles de transmission

##### **Câbles multipaires SYT 2 / Euro-classe (Cca-s1-d1-a1) :**

Les câbles de contrôle-commande des équipements qui seront utilisés pour le raccordement sur les cartes d'entrées sorties des MESD seront de type SYT2. Ces câbles auront les caractéristiques suivantes :

- Âme cuivre
- Section minimale 0,5 mm<sup>2</sup>
- Isolation polyéthylène coloré
- Câblage en paires et assemblage en couches concentriques ou en faisceaux
- Revêtement sur assemblage par rubans plastiques
- Fil de continuité en cuivre
- Écran de protection électromagnétique par ruban polyester-aluminium sur l'ensemble des paires,
- Armure 2 feuillards acier disposés en hélice.

Les câbles mis en œuvre en tunnel pour le câblage des équipements d'exploitation ou de sécurité seront impérativement Euro-classe Cca s1 d1 a1.

##### **Câbles et jarretières Ethernet cuivre :**

Les caractéristiques des câbles et jarretières Ethernet seront les suivantes :

- Câblage de catégorie 6, spécifié par la norme ISO/IEC 11801:2002 qui est relative au câblage de type Ethernet, permettant la transmission de données à des débits allant jusqu'à 10 Gbits/s et à des fréquences ne dépassant pas 600 MHz.
- Câble catégorie 6 présente quatre (4) paires torsadées individuellement et collectivement blindées afin de réduire les phénomènes parasites. Le blindage est au minimum constitué d'un écran rubané en aluminium (F/FTP).
- Ce type de câble s'associera avec les connecteurs GG45 compatible avec RJ45 utilisés de manière spécifique pour les applications où les exigences de sécurité sont importantes.

- Gaine « durcie » adaptée à un tirage en conduite pour les câbles empruntant de tels cheminements.

#### 4.3.3 Câbles Fibre Optique

Les fibres optiques utilisées dans le câble devront répondre aux conditions techniques relatives aux fibres optiques monomodes de l'avis G652 de l'UIT-T et aux documents de référence :

- NF C 93.852: spécification produit sur les câbles interurbains ou urbains intercentraux à fibres optiques unimodales.
- NF C 93 840 : spécification générique pour fibres optiques,
- NF C 93 850 : spécification générique pour câbles à fibres optiques, NF C 93 841 : spécification intermédiaire sur les fibres optiques,
- NF C 93 842 : spécification produit des fibres optiques utilisées dans les télécommunications, UTE C 93 854 : recueil de méthodes d'essais complémentaires,
- NF C 32 060 : polyéthylène pour isolants et gaines de câbles de télécommunications,
- NF C 32 061 : polychlorure de vinyle pour enveloppes isolantes et gaines de câbles de télécommunications,
- NF C 32 024 : méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage de câbles de télécommunications,
- Norme internationale : CE I 68-1 : essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique,
- Norme internationale CET 793-1 : fibres optiques - spécification générique,
- Norme internationale CET 794-1 : câbles à fibres optiques - spécification générique,
- Norme internationale CET 794-1 : E1 - Résistance à la traction continue sans contrainte sur les fibres

Résistance à la traction de pose

- Norme internationale CET 794-1 : E3 - Résistance à l'écrasement
- Norme internationale CET 794-1 : F5 - Étanchéité longitudinale
- Recommandation UIT-T G 652 : Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes.

Ils respectent les caractéristiques suivantes :

- Monomode OS2
- Répartition en tube de 6 fibres
- Renfort central du câble non métallique (FRP)
- Câble Armé
- Tube de protection
- Ruban synthétique entre les tubes et la protection anti-rongeurs
- Protection anti-rongeur métallique
- Gaine extérieure en polyéthylène HD noir

Les câbles cheminant en tunnel seront de type Cca s1, d1, a1 selon NF EN 50575. Les câbles peuvent être de modularité 6FO – 12FO – 36FO

#### 4.3.4 Repérage des câbles

Le marquage sur la gaine extérieure sera réalisé par gravure et sera du type métrique. Il comportera au minimum les éléments suivants :

- Année de fabrication ;
- Nombre et type de fibres ;
- Constructeur.

Le nommage des câbles sera conforme aux règles de l'exploitant. Le principe de repérage sera soumis à l'approbation du maître d'œuvre. Les codes de repérage seront précisément reportés dans la documentation.

### 4.4 RÉSEAU DE TRANSMISSION

#### 4.4.1 Commutateurs

Les commutateurs sont implantés en baie courant faible et dans les CAES. Ils seront de type industriel et présenteront les caractéristiques précisées ci-dessous.

##### Commutateurs dans les baies courant faible :

- Format rack 19"
- Température de fonctionnement étendue -10°C +60°C
- Fanless
- Double alimentation 1x 230V AC et 1x24V DC
- MTBF > 250.000 heures
- Administrable
- Support Vlan
- Fonctionnalités de niveau 3
- Supporte HTTPS SSH V2, SNMP V3, RSTP, MRP, HyperRing et QOS
- 6 ports SFP+ 1G/2.5G/10G
- 8 ports SFP+ 1G/2.5G

##### Commutateurs dans les CAES :

- Format compact monté sur rail DIN
- Température de fonctionnement étendue -40°C +70°C
- Double alimentation 12V à 24V DC
- MTBF > 250.000 heures
- Administrable
- Support Vlan
- Fonctionnalités de niveau 3
- Supporte HTTPS SSH V2, SNMP V3, RSTP, MRP, HyperRing et QOS
- 3 ports SFP 100/1000 Mbit/s
- 8 ports Ethernet 10/100 Mbit/s

#### **Modules SFP 1000MBit/s pour les 2 types de switsch**

- 1000 MBit/s
- Connectique LC
- Fibre monomode
- Distance 0 à 10km mini
- Prévoir 2 modules par commutateur terrain pour l'interco locale des équipements
- Prévoir 14 commutateurs LT (9 pour caméras+ interco terrain + liaison vers CEI)

Les routeurs supporteront les protocoles nécessaires à la communication de l'ensemble des équipements repris sur les réseaux de terrain, notamment les automatismes (automate et MESD), les caméras, PMV, etc.

Pour information, les gammes Hirschman sont idéalement à privilégier, pour homogénéisation des parcs matériels du point de vue des mainteneurs.

#### **4.4.2 Pare-feu**

Il n'est pas prévu de fourniture de pare-feu au marché, ce point sera traité directement par la DIRCO.

#### **4.4.3 Connecteurs**

Les connecteurs optiques servant à raccorder les fibres aux équipements d'extrémités devront être de type SC APC.

La conception des connecteurs et des férules devra assurer l'alignement latéral et angulaire précis des fibres optiques pour limiter au maximum les pertes d'insertion. Pour ces raisons, les fiches, les traversées, les pigtaills et les jarretières seront issues du même fabricant.

L'affaiblissement maximal autorisé pour un connecteur devra être inférieur ou égal à 0,35 dB.

#### **4.4.4 Rangement des fibres et raccord**

Le rangement des fibres et raccord sera réalisé sur des plateaux de rangement. Chaque plateau devra être équipé d'au moins six dispositifs permettant chacun la fixation des raccords de groupe de six fibres.

Il devra être possible de refaire des raccords après mise en ordre de marche de la liaison. Le nombre de réintervention encore possible sur toute fibre raccordée sera au moins égal à trois.

Le rangement des fibres et raccords protégés devra en conséquence être réalisé en respectant les règles suivantes :

- La réserve de fibres sera d'une longueur suffisante lors de la réalisation d'un troisième raccord, pour accéder à la machine de raccordement (soudeuse) et à la prise de l'information de flux lumineux nécessaire au centrage dynamique des cœurs de fibres ;
- Le stockage de la fibre sous un rayon minimal de 37,5 mm ;

En cas de réintervention, il sera possible d'accéder à un raccord, sans altération du trafic sur les autres raccords.

#### **4.4.5 Tiroirs optiques**

Le raccordement des fibres optiques doit s'effectuer dans des tiroirs optiques compacts au moyen de dispositifs d'épanouissement. La capacité doit correspondre à la capacité des câbles optiques utilisés. Ces tiroirs optiques sont communs avec les autres systèmes ayant vocation à utiliser des fibres optiques.

Ils sont de type rackable 19". Ils sont facilement accessibles grâce à un plateau coulissant. Un kit de lovage et cassette d'épissurage permet l'organisation interne des brins optiques. Une plaque en face avant permet d'identifier les ports : repérage des connecteurs, zone d'étiquetage.

Pour ce marché, les tiroirs peuvent être de modularité 36FO et 12FO.

#### **4.4.6 Boîtes de raccordement optiques**

Les boîtiers utilisés dans le cadre du marché seront tous identiques.

Les boîtiers seront mis en œuvre à l'intérieur d'un coffret ou armoire. Les boîtiers devront :

- Assurer la protection des systèmes de rangement dans lesquels sont raccordées les fibres optiques ;
- Être compatible avec les produits entrant dans la composition des câbles ;
- Permettre la pénétration des câbles et le rangement des fibres raccordées et en réserve, à l'intérieur du boîtier ;
- Permettre l'obturation des entrées de câbles non utilisées, avec des obturateurs présentant des caractéristiques mécaniques au minimum identiques à celles du boîtier ;
- Maintenir et bloquer mécaniquement les câbles par arrimage du porteur central non métallique ;
- Assurer l'éclatement des fibres optiques du câble vers les dispositifs de rangement ;
- Résister aux sollicitations mécaniques (vibration, choc, écrasement, etc....) ;
- Résister aux sollicitations physico-chimiques (attaque chimique, pollution, etc....) ;
- Résister aux agressions des rongeurs, insectes et larves ;
- Ne pas nécessiter l'usage de flamme lors des travaux de confection.

Les boîtiers posséderont 2 entrées de câbles au moins, et auront une capacité suffisante de nombres soudures optiques.

Les boîtiers devront :

- Supporter le test d'étanchéité correspondant à 80 mb de pression en continu et 500 mb en flash test 15 mn (IP 68)
- Supporter les chocs à 20 Joules (IK10)
- Permettre la réintervention sans destruction de la boîte de raccordement et des dispositifs de rangement des fibres
- Permettre d'accéder facilement aux raccords des fibres lors de réintervention, sans avoir à toucher à l'étanchéité des câbles déjà raccordés
- Permettre le contrôle d'étanchéité à chaque intervention
- Permettre le remplacement des câbles et l'installation de nouveaux câbles supplémentaires
- Se démonter totalement sans détérioration du contenu ni des câbles.

Le seul type de raccordement qu'il est permis d'utiliser dans les boîtiers de raccordement est la soudure des fibres.

#### 4.5 GESTION TECHNIQUE CENTRALISÉE

##### 4.5.1 Baies

###### Principales caractéristiques

###### Enveloppe

- Enveloppe en tôle d'acier pliée et soudée
- Ossature : cadres inférieur et supérieur et montants verticaux assemblés mécaniquement par vis.
- Toit en tôle d'acier peint.
- Panneaux latéraux en tôle d'acier peint à fixation extérieure par vis imperdable.

La baie sera constituée de panneaux qui auront les dimensions minimales unitaires suivantes :

- Hauteur : 2 000 mm
- Largeur : 800 mm
- Profondeur : 1000 mm
- Socle : 100 mm.

###### Ouvertures

- Porte avant en tôle d'acier peinte avec vitre collée en verre Sécurité.
- Porte arrière pleine en tôle d'acier peinte.
- Portes équipées de poignées, insert double-barre 5mm et serrures à clé en faces avant et arrière de chaque châssis.
- Portes auront un débattement supérieur à 120° avec arrêtoir.
- Serrure de sûreté à clé dont la marque et le numéro seront soumis à l'approbation de l'exploitant.

###### Autres points

- Degré de protection : IP55 suivant norme IEC60529
- Tenue aux impacts mécaniques externes : IK08 suivant norme IEC62262
- Certification : Conforme à la directive RoHS, châssis 19" suivant la norme IEC60297-1-4
- Peinture : poudre polyester-époxy
- La baie sera équipée de tous accessoires nécessaires à l'installation de la baie dans les règles de l'art : socle support, anneaux de manutention, goulotte, longerons techniques, colliers, plastrons, barre de blindage, tresse d'équipotentialité, ...
- Toutes les parties métalliques de la baie et des équipements qu'elle contient seront mises à la terre.

###### Éléments internes

###### Alimentation(s)

- L'alimentation électrique sera double, réalisée en 230V monophasé, depuis un départ du TGBT Normal et un départ du TGBT Sécurité. Les baies seront équipées de 3 bandeaux de 8 prises (1 bandeau non secours, 2 bandeaux secours)

###### Châssis 19"



- Les équipements internes installés dans la baie seront montés sur un châssis 19" fixe et solidaire de la baie supportant une charge statique de 400kg.

###### Ventilation mécanique

- La baie dispose d'une ventilation mécanique forcée.
- La mise en dépression des armoires sera préférée de façon à balayer plus facilement les matériels à refroidir : le ventilateur sera positionné en partie haute de l'armoire et les prises d'air en partie basse.
- Les prises d'air devront être munies de cartouches filtrantes anti-poussière.
- La ventilation permettra de maintenir une température inférieure à 35° C à l'intérieur de la baie pour une température ambiante dans le local de 30° C.
- La ventilation sera commandée par un thermostat interne à la baie. La ventilation sera arrêtée lors de l'ouverture des portes.

###### Accessoires pour la maintenance

- Les schémas de câblage de la baie seront disposés dans une pochette plastique fixée à l'intérieur du battant de porte.
- Une tablette amovible sera fixée à l'intérieur du battant de porte afin de supporter l'ordinateur portable de maintenance.

###### Implantation et fixation

Les baies seront posées au sol, sur rehausse métallique, accessible par les faces avant et arrière, implantée dans les locaux techniques du tunnel. Les câbles pénétreront par le dessous, au travers d'un balai passe câble.

###### Réserves

Une baie dispose d'une réserve libre d'équipements et des servitudes de 20 % minimum.

##### 4.5.2 Automate programmable industriel (API)

L'architecture système est constituée de deux automates redondants (1 dans chaque local technique LT2 et LT3) qui seront dans une baie GTC séparée, et de leur environnement direct monté dans la baie et constitués :

- Des modules d'alimentation redondante des composants actifs,
- D'une unité centrale composée d'unités de traitement proprement dites et de la mémoire de stockage du programme et des données. Ces modules auront une capacité suffisante pour répondre aux besoins de l'installation,
- De modules de surveillance assurant le contrôle du bon fonctionnement des automates et de leur permutation en cas de défaut,
- Des commutateurs externes de communication avec les unités d'entrées sorties déportés, avec une typologie en anneau optique sur fibres optiques (Euroclasse Cca, s1, d1, a1) et un protocole Ethernet,
- Des commutateurs externes de communication avec le système de supervision et autres équipements de la baie,
- Des modules de liaison avec les commutateurs,
- De modules de communication avec le bus interne à la baie



Chaque automate assure :

- L'acquisition des informations en provenance des unités d'entrées / sorties déportés sur le terrain,
- Le traitement de ces informations dans le cadre du fonctionnement spécifique de chaque installation,
- La réalisation de séquences programmée,
- L'émission de commandes à destination des équipements de terrain,
- La transmission des états, alarmes détaillées ou de synthèse et le relayage des commandes avec les systèmes local et déportés de supervision,

En cas de défaillance, la reprise fonctionnelle s'effectuera automatiquement en assurant la continuité des fonctions et des états occupés avant la défaillance.

L'automate disposera des équipements suivants :

- 1 rack fond de panier accueillant les différents éléments,
- 1 module de traitement CPU dont les performances seront dimensionnées pour le réseau de terrain supervisé. Ce module pourra gérer des entrées-sorties TOR, analogiques et numériques, des cartes contrôleurs DALI. La CPU permettra de réaliser les fonctions :
  - Contrôle logique des équipements,
  - Fonctionnement séquentiel (démarrage/arrêt),
  - Régulations PID et asservissement des boucles,
  - Communication vers le réseau métier dédié sur Ethernet TCP/IP.
- Une ou plusieurs liaisons Bus de terrain, intégrée à la CPU ou en rack CPU. La connectique utilisée permettra la connexion locale d'une console de programmation,
- Une interface de communication Ethernet TCP/IP pour la liaison au réseau d'intégration / supervision avec connectique de type RJ45,
- Une liaison de communication pour le raccordement au réseau de terrain E/S déportées,
- Modules de communication et d'acquisition analogiques ou tout ou rien des cartes d'entrées-sorties déportées,
- 1 module d'alimentation présentant les caractéristiques suivantes :
  - Tension nominale d'entrée 230V, fréquence 50Hz,
  - Tensions nominales de sortie 5Vcc et 24Vcc,
  - Puissance dimensionnée pour la consommation de l'unité,
  - Isolation galvanique entre primaire et secondaire,
  - Protection du primaire par fusibles,
  - Protection du secondaire contre les surcharges, les courts-circuits et les surtensions,
  - Limitation du courant d'appel,
  - Bornier à vis pour la liaison du boîtier au réseau d'alimentation,
  - Respect des normes relatives aux compatibilités électromagnétiques et à la pollution du réseau électrique.
- Degré de protection des éléments IP 20 minimum,

- Borniers débrochables rendant le changement d'automate efficace et rapide afin que les opérations puissent reprendre rapidement en cas de défaillance,
- Carte E/S de sécurité intrinsèque 24VCC,
- MTBF supérieur à 100 000 heures,
- Température de fonctionnement de 0 à 60°C,
- Une carte de stockage des données,
- 1 coupleur TCP/IP sur Ethernet pour la liaison au réseau de données avec connectique de type RJ45,
- Respect des normes relatives aux compatibilités électromagnétiques et à la pollution du réseau électrique,
- Cartes E/S TOR et/ou analogiques.

Chaque carte d'interface doit comporter sur sa partie avant des LEDs indiquant l'état de la voie associée. De plus, chaque carte comporte un voyant d'état informant sur l'état de fonctionnement de la carte (autotests au moins jusqu'à la barrière d'isolement).

Les API assureront le filtrage des entrées et permettront toutes les séquences de traitement. Ils posséderont leur propre horloge interne reliée à une horloge dite « mère », qui déterminera la base de temps, pour l'horodatage des événements.

L'API assurera le fonctionnement des automatismes au travers d'un langage de programmation simple et accessible à l'administrateur du système. La notion de programmation et de paramétrage recouvre :

- L'attribution des voies,
- La définition de traitement associé aux entrées-sorties,
- La définition des automatismes.

L'ensemble des programmes seront sauvegardés et téléchargés depuis le serveur de supervision.

Lors de l'initialisation (ou après modification de certains paramètres), l'API démarre sur le dernier programme chargé (en cas d'absence de liaison avec le serveur), le programme API sera ensuite mis à jour depuis le serveur de supervision.

Localement, l'API disposera d'une possibilité de consulter ses paramètres de fonctionnement du système à l'aide d'un terminal portable standard (PC connecté en local au niveau de l'UC et/ au niveau des E/S déportées).

L'API sera équipé de dispositifs d'autodiagnostic permettant de signaler à la supervision l'absence ou la défaillance de l'un de ses composants :

- Absence carte,
- Défaut carte,
- Défaut d'alimentation,
- Défaut de communication,

Les alimentations spécifiques des UC et des Entrées/Sorties seront intégrées dans les racks.

Le Titulaire devra présenter à l'agrément une gamme d'automate permettant de mettre en œuvre des dispositions pour lutter contre la Cybercriminalité au sens de l'ANSSI.

#### 4.5.3 Modules d'Entrée – Sortie déportés (MDES)

Les unités d'entrées sorties déportées permettent le regroupement local des informations de gestion technique centralisée des équipements situés dans leurs zones d'action respectives.

Les unités d'entrées sorties déportées sont constituées de modules montés sur barreau DIN comprenant :

- Des modules de liaison avec les commutateurs du réseau de terrain,
- Des modules de distribution d'alimentation,
- Des modules d'entrées-sorties, tout ou rien, analogiques et les passerelles de communication avec les équipements disposant d'une intelligence embarquée,
- De plusieurs cartes d'entrées/sorties dont le nombre sera défini en fonction des besoins des installations surveillées et majoré d'une réserve équipée de 20% :
  - Entrées Tout Ou Rien (TOR) de modularité 16, 32 ;
  - Sorties Tout Ou Rien (TOR) de modularité 16, 32 ;
  - Entrées analogiques équipées de module 4-20 mA, de modularité 4, 8 ;
  - Contrôleur DALI.

Ces unités pourront être simples ou multiples en cascade, avec modules d'extension de bus interne et câble de liaison, en cas de regroupement important de points comme au niveau du local technique.

Toutes les cartes devront être compatibles avec les équipements, capteurs existants ou à fournir.

Chaque carte d'E/S sera enfichée dans un rack qui lui permet de communiquer avec une unité centrale ou concentrateur par le bus intégré. Des modules paramétrables voie par voie en entrée ou en sortie pourront être mis en œuvre selon les capacités nécessaires. Le bornier possède des bornes sectionnables permettant le raccordement des câbles de l'installation en provenance des différents capteurs et actionneurs.

Le système sera modulaire et permet de retirer sous tension des cartes d'E/S sans perturber les autres modules. Les modules / racks et leurs borniers seront montés sur rails DIN dans les coffrets déportés. Ces modules seront pilotés au travers de l'API.

En résumé les caractéristiques :

- Coupleur de communication pour liaison vers réseau de terrain E/S déportées
- Classe de protection maximale pour la compatibilité électromagnétique CEM,
- Bornes sectionnables / débrochable à vis / ou équivalent,
- IP 20 minimum,
- Alimentation électrique présentant les caractéristiques suivantes :
  - Tension nominale d'entrée 230V, fréquence 50Hz
  - Tensions nominales de sortie 5Vcc et 24Vcc
  - Isolation galvanique entre primaire et secondaire
  - Protection du primaire par fusibles,
  - Protection du secondaire contre les surcharges, les courts-circuits et les surtensions,
  - Limitation du courant d'appel,
  - Bornier à vis pour la liaison du boîtier au réseau d'alimentation,

- Respect des normes relatives aux compatibilités électromagnétiques et à la pollution du réseau électrique.
- Température de fonctionnement de 0 à 60°C,
- Prise de raccordement pour console de programmation,
- Cartes E/S TOR et/ou analogiques avec voyants indiquant l'état de chaque voie et de chaque carte.

#### 4.5.4 Serveurs

##### Dispositions communes

Les serveurs devront disposer de plusieurs systèmes de tolérance de panne :

- Le système de stockage devra bénéficier d'une tolérance de panne d'un disque au minimum avec retour automatique en conditions nominales par mise en service d'un disque « de spare » préinstallé ;
- Les serveurs devront être équipés d'une alimentation redondante échangeable à chaud permettant l'alimentation via un réseau ondulé et un réseau non ondulé dans les locaux techniques ;
- Chaque serveur devra disposer d'un système autonome d'administration et de supervision du matériel (type iLo ou iDrac) indépendant du système d'exploitation installé et disposant d'une interface réseau dédiée.

Ces sous-systèmes devront être paramétrés pour être supervisés et/ou remonter des alertes (SNMP).

De manière générale, tout sous-système redondant devra disposer d'un mécanisme d'avertissement en cas de préalerte, alerte, panne ... de façon à informer les équipes de maintenance de la défaillance.

Les capacités de connexion Ethernet (nombre de ports) devront être suffisantes pour pouvoir faire de l'agrégation de lien à destination d'un switch ou d'un stack de switches 100 Mbps. Cette agrégation de lien sera mise en œuvre dans le présent marché.

##### Serveur de supervision

Les serveurs de supervision seront des machines physiques dont le dimensionnement et la capacité de stockage seront étudiés par le titulaire, a minima :

- CPU 8 cœurs
- 32 Go de RAM
- SSD 500 Go + HDD Sata 1To

##### Serveur d'archivage

Les serveurs d'archivage seront des machines physiques dont le dimensionnement et la capacité de stockage seront étudiés par le titulaire :

- 1 serveur d'archivage GTC ;
- 1 serveur d'enregistrement Vidéo.

Une réserve de 25 % de la capacité de stockage déterminée par le titulaire sera prévue en plus. Cette réserve devra être prête à l'emploi à la livraison.

De plus, le matériel devra avoir la capacité d'accueillir des disques supplémentaires afin de pouvoir doubler la capacité d'archivage.

#### 4.5.5 Postes opérateurs

##### **Stations fixes**

Les matériels constituant les postes de consultation auront les caractéristiques minimales suivantes :

- Windows 11 64 bits
- Intel Core i7 ou supérieur
- 16 Go de RAM
- 2 SSD 1To en raid 1
- Cartes graphiques dédiées
- Équipés de deux écrans 24", d'un clavier et d'une souris

##### **Stations portables**

Les matériels constituant les postes de consultation auront les caractéristiques minimales suivantes :

- Windows 11 64 bits
- Intel Core i7
- 16 Go de RAM
- SSD 256 Go + HDD SATA 1To
- Cartes graphique intégrée standard
- Écran 17" et souris sans fil Bluetooth

#### 4.5.6 Pupitre local

Un pupitre local sera installé au niveau des locaux techniques. Il présentera les mêmes caractéristiques que les postes de supervision de Feytiat ou Brive.

Il permettra les commandes, par scénarios, et unitaires, des équipements du tunnel et le retour d'information de tous les états unitaires des équipements sur des synoptiques dynamiques représentant les différentes installations pilotées.

#### 4.5.7 Logiciel de supervision

La supervision est basée sur une architecture client / serveur. Le serveur de supervision est composé de 2 serveurs avec redondance à chaud. En cas de perte du serveur normal, le serveur de secours reprend automatiquement les traitements et l'acquisition pour continuer à transmettre les données aux postes clients.

Le protocole de communication entre les automates et la supervision doit être un protocole normalisé.

##### **Nombres d'entrées / sorties**

Dans le cadre de ce projet la plateforme devra être dimensionnée pour acquérir un volume maximum de 2000 entrées/sorties dont la valeur devra validée par le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage lors des études préalables à l'exécution.

##### **Licences**

Les licences fournies sont adaptées à la volumétrie des utilisateurs et points E/S surveillés, illimitées dans le temps. Une licence de développement est également fournie pour permettre aux équipes maintenance de la DIRCO d'effectuer diagnostic et correctifs légers.

#### 4.6 ECLAIRAGE

L'éclairage de u tunnel a été rénové en 2019 et est conservé en l'état.

Seul le TGBT éclairage devra être modifié pour être réinstallé respectivement dans les locaux techniques LT2 (pour le tube Est) et LT3 (pour le tube Ouest). De fait, certains câbles d'éclairage (ceux du tube Est) devront être prolongés pour aller jusqu'au nouveau LT3. L'entreprise proposera une solution de prolongation de ces câbles (utilisation de boîtes de jonction, borniers, position de ces éléments).

#### 4.7 VIDÉOSURVEILLANCE

##### 4.7.1 Caméras DAI en tunnel

##### **Travaux**

Les entreprises devront entre autres, se conformer aux prescriptions du présent document suivant les règles de l'art, ainsi qu'aux recommandations du CETU.

Le titulaire doit l'ensemble des prestations nécessaires au parfaitement achèvement des ouvrages, conformément aux documents de référence, et en particulier :

- La fourniture et l'installation des caméras, y compris les supports nécessaires et adaptés à l'environnement dans lequel elles seront implantées.
- La fourniture et l'installation de toutes les interfaces de communication .
- L'ensemble du câblage cuivre et optique.
- Tous les raccordements nécessaires au bon fonctionnement des matériels, y compris les raccordements électriques et la mise à la terre des équipements.
- L'intégration des caméras au système DAI existant, ainsi que les réglages du système pour parvenir aux niveaux de performances requis.

Les caméras devront être compatibles avec le système DAI existant FLIR ;

##### **Essais et contrôles**

Les contrôles seront réalisés en présence du représentant de DIR CO :

- Contrôle de la solidité des fixations.
- Contrôle de la qualité des images, de jour comme de nuit,
- Contrôles et essais de performance du système DAI

##### **Caractéristiques des caméras DAI**

Ces caméras devront embarquer les fonctions classiques de prises de vue et d'encodage vidéo, mais également de DAI, et ceci sans aucun ajout de matériel.

Elles devront pouvoir détecter automatiquement les incidents suivants :

- Véhicule arrêté
- Bouchon
- Véhicules a contresens
- Piéton sur trottoir et sur les voies
- Objet sur la chaussée
- Véhicule lent/ralentissement (diminution locale de la vitesse moyenne du flux des véhicules)

- Fumée
- Flammes

Elles devront également remonter une alarme en cas de modification des zones de détection (Décalage des masques).

Afin de garantir des performances des performances optimales elles intégreront dans un même caisson deux caméras, une visible et une thermique.

Tableau de synthèse des caractéristiques des caméras DAI

Caractéristiques	Camera « Visible »	Caméra « thermique »
Résolution minimum	> 720P (1280 × 720)	> 640 × 480
Encodage	H264	
Stabilisation optique	Optique / Numérique	
Capteurs		Micro-bolomètre non refroidi, gamme spectrale comprise entre 7 et 14 µm
Diffusion	unicast/multicast	
Protocoles supportés	IPv4/IPv6, TCP/IP, UDP/IP, RTP(UDP), RTP(TCP), RTSP, NTP, HTTP, HTTPS, SSL, DHCP, SMTP, ICMP, IGMP, SNMPv1/v2c/v3, 802.1X	
Conformité	ONVIF Profile S	
Incrustation dans l'image	Date, heure, titre 20 caractères configurables	
Température de fonctionnement	-10°C < T° < 50°C	
Indice IP	IP66	
Interfaces	SFP	
flux vidéo simultanés	oui	
Alimentation	230V AC	
Accessibilité	URL type : rtsp://@IP de la caméra/...	

#### Caractéristiques des caissons

Les caractéristiques principales des caissons de protection des caméras sont les suivantes :

- Acier inox 316L, aluminium anodisé ou autre matériau composite compatible et homologué
- Visserie en acier inoxydable de classe A4 en tunnel et A2 à l'air libre
- Fenêtre au germanium

- Chauffage Thermostaté
- Étanchéité IP 67 (norme NF EN 50102)

Les caissons seront parfaitement étanches et efficacement protégés contre les poussières, les jets d'eau puissants lors des opérations de nettoyage et la corrosion.

Ils seront munis d'une protection anti-poussière à l'avant du caisson, couvrant toute la circonférence de la vitre.

Un dispositif spécifique de protection de la vitre contre les salissures sera apprécié, afin de conserver l'efficacité du système DAI entre chaque opération de nettoyage.

Les caissons seront « thermostatés » et intégreront un dispositif antibuée par chauffage de la vitre avant. Le dimensionnement du chauffage doit être prévu pour un fonctionnement de l'ensemble prise de vue complet dans une plage de température comprise entre -10°C et + 50°C.

Les caissons intégreront un support de montage de l'ensemble caméra + objectif. L'attention du titulaire est attirée sur le fait que toutes les dispositions soient prises pour éviter qu'en cas de changement de la caméra les paramétrages de la DAI soient à reprendre. Pour cela, le titulaire devra prévoir la mise en place de cales ou autres éléments entre la caméra et le support pour que le positionnement exact de ces ensembles soit facilement reproductible après démontage et remontage.

Tous les éléments métalliques exposés à l'extérieur seront en acier inoxydable 316L ou équivalent.

#### Supports des caméras en tunnel

Les supports auront les caractéristiques suivantes :

- Acier inox 316L ou aluminium anodisé ou autre matériau composite compatible et homologué
- Fixation : platine avec mémorisation de position
- Réglage sur 3 axes

Les supports des caméras DAI seront dimensionnés pour permettre à l'ensemble prise de vue de ne pas engager le gabarit routier. Ils devront permettre une parfaite stabilité de l'ensemble prise de vue. Ils seront impérativement fixés à la structure du tunnel.

L'utilisation de tirants de type câble est proscrite

Ils seront dimensionnés pour permettre une stabilité totale des images en cas :

- De passage d'un poids lourd
- Des vibrations de toutes natures pouvant nuire aux performances de la DAI

Il est à prévoir la faciliter de la maintenance du support sans modification des parties mécaniques.

#### Système de gestion de la DAI (logiciel FLIR)

Le logiciel actuel DAI installé à la DIRCO et fourni par FLIR (logiciel FLUX) gère l'ensemble des systèmes DAI suivants :

- Tunnel de Noailles
- Pont sur la creuse à Argenton
- Viaducs de Pierre Buffière
- Tunnel des Casseaux

L'installation de nouvelles caméras DAI dans le tunnel va nécessiter une évolution de ce logiciel de gestion vers le logiciel CASCADE.

L'entreprise devra intégrer dans le marché la mise à niveau de ce logiciel.



**Paramétrage du dispositif**

Le titulaire assurera la totalité des paramétrages nécessaires à l'exploitation du dispositif.

Ces paramétrages porteront indifféremment sur l'ensemble des équipements techniques contenus dans ce marché qui devra être considéré comme un ensemble indivisible livré « clef en main »

**Niveaux de performances attendus**

La fiabilisation du système DAI se traduit par des indicateurs de performance, le tableau suivant montre les valeurs à atteindre pour le système DAI qui sera mis en place dans le tunnel de Noailles.

Événement	Taux de détection (%)	Fréquence de fausses alarmes (FA/caméra/jour)	Délai de détection (en secondes)
Véhicule arrêté	>98	0,05	<12
Congestion	>97	0,025	<10 à 20
Véhicule en contre-sens	>90	0,05	<2 à 5
Apparition de fumées	>95	0,05	<10
Piéton*	>90	0,05	<10
Objet	>80	0,05	<20
Véhicule lent	>90	0,15	<5 à 10

Le tableau ci-dessus est extrait du guide du CETU « Détection Automatique d'Incidents par Analyse d'Image en Tunnel » de mai 2015, il définit les facteurs de performance suivantes :

- Le délai de détection (DD) : le laps de temps qui s'écoule entre la survenue de l'incident et sa détection
- Le taux de fausse alarme (TFA) : le rapport entre le nombre de fausses alarmes rapporté et le nombre total d'alarmes détermine la probabilité qu'une alarme soit fausse
- La fréquence de fausse (FFA) : le nombre de fausses alarmes rapportées à l'unité de temps correspond par les fausses alarmes à l'exploitation de l'ouvrage

Le titulaire réalisera une étude de couverture par tube permettant de s'assurer que :

- La couverture vidéo est totale
- Les champs de vision des caméras permettent bien un chevauchement des masques DAI entre caméras successives (cf. Note DAI CETU) et surtout l'atteinte des objectifs de performances.

L'événement « Apparition de fumées » ne concerne que les caméras DAI dites « Visibles », les thermiques ne sont pas concernées.

**De manière générale, les performances suivantes sont demandées :**

- Fréquence de fausses alarmes inférieure à 0,2 fausse alarme par jour et par caméra,
- Taux de fausses détections inférieur à 10 %

**4.7.2 Caméras d'exploitation extérieures**

Les caméras seront de type « tourelle » à objectif équipé de zoom.

Elles devront respecter à minima les caractéristiques fonctionnelles et techniques suivantes :

- Caméra IP PoE/PoE+
- Résolution capteur de 2 MP minimum
- Encodage H264, H265 apprécié

- Formats HD 1920\*1080, 1280\*720, SD 800\*450 ou D1)
- Projection IR intégrée désactivable, portée de 300 mètres minimum ;
- Zoom optique x25 minimum
- Pan 360°
- Tilt -90° à +90°
- Dispositif de chauffage ou antibuée
- Flux vidéo multiples, nombre de flux simultanés visibles minimum = 5 (1mb/sec, h264)
- Diffusion : unicast/ multicast,
- Protocoles : IPv4/IPv6, TCP/IP, UDP/IP, RTP(UDP), RTP(TCP), RTSP, NTP, HTTP, HTTPS, SSL, DHCP, FTP, SMTP, ICMP, IGMP, SNMPv1/v2c/v3
- Sécurisation des accès : https, SSL désactivable ainsi que tous les protocoles constructeurs ;
- Conforme ONVIF Profil S
- Sensibilité élevée : en dessous de 0,07 lx en couleur et 0,01 lx en N&B, augmentant ainsi la période quotidienne pour laquelle les images seront exploitables ;
- Basculement automatique Day/Night
- Wide Dynamic Range
- Mise au point automatique
- Stabilisation d'image électronique
- Vitesse Pan-Tilt proportionnelle en fonction de la position du zoom
- Incrustation dans l'image : Date, heure, titre 20 caractères configurables
- 8 zones de masquage dynamique minimum
- 4 Prépositions PTZ paramétrables minimum
- Température de fonctionnement comprise entre -30 °C et 55 °C
- IP66 - IK10
- Butée logicielle paramétrable souhaitable
- Flux accessibles depuis une commande URL type : rtsp://@IP de la caméra...qu'il conviendra de préciser.

Les caméras seront implantées dans des zones sans aucun éclairage la nuit, une attention sera donc portée à la capacité de la caméra à afficher une image exploitable dans ces conditions, tout en gérant les phénomènes de halo lumineux causés par les feux des véhicules.

Les caméras seront protégées efficacement contre les interférences électromagnétiques dans une gamme de fréquence supérieure au GHz.

Les caméras et les câbles filaires associés seront protégés contre les surtensions telles que celles engendrées par la foudre :

Les caméras seront livrées avec une pièce adaptative entre caméra et mât support

#### 4.8 SIGNALISATION EN TUNNEL

##### 4.8.1 Signalisation des niches

La signalisation des niches de sécurité sera réalisée par des pictogrammes lumineux (Norme de référence : NF EN 7010), symboles stylisés d'un téléphone et du sigle "S.O.S." (CE2a) et d'un extincteur (CE29) inscrits dans un caisson triangulaire.

Les sources lumineuses à utiliser sont du type « tubes LED » à longue durée de vie supérieure à 50 000 heures ; elles sont alimentées en permanence depuis le coffret électrique de la niche associée.

La pénétration du câble d'alimentation se fait par un presse-étoupe à ancrage. Le caisson éclairé doit présenter un bon contraste et ne pas présenter de zones d'ombre au niveau du message utile. Il doit être muni d'un driver. Il n'est pas prévu de contrôle de fonctionnement ni de commandes locales.

La fixation du support sur le piédroit s'effectuera par scellement mécanique. Réalisée par écrou/contre-écrou, la fixation devra permettre les réglages en inclinaison et position, le démontage de l'ensemble si nécessaire ainsi que le rabat du caisson contre le piédroit.

Les caissons seront en matériau ayant reçu un traitement contre la corrosion (alliage d'aluminium, matériau plastique...), auto extinguable, sans fumée ni halogène en cas d'incendie. Les caissons et leurs fixations seront conçus de manière que le changement des sources lumineuses et l'accès aux équipements puissent se faire sans dépose des caissons.

Les caissons devront pouvoir être ouverts sans outil. Les caissons sont lisses pour faciliter leur nettoyage. Ces matériels sont lavables au jet puissant (IP 55) et résistent aux chocs (IK 09).

Les dimensions des caissons et fixations ne devront pas engager la revanche latérale de 25cm par rapport au gabarit routier.

Leurs caractéristiques principales sont les suivantes :

- Revêtement : rétro réfléchissant de classe 2 à structure micro prismatique,
- Matériau : Pictogramme en verre polycarbonate 6mm,
- Caisson en acier inoxydable (type inox V4A),
- L'espace disponible pour implanter ces panneaux est limité, les gammes du panneau seront déterminé par le Titulaire de manière à ne pas engager la revanche de 25cm du gabarit routier,
- Résistance à la corrosion et à l'oxydation, aux contraintes mécaniques, d'humidité et aux vibrations, au nettoyage à haute pression (les panneaux doivent résister au lavage à la brosse et ne nécessiter aucune intervention préalable ou postérieure aux opérations de lavage),
- Les caissons devront pouvoir être ouverts pour le changement des sources sans outil et le système de fermeture sera blocable (exemple système en inox à grenouillère avec agrafe de sécurité attachée à un câble).
- Niveau de luminosité : Sur les faces rétro éclairées : L'objectif recherché est l'obtention d'un contraste positif sur le piédroit :  $20 < C \leq 30$ .
- L'uniformité de luminance sur les faces rétro éclairées sera maximale (répartition homogène du flux).
- La source de lumière ne sera pas visible en perception directe, à travers les faces rétro éclairées.
- Source lumineuse : 3 tubes LED 18W avec driver à durée de vie supérieure à 50 000 heures, cellule de luminosité
- Alimentation 230 VAC,

- Une évacuation pour l'humidité sera prévue en sous face du caisson.

##### 4.8.2 Plots de jalonnements

Les plots seront de type lumineux à diode doubles faces.

Les câbles d'alimentations seront de type Cca s1 d1 a1 (norme européenne). Le passage des câbles de plot jalonnement vers le CAES sera réalisé à l'aide des câbles CR1-C1. Les câbles CR1-C1 seront posés en chemin de câble longitudinal entre plots et allant jusqu'au CAES en milieu de tunnel.

Le passage des câbles entre le CAES et la voie rapide se fera par utilisation de chemin de câble existant.

Les caractéristiques des plots sont les suivantes :

- Diodes électroluminescentes jaune orange haute luminosité,
- Alimentation 24V,
- Enveloppe transparente classée M1,
- Indice de protection : IP 65, IK 09
- Consommation 0,02 A.

##### 4.8.3 Signaux d'affectation de voies (SAV)

###### Spécifications techniques :

Les caissons de protection des SAV seront au minimum IP 65, IK 09. Ils renfermeront tous les matériels électroniques et électriques de contrôle – commande de la signalisation liée au caisson.

Les caissons seront de dimensions 450 mm x 450 mm.

Les pictogrammes seront à LED de dimensions 300 mm x 300 mm.

Ils seront efficacement protégés contre la corrosion. Ils seront homologués CE. Ils seront orientables par rapport à leur support de fixation. Les portes d'accès seront munies d'une fermeture.

Le démontage de ces caissons sera aisé pour faciliter les opérations de maintenance et permettre en particulier un échange standard rapide (les cartes électroniques de gestion des panneaux de diodes seront placées en caisson).

Les caissons de signalisation seront accessibles pour une ouverture par la face avant au minimum. De plus, l'accès aux équipements à l'intérieur du caisson, notamment pour le changement des sources lumineuses se fera sans démontage du caisson.

Les caissons pourront être nettoyés sans problème au jet d'eau sous pression.

Les câbles d'alimentation électrique pénétreront dans les caissons par presse-étoupe et seront raccordés sur borniers. L'accès à ceux-ci sera facilité lors de l'ouverture du caisson de manière à permettre une déconnexion rapide pour le démontage des caissons lors des opérations de maintenance. Il pourra éventuellement être utilisé des boîtes de raccordement étanches extérieures au caisson, fixées sur chemin de câble et permettant une déconnexion des câbles.

Tous les équipements seront alimentés en 230 V.

Le caisson aura les caractéristiques principales suivantes :

- Matériaux constituant les éléments extérieurs des enveloppes :
- Polyester armé par de la fibre de verre aspect de surface glacé,
- Tôle d'acier inoxydable 18/10,

- Tôle d'alliage d'aluminium,
- Condamnation des accès : porte munie d'une serrure quart-de-tour, avec poignée de manœuvre et serrure spécifique tunnel (la même que pour les CAES),
- Matériau constitutif de la visserie : acier inoxydable classe A4 ou laiton.

#### **Performances lumineuses**

Les SAV répondront aux caractéristiques suivantes (en référence à la norme NF EN 12966-1) :

- Classe de couleur C2,
- Classe de luminance L3,
- Classe de contraste R3,
- Classe de largeur de faisceau B3.

La durée de vie des diodes sera supérieure à 10 ans, et le vieillissement de celles-ci dans le temps en termes de luminance et de consommation électrique sera justifié.

## 4.9 DISPOSITIFS DE FERMETURE ET PRÉ SIGNALISATION

### 4.9.1 Spécifications techniques communes des équipements

Les spécifications techniques communes des équipements sont les suivantes :

- Matériaux constituant les éléments extérieurs des enveloppes :
  - Polyester armé par de la fibre de verre aspect de surface glacé,
  - Tôle d'acier inoxydable 18/10,
  - Tôle d'alliage d'aluminium,
  - Degré de protection IP65 IK08,
  - Condamnation des accès : porte munie d'une serrure quart-de-tour, avec poignée de manœuvre et serrure spécifique tunnel (la même que pour les CAES),
  - Matériau constitutif de la visserie : acier inoxydable classe A4 ou laiton,
- Les caractéristiques des supports sont les suivantes :
  - Les caissons et leur fixation seront conçus de manière à pouvoir assurer les opérations de maintenance sur les appareils sans les déposer,
  - L'accès à l'appareillage sera effectué par ouverture de la porte arrière du caisson,

### 4.9.2 Feux R24

#### **Caractéristiques de l'affichage**

Le feu R24 est composé d'un feu circulaire rouge clignotant surmonté d'une casquette et pourvu d'un écran de contraste permettant d'améliorer sa perception visuelle.

Le régime de luminosité du fonctionnement de ce feu doit être intense. Il repose sur une technologie à diodes. Le diamètre de feu à mettre en place est de 300 mm, le feu de rappel placé à gauche des voies circulées sera également de diamètre 300 mm.

Le clignotement de ces 2 feux est synchrone (droite et gauche) à la fréquence voisine de 1 Hz. La puissance d'un feu R24 en régime de surbrillance devra être inférieure à 35W.

Un relais statique de contrôle du courant sera implanté dans le CAES ou dans le fût de la barrière. La centrale de clignotement sera implantée dans un des équipements R24 ou dans le coffret.

#### **Contraintes d'exploitation**

En cas de panne, le feu R24 devra être conçu pour être changé par une équipe de maintenance, en moins de 3h sous circulation avec balisage léger.

#### **Contraintes d'environnement**

Les feux seront IP65 et IK08.

### 4.9.3 Feux R2

Les feux R2 seront conformes à la réglementation.

Ils seront implantés par couple sur la lisse des barrières.

#### **Caractéristiques de l'affichage**

Le feu R2 est composé d'un feu circulaire orange clignotant surmonté d'une casquette et pourvu d'un écran de contraste permettant d'améliorer sa perception visuelle.

Le régime de luminosité du fonctionnement de ce feu doit être intense. Il repose sur une technologie à diodes. Le diamètre de feu à mettre en place est de 200mm.

Le clignotement d'un couple de feux est synchrone (droite et gauche) à la fréquence voisine de 1 Hz afin de créer un effet visuel de type « WARNING ».

La puissance d'un feu R2 en régime de surbrillance devra être inférieure à 35W.

#### **Contraintes d'environnement**

Les feux seront IP65 et IK08.

### 4.9.4 Barrières de fermeture

#### **Lisse**

La lisse utilisée ne devra pas être agressive pour l'usager afin de ne pas constituer un obstacle dangereux pour un automobiliste ou un motard en cas de choc. Elle disposera d'une béquille en son extrémité. Elle sera de constitution en aluminium ou polyester pour permettre une manipulation aisée.

Le mouvement de fermeture de la barrière s'effectuera sur le plan vertical. Le temps de manœuvre devra être paramétrable et sera de l'ordre de 8 secondes. En cas de coupure d'alimentation, la lisse devra conserver la position qu'elle avait à l'instant de la coupure.

Elle devra être associée à un système de détection de présence de véhicule (boucle de présence) afin de ne pas fermer sur un véhicule arrêté en dessous de la lisse.

#### **Fût**

Le fût sera rotatif afin de permettre une maintenance plus aisée. Il sera de degré de protection minimum IP65 IK08.

Son enveloppe sera en acier inoxydable, aluminium ou matériaux composite.

Les commandes locales permettant de commander le mouvement des lisses seront disposées sur le fût de la barrière de droite ou à proximité de la barrière. Ces commandes seront installées dans un coffret muni d'une serrure quart-de-tour, avec poignée de manœuvre et serrure spécifique tunnel (la même que pour les CAES), et l'ouverture/fermeture sera détectée par un capteur qui remontera l'information à la GTC.

#### **Massif d'ancrage**

La fixation de la barrière levante au sol est réalisée à l'aide d'un massif béton, dimensionné en fonction de la barrière.

Dans tous les cas, les massifs ne devront pas être saillants aux points d'implantation des barrières.

#### **Contrainte d'exploitation**

La barrière devra être conçue afin de permettre un remplacement d'une lisse complète sans fermeture de la circulation et avec un encombrement minimal de la chaussée dans le respect des règles d'intervention sous circulation.

Dans ce but, son fût sera rotatif (information relayée par un capteur barrière pivotée). Il devra alors être verrouillable selon au moins une des deux positions perpendiculaire et parallèle aux voies de circulation.

#### **Contraintes d'environnement**

Les exigences environnementales des barrières sont les suivantes :

- Degré de protection IP 65 IK 09.
- Température de fonctionnement de (-25°/+55°)
- Résistance à la pollution D2.

### 4.9.5 PMV de fermeture

#### **Spécifications générales**

Les PMV fermeture sont constitués :

- D'une structure métallique pour assemblage des caissons,
- D'une face avant, essentiellement un écran de contraste,
- De module de visualisation de caractères maximum d'affichage sur 2 lignes de 12 caractères de hauteur Hc250 avec une capacité d'affichage en alphanumérique et comportant leur propre sous ensemble de sources et de commande d'activation des points lumineux,
- De cartes électroniques de décodage des messages et de sélection des points lumineux à activer,
- D'un équipement d'énergie (relayage, protection locales...),
- De ports RJ45 pour le raccordement sur le switch ou sur un prolongateur Ethernet,

Le PMV fermeture est positionné au voisinage de la barrière afin d'être lisible par un usager arrêté devant celle-ci. Il permettra la composition de messages, lisibles pour un usager arrêté à la barrière.

#### **Mât – passerelle de maintenance**

Le caisson doit se reposer sur un mât unique de forme tubulaire. Ce support sera en alliage d'aluminium ou en acier galvanisé à chaud et peint.

Il sera de petite hauteur (avec 2,3 m de tirant d'air sous panneau), de préférence centré sur le mât, placé en accotement. Il bénéficiera d'une angularité de lecture telle que sa lecture soit possible en tout point de la chaussée et ce à une hauteur de 1 m à 2,5 m, de jour comme de nuit.

Il sera équipé d'une passerelle de maintenance à l'arrière du panneau permettant d'accéder au caisson en sécurité.

#### **Caisson**

La partie caisson sera réalisée en alliage d'aluminium permettant d'accueillir le système d'affichage ainsi que la partie commande et alimentation du panneau. Il n'est pas prévu d'armoire en pied de panneau.

Le caisson sera équipé de portes arrière permettant l'accès à l'ensemble des équipements interne (afficheurs, organes de commande, organes électriques, organes de transmission).

#### **Massif d'ancrage**

La base du mât sera munie d'une platine permettant la fixation sur le massif par l'intermédiaire de tiges d'ancrage.

Le massif sera complété par une dalle de propreté à l'arrière du panneau permettant d'accueillir la passerelle de maintenance.

#### **Contraintes d'environnement**

Les exigences environnementales des PMV sont les suivantes :

- Degré de protection IP 65 IK 09,
- Température de fonctionnement de (-25°/+55°),
- Résistance à la pollution D2.

### 4.9.6 PMV pictogramme de pré signalisation

#### **Spécifications générales**

Les PMV de pré-signalisation sont constitués :

- D'une structure métallique pour assemblage des caissons,
- D'une face avant, essentiellement un écran de contraste,
- L'afficheur est constitué d'une matrice permettant l'affichage du pictogramme de très grande gamme associé à un panonceau à 8 caractères de hauteur 200mm. La matrice du pictogramme aura une définition minimale de 64 pixels par 64 pixels.
- De cartes électroniques de décodage des messages et de sélection des points lumineux à activer,
- D'un équipement d'énergie (relayage, protection locales...),
- De ports RJ45 pour le raccordement sur le switch ou sur un prolongateur Ethernet,

Le PMV de pré-signalisation est positionné :

- Soit en accotement sur un petit mât, en différents points en amont du tunnel
- Soit sur le dernier portique SAV en amont du tunnel dans chaque sens de circulation (1 pictogramme par SAV)

#### **Mât – passerelle de maintenance**

Le caisson doit se reposer sur un mât unique de forme tubulaire. Ce support sera en alliage d'aluminium ou en acier galvanisé à chaud et peint.

Il sera de petite hauteur (avec 2,3 m de tirant d'air sous panneau), de préférence centré sur le mât, placé en accotement. Il bénéficiera d'une angularité de lecture telle que sa lecture soit possible pour les automobilistes avant de s'engager sur la bretelle, de jour comme de nuit.

Il sera équipé d'une passerelle de maintenance à l'arrière du panneau permettant d'accéder au caisson en sécurité.

#### **Portique SAV – passerelle de maintenance**

Les caissons (2 ou 3 sur 1 portique suivant cas de figure) sont fixés sur le portique accueillant les SAV.

Le portique sera équipé d'une passerelle de maintenance sur toute sa longueur ainsi qu'une échelle à crinoline permettant d'accéder aux caissons et SAV en sécurité.



#### **Caisson**

La partie caisson sera réalisée en alliage d'aluminium permettant d'accueillir le système d'affichage ainsi que la partie commande et alimentation du panneau. Il n'est pas prévu d'armoire en pied de panneau.

Le caisson sera équipé de portes arrière permettant l'accès à l'ensemble des équipements interne (afficheurs, organes de commande, organes électriques, organes de transmission).

#### **Massif d'ancrage d'un mât**

La base du mât sera munie d'une platine permettant la fixation sur le massif par l'intermédiaire de tiges d'ancrage.

Le massif sera complété par une dalle de propreté à l'arrière du panneau permettant d'accueillir la passerelle de maintenance.

#### **Massif d'ancrage d'un portique**

Les pieds de portique seront munis de platines permettant la fixation sur les massifs par l'intermédiaire de tiges d'ancrage.

#### **Contraintes d'environnement**

Les exigences environnementales des PMV sont les suivantes :

- Degré de protection IP 65 IK 09,
- Température de fonctionnement de  $(-25^{\circ}/+55^{\circ})$ ,
- Résistance à la pollution D2.

### 4.9.7 PMV d'accès

#### **Spécifications générales**

Les PMV d'accès sont constitués :

- D'une structure métallique pour assemblage des caissons,
- D'une face avant, essentiellement un écran de contraste,
- De module de visualisation de caractères maximum d'affichage sur 4 lignes de 15 caractères de hauteur Hc160 avec une capacité d'affichage en alphanumérique et comportant leur propre sous ensemble de sources et de commande d'activation des points lumineux,
- De cartes électroniques de décodage des messages et de sélection des points lumineux à activer,
- D'un équipement d'énergie (relayage, protection locales...),
- De ports RJ45 pour le raccordement sur le switch ou sur un prolongateur Ethernet,

Le PMV d'accès est positionné en tout début de bretelle d'entrée ou sur rond-point en amont afin d'être lisible par un usager avant de s'engager sur la bretelle.

#### **Mât – passerelle de maintenance**

Le caisson doit se reposer sur un mât unique de forme tubulaire. Ce support sera en alliage d'aluminium ou en acier galvanisé à chaud et peint.

Il sera de petite hauteur (avec 2,3 m de tirant d'air sous panneau), de préférence centré sur le mât, placé en accotement. Il bénéficiera d'une angularité de lecture telle que sa lecture soit possible pour les automobilistes avant de s'engager sur la bretelle, de jour comme de nuit.

Il sera équipé d'une passerelle de maintenance à l'arrière du panneau permettant d'accéder au caisson en sécurité.

#### **Caisson**

La partie caisson sera réalisée en alliage d'aluminium permettant d'accueillir le système d'affichage ainsi que la partie commande et alimentation du panneau. Il n'est pas prévu d'armoire en pied de panneau.

Le caisson sera équipé de portes arrière permettant l'accès à l'ensemble des équipements interne (afficheurs, organes de commande, organes électriques, organes de transmission).

#### **Massif d'ancrage**

La base du mât sera munie d'une platine permettant la fixation sur le massif par l'intermédiaire de tiges d'ancrage.

Le massif sera complété par une dalle de propreté à l'arrière du panneau permettant d'accueillir la passerelle de maintenance.

#### **Contraintes d'environnement**

Les exigences environnementales des PMV sont les suivantes :

- Degré de protection IP 65 IK 09,
- Température de fonctionnement de  $(-25^{\circ}/+55^{\circ})$ ,
- Résistance à la pollution D2.

### 4.9.8 PMV d'information en section courante

#### **Spécifications générales**

Les PMV en section courante sont constitués :

- D'une structure métallique pour assemblage des caissons,
- D'une face avant, essentiellement un écran de contraste,
- L'afficheur est constitué :
  - D'un caisson de 4 lignes de texte de 15 caractères alphanumériques de hauteur 320mm.
  - D'un pictogramme de type très grande gamme (définition minimale de 64 pixels par 64 pixels) associé à un panneau à 8 caractères de hauteur 200mm.
  - De 2 feux flash aux 2 coins supérieurs du caisson
- De cartes électroniques de décodage des messages et de sélection des points lumineux à activer,
- D'un équipement d'énergie (relayage, protection locales...),
- De ports RJ45 pour le raccordement sur le switch ou sur un prolongateur Ethernet,

Le PMV section courante est positionné en accotement sur un haut-mât, en section courante en amont du tunnel

#### **Haut-mât – passerelle de maintenance**

Les caissons sont fixés sur une structure haut-mât positionnée en accotement, et protégés par des dispositifs de retenue conformes.

La hauteur sous poutre sera de 6.10m minimum.

Le haut-mât sera équipé d'une passerelle de maintenance sur toute la longueur du caisson, couvert par un toit sur la totalité de sa longueur et fermé sur l'arrière permettant ainsi toutes les interventions à l'abri des intempéries et du regard des usagers de la route. L'accès se fera par une échelle à crinoline permettant d'accéder aux caissons en sécurité.

#### **Caisson**

La partie caisson sera réalisée en alliage d'aluminium permettant d'accueillir le système d'affichage ainsi que la partie commande et alimentation du panneau. Il n'est pas prévu d'armoire en pied de panneau.

Le caisson sera équipé de portes arrière permettant l'accès à l'ensemble des équipements interne (afficheurs, organes de commande, organes électriques, organes de transmission).

#### **Massif d'ancrage**

Les pieds de portique seront munis de platines permettant la fixation sur les massifs par l'intermédiaire de tiges d'ancrage.

#### **Contraintes d'environnement**

Les exigences environnementales des PMV sont les suivantes :

- Degré de protection IP 65 IK 09,
- Température de fonctionnement de (-25°/+55°),
- Résistance à la pollution D2.

## 4.10 GÉNIE CIVIL

### 4.10.1 Mât béton à crémaillère

#### **Généralités**

Le mât support sera en béton cylindro-conique en finition lisse gris, réalisé en béton centrifugé fortement compacté et comprenant une armature acier. Le mât doit offrir une excellente tenue aux conditions climatiques difficiles ainsi qu'une résistance à la corrosion aux produits chimiques, en particulier au sel de déverglaçage.

Les caractéristiques mécaniques des mâts permettront d'avoir, dans les conditions environnementales normales, une flèche inférieure à 0.5% de la hauteur.

Le mât sera équipé d'un chariot mobile disposant des spécificités suivantes :

- Chariot mobile porte structure sur rail de guidage
- Treuil manuel auto-freiné
- Frein parachute
- Accès sécurisé au treuil par porte d'accès
- Câblage externe : Position en nappe lors de la descente
- Toute la visserie sera de type Inox ou traitée anticorrosion.

La porte d'accès intégrée au mât doit avoir les caractéristiques suivantes :

- Porte en résine renforcée, résistante aux UV
- Cadre en inox ou aluminium
- La finition esthétique de la porte se rapproche de la texture et du coloris du mât
- Serrure 1242E.

#### **Chariot porte structure**

Pendant les phases de montée ou de descente, la caméra est guidée continuellement dans le rail par l'intermédiaire du chariot porte structure. Il intègre un frein parachute à came excentrique à dent en acier inoxydable. Ce frein agit instantanément par contact direct sur le rail de guidage, en cas de rupture du câble.

#### **Rail de guidage**

Il est réalisé en aluminium dans un profil spécifique adapté à sa fonction. Il est de largeur adaptée à la charge représentée par la caméra. Disposé tout au long du mât, il protège du vent le câble méplat.

#### **Treuil**

Le treuil sera de type manuel. La manivelle pourra être déposée par le personnel de maintenance pour éviter tout vandalisme sur l'installation.

#### **Tête en acier galvanisé**

Elle est fixée au sommet du mât et équipée d'une poulie de renvoi et d'un dispositif anti- giratoire pour éliminer tout mouvement de la structure en position haute. La structure est maintenue en position haute par traction sur le câble.

#### **Câbles de raccordement et méplat**

Ces câbles sont montés sur des chariots prévus à cet effet. Ceux-ci coulisent à l'intérieur du rail de guidage. A la base du mât, une goulotte en aluminium démontable interdit l'accès aux câbles électriques en dehors des manœuvres.

#### **Système de traction**

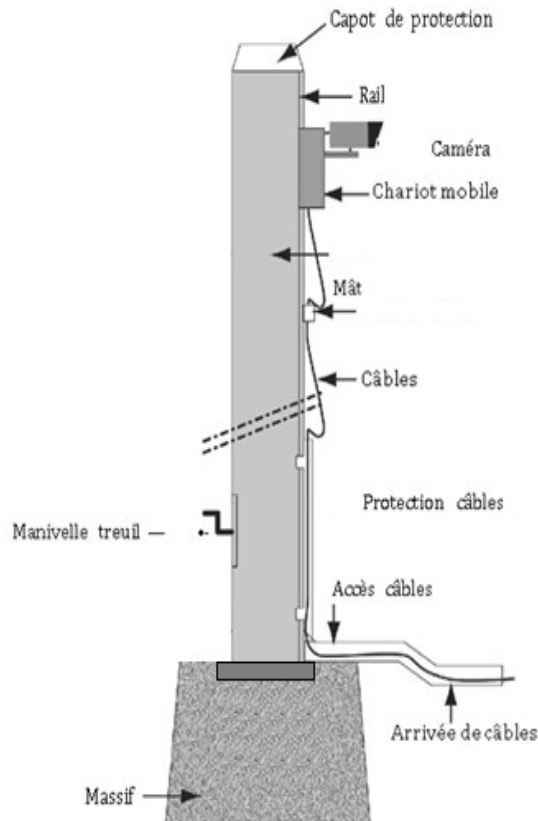
Le câble mécanique en acier galvanisé possède un coefficient de sécurité supérieur à 6 fois la charge. Le câble a une longueur suffisante pour assurer les 3 enroulements de base réglementaires sur le tambour du treuil.

Le diamètre du tambour, conformément aux normes, est supérieur à 20 fois la section du câble mécanique.

La montée descente s'effectue à l'aide d'un treuil manuel intégré dans le mât.

La conception du treuil interdit la descente de la structure par gravité. Un frein parachute, solidaire de la structure, double cette sécurité.

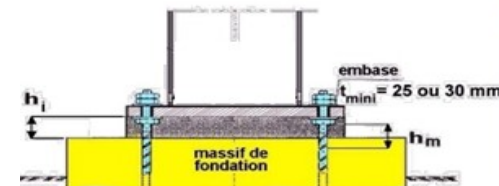
#### **Schéma de principe du mât :**

**Massif d'ancrage du mât :**

Pour les mâts d'une hauteur inférieure ou égale à 12 m, le mode de fixation du mât sur son assise est du type fixation sur platine d'ancrage.

Le mât sera solidaire d'une platine d'ancrage de dimensions appropriées et équipée de trous de fixation.

Cette platine d'ancrage sera consolidée par des tiges d'ancrage, assurant la jonction au massif béton. Une étanchéité (ou matage béton) sera réalisée entre la semelle de la platine d'ancrage et le massif.



L'assise des mâts est constituée d'un massif en béton armé.

Les massifs sont dimensionnés selon les caractéristiques des mâts vidéo en respectant la réglementation ainsi que de la zone de vent définie dans la DTU neige et vent 65 et en tenant compte notamment de la nature du sol.

Un fourreau sort du massif directement dans l'embase du mât, au droit du positionnement de la crémaillère.

Les massifs doivent être réalisés sur place et sont affleurants afin de permettre une circulation autour selon les besoins de l'exploitation et de la maintenance ; des protections antichute (type garde-corps) sont à installer.

**4.10.2 Massifs d'ancrage des structures (portique, haut-mât, ...)****Normes et documents de référence**

- Guide Technique du SETRA pour le dimensionnement des massifs de fondations de portiques, potences et hauts-mâts de novembre 1999 assorti des Compléments portant sur l'interface entre le support et la fondation de Juin 2000.
- Fascicule 65-B du C.C.T.G. : Exécution des ouvrages de Génie Civil de faible importance en béton armé.
- BAEL 91 révisé 99 et les fascicules 62 et 65A du C.C.T.G. :
- le fascicule n° 62 titre 1er - Section I du CCTG : "Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des « états limites » (BAEL 91 révisé 99),
- le fascicule n° 62 titre V du CCTG : "Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil",
- Norme NF EN 206-1 relative aux bétons de structure destiné aux ouvrages de génie-civil,
- Norme NF P 18-821 pour mortier de calage et de scellement.

Toutes normes ou recommandations publiées après celles énoncées dans ce présent C.C.T.P. et, qui les remplaceraient, se substitueront à celles-ci à la date de commencement des travaux.

**Généralités**

Les massifs seront en béton armé. Ils devront être arrêtés à environ 10cm au-dessus du niveau du terrain naturel environnant.

Ils constituent l'aire de propreté aux environs des montants.

Page 68



Au moins 72 heures avant tout coulage de béton, l'Entrepreneur devra prévenir le maître d'œuvre pour lui permettre de vérifier la mise en œuvre des armatures. Aucun coulage ne sera réalisé avant autorisation du maître d'œuvre. L'autorisation sera délivrée dès constatation de conformité.

Les enrobages sont conformes à l'article A.7.1. du BAEL 91 révisé 99.

Les cales d'enrobage susceptibles d'être déplacées lors de mouvements de ferrailage au bétonnage sont ligaturées aux armatures.

- Tiges d'ancrage

Les tiges de scellement seront en acier S 355 K2 G3 suivant les normes européennes EN 10.025, EN 10.045, et EN ISO 377 de diamètre M27 minimal, avec 27 millimètres de diamètre en zone non fileté. L'Entrepreneur fournira un document de son fournisseur de tiges garantissant l'utilisation de cet acier pour la fabrication de tiges d'ancrage. Les écrous sont freinés de façon impérative par des contre-écrous identiques aux écrous. L'utilisation de colles, de rondelles-freins, de freins de type Nylstop ou équivalent est interdite.

Le diamètre minimal extérieur des rondelles est double du diamètre nominal de perçage des embases.

La platine des différents montants, ainsi que l'extrémité des tiges d'ancrages doivent rester visibles et accessibles à tout moment.

La boulonnerie est serrée au couple, par un couple défini et suivant une procédure définie par l'entreprise et soumise à l'agrément du maître d'œuvre. Cette procédure doit permettre d'assurer et de mesurer le couple de serrage.

La partie supérieure des tiges d'ancrage, les écrous et contre écrous au-dessus de l'embase sont couvertes de cabochons, dispositifs souples et amovibles de protection anticorrosion des tiges d'ancrage, écrou et contre écrou au-dessus de l'embase.

Les cabochons doivent être étanches, souples et amovibles, et être remplis de graisse avant leur pose. Les matériaux utilisés pour les cabochons, de préférence un plastique thermo-rétractable, doivent présenter une garantie de bonne tenue aux UV. Ce matériau est proposé par l'entreprise à l'agrément du maître d'Œuvre.

Un trou de drainage positionné à la base d'un diamètre minimal de 30 millimètres doit permettre l'évacuation de toute l'eau ayant pu pénétrer par accident à l'intérieur du poteau encastré sur l'embase.

La distance entre le dessous de l'embase et l'arase de la fondation ( h<sub>i</sub> ) doit être :

- Inférieure à 4 fois le diamètre des tiges d'ancrage, pour éviter le risque de flambement des tiges d'ancrage.
- Supérieure à 30 mm.

Le coulis de remplissage est constitué d'un mortier de calage et de scellement conforme à la norme NF P 18-821 et titulaire du droit d'usage de la marque NF. Par ailleurs, l'entreprise proposera un produit et une procédure de mise en œuvre, et si possible les performances visées à diverses échéances (7 jours et 28 jours).

Le MOe vérifiera que le produit est bien sur la liste à jour des produits admis à la marque NF, que la procédure répond aux exigences du chantier et respecte la FTP (fiche technique produit), et le cas échéant fera prélever des éprouvettes 4x4x16 cm pour vérification des performances mécaniques.

#### **Fabrication, mise en œuvre et contrôle des bétons**

- Caractéristiques

Le béton pour les massifs de fondation sera livré à partir d'une centrale titulaire du droit d'usage de la marque NF-Béton Prêt à l'Emploi de conformité à la norme NF EN 206+A1 et au règlement NF 033.

Celle-ci sera soumise à l'agrément du Maître d'œuvre. La formulation complète du béton lui sera également soumise.

- Constituants

#### **Ciment :**

Le ciment pourra être choisi parmi les catégories CEM I, CEM II, CEM III A,B ou C, CEM V/A et de caractéristiques complémentaires « prise mer » (PM) et résistant aux sulfates (ES).

Il devra satisfaire à la norme NF EN 197-1 et devra être titulaire du droit d'usage de la marque NF-Liants hydrauliques dont la liste est consultable sur le site AFNOR.

Il conviendra de s'assurer que le ciment est compatible avec les granulats et les autres constituants du béton de façon à obtenir une rhéologie compatible avec les moyens du chantier et également de façon à éviter l'apparition des phénomènes d'alcali réaction : si la non réactivité des granulats ne peut être démontrée, le bilan alcalin total de la formule sera inférieur ou égal à 3 kg/m<sup>3</sup>.

#### **Granulats**

Les granulats seront conformes à la norme NF EN 12620 « Granulats pour béton » et de catégorie A au sens du chapitre 10 de la norme XP P 18-545 « Granulats – Éléments de définition, conformité et codification ». Le Maître d'œuvre pourra autoriser la catégorie B pour des critères peu critiques.

Les caractéristiques des granulats doivent respecter les spécifications définies dans le guide « Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel » édité par le LCPC en décembre 2003.

#### **Adjuvants**

Les adjuvants seront soumis à l'agrément du Maître d'œuvre. Ils seront conformes à la norme NF EN 934-2+A1 et titulaires du droit d'usage de la marque NF-Adjuvants.

#### **Eau de gâchage**

L'épreuve d'étude pourra être supprimée si la formule offre suffisamment de références d'emploi.

- Transport des bétons

Sauf dispositions particulières, la durée du transport ne doit pas être supérieure à 1h30 et la durée totale (transport + vidange) ne doit pas excéder 2h00.

Le transport des bétons est normalement effectué dans des camions malaxeurs. Ceux-ci sont équipés d'un tambour à deux vitesses, l'une pour l'agitation, l'autre pour le malaxage. Aucun ajout d'eau ou autres ingrédients ne peut intervenir, sur le chantier, sans l'accord du producteur de béton.

Chaque livraison de béton de structure est accompagnée du bordereau d'impression des pesées qui est visé par l'entrepreneur dans le cadre du contrôle interne. Ce document est également tenu à la disposition du maître d'œuvre.

- Epreuve de contrôle

Tous les bétons de classe supérieure à C25/30 sont soumis à l'épreuve de contrôle. Les essais réalisés dans le cadre de celle-ci ne relèvent pas des spécifications de la norme NF EN 206-1 qui s'appliquent aux contrôles de production et de conformité de l'installation de fabrication. Ils sont effectués par un laboratoire de contrôle qui doit, soit être accrédité COFRAC, soit avoir subi, avec succès et moins d'un an avant le premier essai, un audit basé sur un référentiel d'accréditation équivalent. Ils font l'objet de rapports qui doivent être transmis au maître d'œuvre au fur et à mesure de l'obtention des résultats. Il est effectué un prélèvement par plot d'ancrage.

Un prélèvement comprend :

- une mesure de consistance,

- la confection de trois éprouvettes cylindriques pour la détermination de la résistance à la compression à 28 jours, le résultat applicable au prélèvement étant la moyenne arithmétique des mesures effectuées sur ces trois éprouvettes.

Les charges correspondantes sont choisies au hasard, par exemple en les désignant par leurs numéros d'ordre avant le début de la fabrication. Toutefois, un prélèvement supplémentaire peut être effectué sur toute autre gâchée ou charge à la demande du maître d'œuvre.

De plus, il est effectué par l'entrepreneur au minimum deux essais de consistance de béton frais sur chaque camion de livraison (un essai avant la mise en œuvre et un essai au cours de la mise en œuvre).

Les éprouvettes de béton sont conservées sur chantier conformément à la norme NF EN 12390- 2.

Les dispositions pour obtenir ces conditions de conservation sont à la charge de l'entrepreneur, qui doit les préciser dans son PAQ. Le respect de la fourchette des températures est obligatoirement contrôlé avec un thermomètre mini/maxi maintenu à proximité des éprouvettes.

La fourniture du béton pour éprouvettes est à la charge de l'entrepreneur.

Critère de conformité de la résistance à la compression à vingt-huit jours : les résultats de résistance doivent être interprétés selon les tableaux de l'article 86.1.2 du fascicule 65 du CCTG

#### 4.10.3 Dalle de propreté

Pour faciliter l'entretien ultérieur, une dalle béton de propreté d'une épaisseur de 0,20m sera réalisée à l'aplomb du caisson autour du massif.

La dalle sera coulée en place en béton armé C 25/30, classe d'exposition XC4, classe de chlorure CL04, Dmax 20.

La pente pour l'évacuation des eaux sera comprise entre 1 % et 3 %.

Les caractéristiques et la mise en œuvre du ferrailage devront notamment répondre aux normes NF A 35-015, NF A 35-016, NF A 35-027 et aux fascicules 62 et 65a du CCTG.

#### 4.10.4 Muret de soutènement

Lorsqu'un massif de mât et/ou une dalle de propreté d'une armoire technique se trouveront en bordure d'un pied de talus, il sera nécessaire de réaliser un muret de retenue des terres d'épaisseur 20 cm, sur une semelle de fondation.

Les murets seront en béton armé C 25/30, classe d'exposition XC4, classe de chlorure CL04, Dmax 20.

Les caractéristiques et la mise en œuvre du ferrailage devront notamment répondre aux normes NF A 35-015, NF A 35-016, NF A 35-027 et aux fascicules 62 et 65a du CCTG

#### 4.10.5 Tranchées et fouilles

##### Généralités

Pour réaliser le raccordement des PMV aux réseaux d'énergie et de transmission, l'Entrepreneur aura la charge de :

- La pose et la fourniture de fourreaux de 63 mm destinés à l'énergie et la transmission,
- D'assurer l'adéquation entre le diamètre des câbles respectifs et les fourreaux mis en place,
- La fourniture, le tirage du câble d'alimentation électrique et son raccordement,
- La fourniture, le tirage du câble FO ainsi que travaux de dérivation et raccordement,
- la fourniture, le tirage du câble de transmission cuivre et son raccordement,

##### Ouverture de la tranchée

Les tranchées et fouilles seront exécutées soit à la pelle mécanique, soit à la main, lorsque l'emploi d'un engin mécanique sera impossible ou dangereux pour l'utilisateur et les équipements (à proximité des dalles, de l'arrivée énergie et à moins d'un mètre du réseau enterré).

Le tracé de la tranchée doit être le plus rectiligne possible.

Les fouilles seront exécutées à sec, l'entreprise devant assurer les détournements d'eau et les épuisements éventuels.

En règle générale, la tranchée pour pose des câbles aura pour dimensions :

- Largeur 0,40m minimum,
- Profondeur 0,80m minimum.

La profondeur des fouilles doit être calculée pour que la charge de recouvrement des fourreaux soit de 0,60m minimum.

Le fond de la tranchée devra être soigneusement nivelé. Il ne présentera pas d'aspérité d'une hauteur supérieure à 5cm.

##### Remblaiement des fouilles

Le remblaiement et le compactage devront être effectués au fur et à mesure de l'avancement des travaux et conformément à la note technique sur le compactage des remblais de tranchée du SETRA.

Le sable de rebouchage et d'enrobage sera du sable de granulométrie 0/2 conforme à la norme NF P 18304.

Il s'agira de sable alluvionnaire ou sable de dune classe D1 - RTR, avec un poids de tamisat au tamis 0,4mm < 50% et une valeur de ES > 50.

Il ne devra pas contenir d'éléments dont la plus grande dimension dépasserait 5 mm.

Le remblaiement des tranchées en terrain naturel - accotement et talus - s'effectuera de la manière suivante :

- Cinq (5) centimètres de sable,
- Trois (3) fourreaux Ø63 mm TPC,
- Dix (10) centimètres de sable au-dessus de la génératrice supérieure du dernier fourreau,
- Vingt (20) centimètres de remblai avec les matériaux provenant des déblais, expurgés de tous les éléments susceptibles d'endommager les fourreaux,
- Le dispositif avertisseur,
- Remblaiement de la tranchée avec des matériaux sains identiques à deux enlevés jusqu'au niveau du sol,
- Compactage et nivellement du sol,
- Remise en place des terres végétales.

Le remblaiement sous bande d'arrêt d'urgence s'effectuera de la manière suivante :

- Cinq (5) centimètres de béton excavable,
- Trois (3) fourreaux Ø63 mm TPC,
- Dix (10) centimètres de sable au-dessus de la génératrice supérieure du dernier fourreau,
- Vingt (20) centimètres de béton,

- Le dispositif avertisseur,
- Remblaiement de la tranchée avec un matériau identique au corps de chaussée compacté jusqu'à 6 cm au-dessous du niveau de la chaussée finie.
- Le remplissage de la tranchée se terminera par un enrobé bitumineux de type BBSG 0/10 classe 3 sur une épaisseur de 6cm après compactage. L'enrobe sera conforme aux normes NF P 98-116, NF P 98-130, NF P 98-134, NF P 98-150). Ses caractéristiques et la technique de mise en œuvre devront répondre aux prescriptions du maître d'œuvre et recevoir son VISA avant exécution des travaux.

#### **Matériau avertisseur**

Le dispositif avertisseur sera conforme à la norme NF T 54 080, il sera de couleur verte pour la transmission et rouge pour l'énergie. Il sera soigneusement déroulé en continu dans les tranchées partiellement remblayées soit à environ 20cm du niveau final.

#### **Enlèvement des matériaux en excédant**

Tous les matériaux excédentaires, extraits des fouilles seront évacués par le Titulaire, à l'exception de la terre végétale nécessaire aux reprises.

#### **Réfection des revêtements**

La réfection des revêtements détruits ou altérés est incluse dans le marché. Tous les revêtements seront remis après travaux à l'identique de la situation avant travaux.

#### **Fourreaux**

Ils sont de Ø 63 mm minimum annelés extérieurs, lisses intérieurs.

A chaque extrémité, les fourreaux seront munis d'un capuchon en plastique pour éviter toute intrusion de matériaux divers à l'intérieur. Ces bouchons seront adaptés aux types et diamètres des fourreaux.

Toutes précautions doivent être prises pour éviter toute introduction de corps étrangers dans les tuyaux.

Chaque fourreau sera aiguillé après mise en place. Tout fourreau utilisé doit être réaiguillé.

#### **Réalisation de la mise à la terre**

La terre ne pourra excéder 30 ohms mesurés sous 500 volts.

Elle sera réalisée par une méthode adaptée à l'obtention et à la pérennité d'une telle valeur. Les dispositifs nécessaires (piquets, grillages, câbles) seront implantés en fond de fouille de massif et éventuellement de tranchée. La terre est ramenée au pied du montant côté accotement par une câblette cuivre recuit de 25 mm<sup>2</sup> de section. La méthode de réalisation sera soumise au préalable à l'avis du maître d'œuvre.

S'il est nécessaire de procéder à des raccordements de conducteurs de terre enterrés, ceux-ci seront réalisés par brasure à basse température à l'exclusion de tout autre procédé. Ils seront faits exclusivement dans des regards pour être visibles.

Tous les éléments constitutifs du haut-mât seront soigneusement interconnectés et reliés au réseau général de terre.

En présence d'un équipement préexistant sur site, les câbles de terre seront interconnectés.

#### **Garde-corps**

Dans le cas d'implantation particulièrement défavorable pouvant conduire à un dénivelé de plus de 1m entre le sol de la dalle et le terrain naturel (fort talus, par exemple), la dalle de propreté sera équipée d'un garde-corps en tube creux acier galvanisé S235, de diamètre  $\varnothing$  27,9 mm et d'épaisseur 2,9 mm conformément à la norme NF P 99254, afin de garantir la sécurité des opérateurs appelés à y intervenir.

#### **Chambres de tirage et de raccordement**

Il s'agira d'une chambre de type L1T, L2T ou L3T.

Elle sera couronnée par un couvercle en fonte conforme aux normes NF P 98311, 98312 et 98313. Il devra être apte à pouvoir supporter une charge de 250 KN (KiloNewtons).

Si une chambre est positionnée sur un réseau existant, les fourreaux utilisés devront être décalottés de la longueur de la chambre moins 10 cm de part et d'autre.

Après réalisation préalable du terrassement nécessaire à sa mise en œuvre, chaque regard préfabriqué sera scellé en place, et son horizontalité, soigneusement réglée au niveau.

Le niveau fini du regard muni de son couvercle sera celui du terrain naturel. Les déblais de terrassement seront évacués à la décharge publique.

L'arrivée des fourreaux dans la chambre sera soignée, après le percement préalable de la chambre, les fourreaux seront alignés à l'horizontal et enrobé de béton par coffrage.

L'extrémité des tubes devra être saillante d'au moins 1.5cm et elle devra être obturée (de manière amovible) après tirage du ou des câbles.

Les chambres de tirage et de manière générale les regards implantés en pleine terre seront entourées d'un béton de propreté d'une largeur de 50cm et d'une épaisseur de 10cm.

#### **Nettoyage et remise en état des lieux**

Le Titulaire devra veiller, en permanence, à la propreté du chantier et procéder aux nettoyages prescrits par le maître d'œuvre.

Si les matériaux (remblais, terre végétale, etc.) sont répandus accidentellement sur les voies routières et sur accotements, le Titulaire sera tenu de procéder immédiatement et obligatoirement, sous la direction du maître d'œuvre, au balayage et au nettoyage des lieux, avec arrosage sous pression si besoin est.

Les ouvrages qui auront été modifiés ou détériorés par le fait des travaux, et notamment par l'évolution des engins ou dépôts de matériaux ou de matériels, seront remis dans l'état où ils étaient initialement, par les soins et aux frais du Titulaire sous la direction du maître d'œuvre.

Si une chambre existante est utilisée et donc percée, un masque devra être réalisé.

Avant toute intervention, un état des lieux contradictoire devra être réalisé afin que le site puisse être restitué dans son état initial.

## 5 PROVENANCE ET QUALITÉ DU MATÉRIEL

### 5.1 GÉNÉRALITÉS

Les produits fournis, ainsi que leur mise en œuvre, sont conformes aux prescriptions et recommandations des normes et textes réglementaires français/Européen.

En cas de contradiction entre différentes normes et réglementations, c'est le texte le plus restrictif qui sera appliqué.

Si, pour un matériel déterminé, il n'existe pas de réglementation particulière et/ou avis technique français, le Titulaire proposera au Maître d'Œuvre le matériel qu'il jugera approprié et répondant aux normes européennes et/ou internationales et lui remettra toutes justifications, éventuellement associées à leur traduction en langue française, permettant d'apprécier la bonne qualité de ce matériel (procès-verbaux d'essais, références, etc.).

Tout changement de nature ou d'origine d'un produit demeure expressément subordonné à l'accord préalable du Maître d'Œuvre. Ce visa ne pourra pas avoir pour effet de dégager le Titulaire de ses responsabilités.

Les matériaux et fournitures devront être de première qualité. Ils seront soumis avant leur approvisionnement et leur emploi à l'examen du Maître d'Œuvre. Ceux qui seront jugés comme ne représentant pas les qualités requises ou comme n'étant pas convenablement façonnés devront être immédiatement déposés, enlevés, remplacés ou refaits sans que le Titulaire puisse prétendre à la moindre indemnité.

Les matériaux, métaux, appareils qui ne rempliraient pas rigoureusement les conditions stipulées au Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) seront refusés. Ils seront enlevés par le Titulaire à ses frais.

En cas d'inexécution, et pour la bonne marche du chantier, les matériaux refusés pourront être enlevés par le Maître d'Œuvre et stockés dans un dépôt de son choix, aux frais et aux risques du Titulaire.

### 5.2 CONTRAINTES D'ENVIRONNEMENT

Les performances des équipements, les conditions d'installation et la conservation des matériels devront satisfaire aux conditions suivantes (la codification est celle des normes internationales ou européennes).

Le présent chapitre a pour unique objectif d'attirer l'attention quant au choix des matériels – les contraintes ci-après doivent dans tous les cas avoir été prise en compte au niveau des spécifications des équipements et/ou de la mise en œuvre.

#### 5.2.1 Environnement

##### Conditions climatiques :

- Équipements situés à l'air libre : codes AA6 ( $-40^{\circ}\text{C} < T < +70^{\circ}\text{C}$ ).
- Équipements situés dans les locaux : code AA5 ( $+5^{\circ}\text{C} < T < +40^{\circ}\text{C}$ ).
- Hygrométrie de 20 % à 95 % pour une température ambiante de  $40^{\circ}\text{C}$  : code AB4.

Les éléments ne supportant pas ces conditions extrêmes seront nécessairement protégés en conséquence.

### 5.2.2 Actions d'exploitation

#### Conditions Charges de vent

L'ensemble des équipements (panneaux, support, massif, ...) et leur fixation et ancrage seront dimensionnés selon Eurocode 1 Actions sur les structures NF EN 1991-1-4 2005 et la norme XP P 98 - 550-1 (mai 2008) en utilisant les contraintes liées à la zone dans laquelle se trouve chacun des sites de travaux.

Pour les ouvrages de signalisation de type portique, potence et haut mât, le dimensionnement sera établi selon la norme XP P 98-550-1 (mai 2008).

#### Charges d'exploitation (maintenance)

Pour les ouvrages de signalisation de type portique, potence et haut mât, il sera appliqué la norme XP P 98-550-1 en considérant une charge d'exploitation sur tous les ouvrages, même pour ceux non équipés de dispositifs d'accès (passerelle) :

- Portique : 270 daN (non pondérée) en milieu de traverse.
- Potence, haut mât : 270 daN (non pondérée) en bout de bras

Dans le cas de mise en place d'une passerelle de maintenance au niveau du sol ou sur supports d'accotement, il sera pris en considération une charge d'exploitation non pondérée de 150 daN/m<sup>2</sup>.

De plus, pour les gardes corps, il devra être pris en considération pour le dimensionnement une charge linéaire horizontale sur la rambarde supérieure de 100 daN/ml (non pondérée).

#### Effet de la température

Les effets de variation de température seront définis en considérant une plage température de  $-30^{\circ}/+45^{\circ}\text{C}$  par rapport à la température de fabrication.

### 5.3 RÉEMPLOI D'ÉQUIPEMENTS

Le réemploi d'équipements est interdit sauf pour ceux spécifiés au présent CCTP et appartenant au Maître d'Ouvrage.

La responsabilité quant à la provenance et aux caractéristiques techniques des équipements réemployés incombe alors au Maître d'Ouvrage.

Dans ce cas, il appartient au Titulaire de vérifier la compatibilité de ces équipements réemployés avec le reste des installations réalisées, et en cas de doute, de proposer des équipements neufs.

Le Titulaire demeure néanmoins responsable des prestations prévues éventuellement au CCTP.

### 5.4 FABRICATION

Afin d'harmoniser les matériels et de réduire le nombre de pièces de rechange, le Titulaire veillera à ce que tous les matériels de mêmes caractéristiques proviennent d'un même fournisseur.

Tous les éléments des équipements susceptibles d'usure ou de panne devront être constitués de parties amovibles permettant leur remplacement facile et économique sans nécessiter, si possible, le remplacement complet de ces organes.

### 5.5 APTITUDE À LA MAINTENANCE

Le matériel et son installation devront être conçus pour permettre un entretien aisé et efficace. Le Titulaire devra répondre, pour chaque composant, aux exigences suivantes :

- Accessibilité commodité ;



- Modularité et interchangeabilité des éléments ;
- Possibilité de consignation ;
- Possibilité de manutention ;
- Utilisation d'outillage normalisé et approprié ;
- Facilité de réglage.

En particulier, les divers organes (câbles, appareillages) seront accessibles pour l'entretien courant, et des panneaux démontables seront installés partout où nécessaire pour faciliter l'accès aux éléments à entretenir et à dépanner, ainsi que pour leur démontage.

Toutes les pièces soumises à usure seront interchangeables.

Le Titulaire doit indiquer et prévoir dans sa fourniture l'outillage spécial nécessaire et les différents niveaux d'intervention des opérations de maintenance appliquées au système proposé.

## 5.6 TRANSPORT – MANUTENTION – STOCKAGE

Les approvisionnements sont à exécuter en temps utile et avec les plus grandes précautions, pour que le matériel posé soit intact, en parfait état de conservation et de fonctionnement.

Les matériels seront livrés sous un emballage devant assurer une protection suffisante du matériel contre toutes les détériorations.

Les matériels seront réceptionnés à leur arrivée sur le chantier et avant leur montage par le Titulaire selon les modalités définies dans le Plan d'Assurance Qualité. Ces matériels resteront sous la responsabilité du Titulaire jusqu'à la réception du marché. Toute pièce reconnue défectueuse, détériorée ou volée jusqu'à cette date sera remplacée aux frais du Titulaire, dans les délais impartis par le Maître d'Œuvre. Le stockage provisoire et le gardiennage est à la charge du Titulaire durant cette phase d'exécution des travaux.

Aucun délai supplémentaire d'exécution des travaux ne sera accordé au Titulaire pour permettre le réapprovisionnement des matériels détruits ou volés.

Le Titulaire ne pourra présenter aucune réclamation ou frais supplémentaires, au titre des conditions d'accès aux différents lieux de stockage et à la réglementation des voies les desservant

## 5.7 SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES DES PMV

### 5.7.1 Caissons

#### Constitution

Le caisson constitue l'enveloppe des modules d'affichage et des organes associés. Il est constitué d'une face avant qui assure la protection mécanique des composants et laisse passer les émissions lumineuses qui représentent les caractères et le pictogramme, et d'une face arrière qui permet l'accès aux composants électriques, électroniques, optiques et aux servitudes associées.

Le caisson présentera, au minimum, les caractéristiques suivantes :

- L'enveloppe répondra aux degrés de protection minimum ci-après, spécifiés et définis par les normes NF EN 60 529 (C 20-010) pour la protection contre la pénétration de corps solides étrangers et d'eau (IP 55), et NF EN 50 102 (C 20-015) pour la protection contre les impacts mécaniques externes (IK 08),

Le caisson offre la possibilité d'accéder directement et aisément, par l'arrière du panneau, aux organes essentiels et vitaux dont le dépannage doit pouvoir être effectué rapidement,

le caisson offre la possibilité de procéder aisément de l'arrière aux travaux de nettoyage des éléments lumineux et au contrôle visuel de leur fonctionnement. Le nettoyage ne présentera pas de risques pour les composants électriques ou électroniques.

L'accès au caisson se fait par des portes arrière. Elles disposeront d'un système de fermeture multipoints avec une seule serrure quart-de-tour, avec poignée de manœuvre et serrure spécifique tunnel (la même que pour les CAES), et seront équipées de vérins pour maintien en position ouverte.

L'offre mentionnera la méthode permettant de changer

- Une carte afficheur physiquement atteint,
- La face avant.

#### Climatisation du caisson

Toutes les dispositions seront prises pour qu'on ne puisse jamais trouver d'eau (en phase liquide ou solide) à l'intérieur du caisson.

Pour ce faire, le caisson pourra être équipé d'un dispositif de chauffage voire de ventilation régulée et de puissance adaptée.

Si tel est le cas, le dispositif de chauffage sera conçu pour éviter tout risque de brûlure par contact direct en référence à la norme NF EN 563, la durée de contact étant fixée à 10 secondes. Les mesures de protection du type organisation et protection individuelle ne sont pas admises. Chaque caisson doit être équipé d'un thermostat propre. Les thermostats seront repérés par des étiquettes indiquant les températures de consignes. Les ouïes nécessaires à la ventilation seront munies de protections contre les rongeurs (grillage à mailles fines en acier inoxydable) et de filtres préservant la propreté intérieure des caissons.

Un capteur de température sera intégré au caisson et raccordé au Pilote Informatique de Panneau (PIP). En cas de température interne supérieure à 85°C, une alarme vers celui-ci sera générée.

### 5.7.2 Afficheurs

Les afficheurs sont constitués de l'ensemble des sous-modules destinés à constituer les lignes de caractères d'une part et le pictogramme d'autre part. Ces éléments sont regroupés dans le caisson. Ils doivent être complétés par les éléments nécessaires à la climatisation du caisson tels que :

- Cordons chauffants,
- Organes de ventilation (mécanique ou électrique),
- Thermostats réglables.

#### Caractéristiques générales

La conception des afficheurs devra permettre :

- D'augmenter le contraste,
- De diminuer la luminance de fond,
- De minimiser l'échauffement des sources lumineuses causé par le rayonnement solaire.

#### Caractéristiques dimensionnelles

Les caractéristiques dimensionnelles des afficheurs littéraux et pictogrammatiques sont respectivement conformes aux normes NF P 98-564 et NF P 98-561.

#### Technologie

Les afficheurs sont réalisés à l'aide de diodes électroluminescentes (LED). Chaque point lumineux élémentaire (pixel) est formé de plusieurs LED.

#### **Afficheurs pictogrammes**

L'afficheur est constitué d'une matrice permettant l'affichage du pictogramme de très grande gamme. La matrice aura une définition minimale de 64 pixels par 64 pixels.

L'entreprise intégrera la bibliothèque des pictogrammes fournie par le Maître d'œuvre.

En outre, l'Entrepreneur fournira des représentations graphiques ou photographiques permettant d'apprécier la qualité graphique en fonction de la définition du pictogramme qu'il propose.

Cette bibliothèque pourra être modifiée suivant les besoins de l'exploitant.

#### **Homogénéité de l'affichage**

Des dispositions constructives devront être prises pour assurer, sur l'ensemble de l'angle de vue :

- Une luminosité uniforme pour l'ensemble des LED d'un pixel,
- Une luminosité uniforme sur l'ensemble des pixels constituant un sous-module,
- Une luminosité uniforme sur l'ensemble des sous-modules constituant le pictogramme ou une ligne de caractères alphanumériques.

L'alignement sera conservé lors du remplacement d'un sous-module sans nécessité de réglage. L'écart d'orientation (y compris celui dû au placement de la LED dans son boîtier), devra être tel que les écarts de luminosité ne dépassent pas 20% dans une direction quelconque.

#### **Intensité lumineuse**

La conception des afficheurs permet une modification fonctionnelle de l'intensité lumineuse.

Le nombre de niveaux prescrit est au minimum de quatre. Ils permettent d'assurer les fonctions suivantes :

- Nuit,
- Jour,
- Surbrillance.

Deux cellules photoélectriques disposées à l'avant et à l'arrière du panneau permettront d'adapter l'intensité lumineuse des modules en fonction de la luminosité ambiante ou du contraste à réaliser (ensoleillement à l'arrière du panneau).

Le choix entre les niveaux de luminosité pourra se faire soit en mode automatique (correction en fonction de l'ambiance), soit en mode commandé (par l'envoi d'une commande LCR au PIP). L'algorithme de choix du mode automatique sera précisé par le fournisseur du PMV et pourra faire l'objet d'une recette usine.

Une commande LCR permettra de lire la valeur courante des cellules photo-électriques (pour vérifier leur activité).

#### **Stabilité de l'affichage**

Toutes les sources lumineuses devront avoir subi si nécessaire un vieillissement préalable, pour que leurs caractéristiques soient stabilisées. Il ne devra pas être nécessaire de modifier l'ajustage de l'intensité lumineuse avant dix mille heures de fonctionnement.

#### **Protection thermique des LED**

La conception des caissons des panneaux à LED devra assurer une limitation de la température des LED, quelles que soient les conditions climatiques.

La température relevée au contact des LED, ne devra jamais sortir de la gamme pour laquelle la durée de vie, les performances colorimétriques et photométriques sont garanties par le fournisseur.

Une protection thermique supplémentaire devra interrompre le fonctionnement de l'affichage lorsque la température ambiante moyenne du caisson dépassera une valeur incompatible avec les contraintes précédentes. Ce dispositif de protection ne devra pas se déclencher en service normal. Le déclenchement de ce dispositif de protection sera considéré comme un dysfonctionnement. Il provoquera une erreur majeure du module de limitation thermique conduisant le panneau au repli.

#### **Protections des circuits de commande**

Tous les circuits de commande seront protégés individuellement par des disjoncteurs de type C60H. Les fusibles sont interdits.

#### **Contrôle des sources lumineuses**

À tout moment, il sera possible de connaître l'état de chacun des circuits constituant chaque pixel.

Le contrôle doit concerner l'ensemble des sources. Pour chacune des sources, il vérifie sa conformité à l'état prescrit. À noter que ce contrôle ne présume en rien de la capacité d'une source éteinte de pouvoir s'allumer et vice versa.

Le bornier des caissons permettra de vérifier facilement l'intensité fournie aux afficheurs.

#### **Caractéristiques optiques**

Pour les matériels nouveaux ou adaptés de matériels homologués qui n'auraient pas encore fait l'objet d'une homologation, l'Entrepreneur prévoira dans son offre :

- La fourniture des spécifications précises de l'équipement proposé,
- Le dossier des essais d'homologation,
- La notice explicitant les différences avec le matériel éventuellement homologué. Ces prescriptions s'appliquent à l'ensemble des spécifications du PMV.

En outre, l'Entrepreneur devra présenter dans son offre les éléments suivants :

- Luminance d'un caractère dont tous les pixels sont allumés (Ls),
- Luminance du fond du panneau (Lf),
- Contraste.

#### **Caractéristiques photométriques Luminance**

Les caractéristiques de luminance des éléments telles que définies dans la norme EN12966-1 seront au minimum de niveau L2.

Les rapports de luminance tels que définis dans la norme EN12966-1 seront au minimum de niveau R1.

Les caractéristiques colorimétriques telles que définies dans la norme EN12966-1 seront au minimum de niveau C1.

Les largeurs de faisceau lumineux, telles que définies dans la norme EN12966-1 seront au minimum de classe B1.

### 5.7.3 Feux flash

Les PMV en section courante sont équipés en complément de deux feux flash. Les feux flash seront de type à diode de diamètre 300 et de couleur jaune. Ils doivent être bien perçus de nuit comme de jour sans être éblouissants.

La position des feux flash par rapport à l'ensemble d'affichage ne devra pas altérer la lisibilité du message, notamment de nuit.

Ils seront clignotants, alternat et fixe. Ils devront posséder un système de bascule pour permettre la maintenance. L'état des feux flash devra être transmis au PIP.

#### **Caractéristiques électriques**

L'appareil doit conserver ses caractéristiques optiques lorsque la tension d'alimentation varie par rapport à la tension nominale : de -13% à +10% dans le cas d'un appareil alimenté par le réseau.

#### **Caractéristiques optiques**

La fréquence de clignotement du feu doit être comprise entre 55 et 75 éclats par minute.

Pour un cycle de clignotement, on doit avoir « durée de l'éclair / durée du cycle » < 0,6

### 5.7.4 Armoire de commande du PMV

A chaque ensemble à messages variables est associée une armoire de commande. L'armoire de commande sera intégrée dans le caisson du PMV.

Le titulaire fournira une armoire dotée des équipements suivants (hors indication contraire) :

- L'ensemble des équipements électroniques permettant le fonctionnement du sous- ensemble, ainsi que son alimentation spécifique,
- Un coffret tête de câble fibre optique le cas échéant,
- Les protections des afficheurs,
- Un parafoudre de type 2 a continuité de service sur l'arrivée énergie,
- Un parafoudre RJ45 le cas échéant,
- Les borniers de raccordement,
- Prises de maintenance,
- Départs pour alimentation d'un équipement de transmission et 3 départs de réserve,
- Un support de type rail DIN permettant de fixer un équipement de transmission type RS 20 (fourniture de l'équipement hors marché),
- L'armoire comportera également une place disponible minimum de 1 000 cm<sup>2</sup> et de largeur minimale 20 cm. Cet emplacement sera équipé d'une grille de fond.
- Et tout dispositif nécessaire au bon fonctionnement de l'équipement.

Toutes les entrées et sorties de câbles s'effectueront au moyen de borniers. Les borniers seront définis suivant la section des câbles et les signaux transitant sur ces câbles. Ils pourront être de type à vis ou sectionnables.

L'armoire sera munie d'un éclairage à linonite, ce système d'éclairage permettra les interventions de nuit.

Chaque matériel installé dans l'armoire sera protégé contre les surtensions et risques de foudre du côté alimentation BT et du côté transmission. La solution proposée par le Titulaire sera soumise à l'approbation du Maître d'œuvre.

L'armoire sera équipée d'un système de chauffage et e ventilation. À l'intérieur de la porte de l'armoire seront prévus :

- Un emplacement permettant de recevoir la documentation et le plan de câblage électrique,
- Un support rabattable pour recevoir un appareil de test (PC portable).

#### **Câblage**

La plus grande attention sera portée à la lisibilité du câblage.

Le cheminement des câbles dans le panneau devra être organisé afin de respecter la séparation des courants forts et des courants faibles. Les câbles ne présenteront pas de sur-longueur hormis celle strictement nécessaire au raccordement.

Les câbles seront repérés aux deux extrémités à l'aide de dispositifs imperdables et seront munis d'embouts de connexion sertis pour le câblage arrivant sur des borniers, ou de connecteurs verrouillables détrompés dans les autres cas.

Les câbles seront protégés dans des goulottes

#### **Étiquetage**

Tous les matériels, qu'il s'agisse de câbles, d'armoires, de baies, de coffrets, de racks, de cartes, de borniers, ou de bornes seront repérés par étiquetage.

Le principe de repérage sera soumis à l'approbation du maître d'œuvre. Il devra être clair, cohérent et non ambigu. Les codes de repérage seront précisément reportés dans la documentation.

Dans le cas général, les étiquettes seront gravées. La gravure sera bicolore avec un contraste maximum. La fixation des étiquettes par collage est interdite.

Les étiquettes seront en principe, fixées solidairement à l'organe à identifier. Dans le cas où cela s'avérerait impossible, l'étiquette devra être placée de manière à éviter toute ambiguïté sur l'organe à identifier ; elle sera pour cela préférentiellement fixée dans le plan vertical, immédiatement sous cet organe. Les emplacements des étiquettes seront choisis de manière à rendre le libellé aisément lisible, sans nécessité de démontage ou de déplacement de matériels.

#### **Identification du PMV**

Le panneau devra être muni d'une plaque d'identité sur le caisson. La plaque d'identification devra avoir les caractéristiques suivantes :

- Plaque d'aluminium gravée, et rivetée ou soudée,
- Dimensions : environ 100 mm x 50 mm x 2 mm.

Elle devra au minimum porter les indications suivantes :

- Nom du constructeur,
- Numéro de série,
- Référence du marché,
- Date de fabrication.

#### **Dimensionnement**

Une réserve de 30 % (en surface plane) sur le taux d'occupation total des équipements à l'intérieur de l'armoire devra être aménagée pour recevoir d'éventuels équipements supplémentaires. Pour cela, cette réserve doit comprendre une platine fixée à la structure et équipée de rails DIN afin de pouvoir y fixer des équipements supplémentaires.

#### **Contenu de l'armoire de commande du PMV**

A l'intérieur de cette armoire se trouvera un ensemble électrique

Il sera constitué d'un module d'alimentation disposant d'un disjoncteur avec les caractéristiques adaptées. Ce dernier permettra la mise hors tension de la totalité de l'équipement à l'exclusion des prises d'énergie destinées à la maintenance.

Le disjoncteur est placé sur un rail DIN il sera équipé d'un dispositif de réarmement automatique accolé avec lequel il est mécaniquement compatible. Le délai de réarmement automatique sera réglable dans une plage minimum de 6s à 10 heures. Un dispositif assurant la fonction de sectionneur sera installé en amont du dispositif de réarmement automatique. Ce sectionneur coupera l'alimentation de l'ensemble de l'armoire de commande.

Le module alimentation disposera aussi de deux prises électriques de service protégées par disjoncteur différentiel haute sensibilité (30 mA/6 A). La mise hors tension des prises de courant de service doit pouvoir intervenir indépendamment de la mise hors tension de l'équipement

L'entreprise prévoira un départ 12V 500 mA minimum, secouru par le PMV et permettant d'alimenter l'équipement de transmission. Le secours de cette alimentation devra être assuré pour une durée minimum de 30 mn.

Le sectionneur de tête sera clairement identifié et surmonté de la mention « A couper avant toute intervention ».

Un bouton poussoir permettra d'enclencher le test du panneau, un retour d'information se fera sur voyants.

#### **Source d'énergie interne**

L'ensemble sera équipé d'une source d'énergie interne destinée à assurer le fonctionnement correct des cartes électroniques et de l'équipement de transmission durant une coupure d'énergie principale.

Dans cet état, l'information « coupure secteur » sera renvoyée au pilote. La source d'énergie interne sera dimensionnée pour assurer une autonomie de l'alimentation des cartes électroniques (hors sources lumineuses) et des équipements de transmission, durant un temps minimum permettant la remontée au frontal de l'information secteur absent, sachant que le temps maximum entre 2 interrogations du PMV par le frontal sera de 30 minutes.

#### **Conformité électrique**

Le PMV fera l'objet d'une expertise électrique de la part d'un contrôleur technique (prestataire extérieur désigné par le maître d'ouvrage).

Ce contrôle permettra de s'assurer de la conformité aux différentes normes électriques qui s'appliquent et notamment aux aspects traitant de la sécurité des personnes.

Le titulaire devra réaliser la mise en conformité si celle-ci n'est pas avérée.

#### **5.7.5 Alimentation électrique du panneau**

Le panneau est alimenté par un réseau permanent 230 Volts alternatif monophasé 50HZ. Ses caractéristiques de fréquence sont celles des réseaux publics de distribution (NF EN 50160).

#### **5.7.6 Chemins de câble**

Ils sont conformes à la norme NFA 50451 et doivent avoir un indice de résistance mécanique R24. Les chemins de câbles utilisés se présentent sous forme de goulottes à parois pleines, intégrant un fourreau PVC de 100mm et un câble de terre de 25mm<sup>2</sup>. Ils sont munis d'un couvercle fixé par clips.

#### **5.7.7 Pilote Informatique de Panneau (PIP)**

Le rôle de cet équipement est, pour le PMV, d'une part d'élaborer physiquement les messages commandés par un centre d'exploitation, et d'autre part de synthétiser les messages de comptes rendus issus du panneau. Il informe le frontal de commande à la demande de celui-ci, de l'état du panneau qu'il gère. Il exécute les traitements sécuritaires liés aux défaillances du panneau.

Le PIP est disposé dans l'armoire de commande. En plus des éléments de gestion et de commande, il est destiné à recevoir un boîtier de raccordement d'équipement.

Le PIP proposé devra être natif IP, pour cela il disposera de deux ports Ethernet. Le PIP dispose également de 2 ports de communication RS232 (V24-V28) minimum. L'un est destiné prioritairement à la communication avec le Poste Central (port modem), le second, avec un terminal de maintenance.

Les commandes sont interprétées par le PIP de façon identique qu'elles émanent d'un port quelconque ; en cas de commandes simultanées, celle issue du port terminal est prioritaire.

Le terminal de maintenance doit pouvoir être relié au port terminal du PIP.

La configuration des PIP devra pouvoir être sauvegardée. Ainsi, en cas de changement du PIP dans le cadre d'une opération de maintenance, le nouveau PIP pourra être reconfiguré rapidement.

### **5.8 SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES DES STRUCTURES**

La base du PMV (caisson) doit dégager au moins 5,50 m de hauteur libre sur sa section comprise entre le fût et l'aplomb du caisson côté chaussée.

Les superstructures seront conçues et certifiées conformes à la norme XP P 98-550-1 par l'ASQUER.

#### **5.8.1 Définition des actions de sollicitation des structures**

Les hauts-mâts, les panneaux et les massifs d'ancrage devront résister aux efforts dus au vent, sans rupture ni déformation. En particulier, les boulons devront comporter un système de blocage qui empêche leur desserrement sous des vibrations dues aux rafales et du fait d'une dilatation différentielle dans le cas de platine rapportée n'ayant pas la même nature de matériau que le support.

Pour l'application des règles Neige et Vent (Règles N84-DTU P6-006), les dimensionnements tiendront compte des classements en zone neige et vent de chacun des sites de travaux.

Les textes réglementaires à appliquer pour les justifications des structures sont la norme XP P 98 550-1 et en complément, si besoin, le DTU – règles AL – de conception et de calcul des charpentes en aluminium.

La norme prévaudra sur les règles en cas de contradiction.

#### **5.8.2 Matériaux produits et composants**

Les matériaux employés pour la construction des structures, des moyens d'accès et d'anti-intrusion seront en alliage d'aluminium ou acier traité anti-corrosion garantie. En outre, la liaison entre le caisson et la structure fera l'objet d'une isolation parfaite en vue d'éviter tous phénomènes de détérioration. La boulonnerie en acier devra être traitée en conséquence. Les matériaux reconnus conformes sont décrits dans le chapitre 5.2 de la norme XP P 98 550-1 ainsi que les normes définissant leur composition, leurs caractéristiques et leur assemblage. Tout autre matériau ou alliage est interdit.

Les ensembles hauts-mâts, panneaux, massifs devront résister aux sollicitations prévisibles sans rupture ni déformation. Pour ce faire, les ensembles seront conçus dans le respect des règles définies dans la partie 5 de la norme XP P 98 550-1.

Les conditions de fabrication sont décrites aux parties 7.2 et 7.3 de la norme XP P 98 550-1.

La restriction complémentaire à respecter pour les alliages d'aluminium, concerne les tôles dont l'épaisseur minimum sera de quatre (4) millimètres.



#### 5.8.3 Provenance des matériaux

Dans son Plan Assurance Qualité, l'Entrepreneur devra préciser la provenance de tous les matériaux ou produits utilisés ainsi que les essais qu'il propose de leur faire subir.

Toute modification ultérieure sera soumise à l'agrément du maître d'œuvre.

#### 5.8.4 Revêtement

Il ne devra pas y avoir de contact direct entre les alliages d'aluminium et les métaux ferreux. Ces derniers devront être traités anti-corrosion.

Pour les contacts avec d'autres métaux, le titulaire devra préciser, dans une notice jointe à sa note de calcul, les dispositions prévues pour éviter le contact direct entre métaux différents.

#### 5.8.5 Équipement des structures

Chaque superstructure fournie et posée dans le cadre du présent marché doit être équipée d'une passerelle et d'une échelle munie d'une crinoline, permettant l'accès aux faces arrière des PMV pour assurer l'ensemble des opérations de maintenance et d'entretien.

##### Passerelle

La passerelle aura une largeur au pied de 800 mm minimum et sera conforme aux normes NF EN 547-1 et NF EN 547-3. La passerelle sera revêtue d'une tôle métallique, à relief antidérapant, non ajourée de même nature que celles utilisées pour la fabrication de la superstructure.

En outre, celle-ci sera munie d'un portillon de sécurité qui garantira la sécurité à l'extrémité haute de l'échelle.

Aucun élément en saillie, sur l'échelle, sur la crinoline, sur le portillon de sécurité et sur la main courante de la passerelle, susceptible de blesser le personnel ne sera admis (arceaux intérieurs aux filants, têtes de boulons ou écrous en saillie, charnières ou dispositifs de verrouillage réduisant le gabarit de la crinoline, treillis mal soudé, etc.).

L'entreprise devra prendre toutes ses dispositions pour faire en sorte de limiter toute accumulation d'eau sur la passerelle. Ceci devra intégrer par exemple la mise en œuvre d'un système d'évacuation des eaux.

##### Garde-corps

La passerelle est équipée sur tout son périmètre d'un garde-corps conforme à la norme NF E 85-101. Celui-ci est composé de deux lisses respectivement situées à 0,50 m et 1 m de hauteur. Cette disposition est complétée par une plinthe d'au moins 0,10 m de hauteur et d'un écran IP2X jusqu'à 1 m de haut.

##### Échelle d'accès

L'échelle d'accès sera disposée de telle façon qu'un opérateur gravisse face à la circulation. Elle sera disposée à l'arrière du montant (par rapport au sens de circulation). L'échelle d'accès à la passerelle sera munie d'une crinoline et conforme à la norme NF E 85-010. L'accès à la partie basse de l'échelle sera condamné par un système de protection anti-intrusion conforme à la norme NF E 85-012 options A, B et C.

Cette protection d'accès sera équipée d'un dispositif de fermeture entièrement protégé des intempéries et des projections d'eau venant de la chaussée. Il sera condamnable en position d'ouverture totale.

De plus, il ne sera pas possible d'accéder à l'échelle en passant "au travers" de la crinoline sur une hauteur d'au moins 3 mètres. Si le terrain au voisinage du panneau est dénivélé ou qu'il y a d'autres ouvrages, la protection contre les intrusions sera étendue, pour défendre l'accès dans un rayon de trois mètres autour de tout point accessible.

Il est à noter que l'ensemble des dispositifs de fermeture décrits dans ce document devront fonctionner en utilisant des cadenas fournis par l'exploitant.

#### 5.8.6 Identification

Chaque structure est identifiée par une plaque qui devra avoir les caractéristiques suivantes :

- Plaque d'aluminium gravée, et rivetée ou soudée,
- Dimensions approximatives 100 mm x 50 mm x 2 mm.

Elle portera au minimum les mentions suivantes :

- Nom du fabricant,
- Numéro de série,
- Date de fabrication,
- Référence du marché.

Cette plaque sera située sur le fût, coté face opposée aux voies de circulation. Elle est disposée à une hauteur d'environ 1,50 m de l'embase du montant.

##### Autres identifications

Les signaux et inscriptions suivants seront apposés sur l'installation au pied de l'échelle bien visibles de l'aire de départ :

- Le signal de danger général complété du panneau "ACCES INTERDIT AU PUBLIC",
- Le signal de danger électrique T10,
- Le signal de protection obligatoire de la tête.
- La charge maximale d'exploitation admissible sur la structure

L'ensemble de ces équipements devra répondre ou être conforme aux textes réglementaires et normatifs rappelés à l'article 3 et dont quelques points ont été rappelés ci avant.

Dans les armoires, les disjoncteurs et autres équipements devront être étiquetés et repérés et en accord avec les plans (les noms repérés seront ceux qui figurent sur les plans). Pour le marquage et le repérage, seront interdites les étiquettes autocollantes ou écrites à la main. Ceci est valable pour les câbles, disjoncteurs ou quelque équipement que ce soit.

## 6 MODE D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

### 6.1 PRESTATIONS GÉNÉRIQUES

Le Titulaire devra :

- Toutes les relations avec les services de l'Administration pour l'obtention des autorisations d'installer et d'utiliser les matériels, pour la participation aux essais et aux recettes
- Toutes les relations avec les Exploitants pour repérer et identifier les réseaux de câbles et les équipements de terrain, dans le cadre des DT/DICT et des investigations complémentaires
- Consulter, avant l'exécution des travaux, le téléservice du guichet unique en indiquant l'emprise des travaux envisagés par chacune des communes concernées, préalablement à tout travaux et faire une DICT auprès de chaque exploitant indiqué par le guichet unique
- Toutes les relations avec les Gestionnaires des routes, pour l'obtention des autorisations d'intervention
- Les installations de chantier
- L'établissement du Plan d'Assurance Qualité (PAQ)
- L'établissement du Schéma d'Organisation et de Suivi de l'Évacuation des Déchets (SOSED)
- L'établissement et le suivi des plannings, l'aide au suivi et à la coordination des travaux
- Les obligations dues au titre du Plan Général de Coordination de Sécurité, de Protection de la Santé (PGCSPS)
- Les participations aux états des lieux des installations existantes, avant et après travaux

Le Titulaire prévoira un état des lieux de l'environnement de tous les secteurs d'activité (GTC, alimentation électrique, (local technique +bureau travail), CIGT FEYTIAT, CEI BRIVE, etc..) du CCTP.

Toute référence à une évacuation ou à une mise en décharge devra être considérée comme un renvoi vers les dispositions détaillées présentées dans le SOSED du Titulaire.

### 6.2 PHASE ETUDES

Le Titulaire doit établir l'ensemble des études d'exécution des installations qu'il réalise.

Il fournira donc les notes de calculs, plans d'ensemble et de détails qui justifient le dimensionnement des installations en tenant compte des stipulations techniques et critères de fonctionnement indiqués dans le présent document.

Les études d'exécution seront réalisées suivant les règles de l'art, le PAQ et le présent CCTP.

Les documents d'études devront faire clairement apparaître tous les justificatifs liés à la mise en place des matériels dans le génie civil prévu notamment en ce qui concerne les charges, les réservations, les possibilités de manutention et de mise en place ou de retrait en cas de changement de matériel ou de réparation après mise en service. Les documentations constructrices devront être jointes.

En particulier, il sera porté une attention toute particulière pour les équipements suivants :

- TGBT : le choix des protections et des jeux de barres sera calculé en fonction de l'icc surcharge et la sélectivité horizontale et verticale. Une note de calcul détaillée sera fournie mentionnant aussi le choix de la section de câble par rapport à la protection. La sélectivité devra être totale

- CAES : le choix des protections et la sélectivité horizontale et verticale. Une note de calcul détaillée sera fournie mentionnant aussi le choix de la section de câble par rapport à la protection. La sélectivité devra être totale. Fournir le bilan de puissance.

Les documents à fournir avant le début des travaux seront :

- Les analyses fonctionnelles
- Les notes de calculs (électriques, structures de pré-signalisation, massifs, ...)
- La liste des plans et des notices
- Le plan de situation
- Les coupes équipées
- Les plans d'implantation et des équipements
- Les schémas détaillés (unifilaire et multifilaire)
- Nomenclatures
- Les carnets de câbles
- Les procédures des essais (usines et sites)
- Les PV d'essais
- Le planning des travaux.

Un dossier des matériels standard sera établi ; il comprendra :

- Les notices techniques des constructeurs
- Les plans des matériels
- Les nomenclatures
- Les références des fournisseurs
- Les PV d'essais
- Les carnets d'entretien
- La liste des pièces de rechanges et des consommables.

Compte tenu des délais d'approvisionnement de certains matériels, le Titulaire peut être amené à fournir les éléments permettant leur commande anticipée.

Le Titulaire doit réaliser l'ensemble des études permettant de justifier sa conception aux clauses du présent CCTP.

### 6.3 PHASE TRAVAUX

La phase travaux débutera à l'issue de la phase de préparation et sous réserve de la validation de la totalité des documents soumis au visa du MOE.

Le Titulaire doit commencer les travaux à la date prescrite par l'ordre de service qui lui en est donné, apporter dans leur réalisation la plus grande diligence et suivre pour leur échelonnement et leur exécution, dans le délai prescrit, la marche qui lui est indiquée par le Maître d'Ouvrage ou son représentant.

Il est tenu :

- D'une part, de maintenir en tout temps un nombre suffisant d'ouvriers et d'agents de maîtrise, sous sa conduite personnelle ou celle de son représentant,
- D'autre part, d'avoir toujours tous matériels, approvisionnements, outillage, engins et moyens de toutes sortes suffisants de manière à assurer la marche régulière des travaux et leur achèvement dans le délai prescrit.

Il ne peut détourner pour un autre service, sans autorisation écrite du Maître d'Ouvrage ou de son représentant, aucun ouvrier, ni aucune partie des matériaux approvisionnés.

Au cas où un retard est constaté dans la cadence d'exécution des travaux, le Maître d'Ouvrage peut, sur proposition du Maître d'Ouvrage ou de son représentant, mettre en demeure le Titulaire :

- D'augmenter le nombre d'ouvriers employés par lui sur le chantier,
- D'affecter au chantier du matériel et des approvisionnements supplémentaires en vue d'augmenter la cadence d'exécution et de rattraper rapidement ledit retard,
- D'augmenter les heures et les jours de travail dans les limites définies par le code du travail.

#### 6.4 EXPLOITATION SOUS CHANTIER

La rédaction des dossiers d'exploitation sous chantier, et notamment les arrêtés de circulation, sont à la charge du gestionnaire (DIRCO).

Dans le cadre du marché, le titulaire devra soumettre au VISA du Maître d'Œuvre l'ensemble des matériels de signalisation et dispositifs de retenue dont il a la charge.

La pose des balisages sur voies circulées de l'A20 sera assurée par la DIR conformément aux dispositions retenues dans le DESC. En cas d'événements d'exploitation grave ou conditions météorologiques défavorables, l'exploitant pourra interrompre ou déplacer dans le temps les travaux ou opérations. Dans ce cas, aucune compensation ne sera allouée au titulaire pour repli de son personnel et de son matériel et préjudice ainsi subi.

Il appartient au titulaire de solliciter les autres gestionnaires de voirie pour toute demande d'autorisation relative aux emprises extérieures au domaine autoroutier. Il supportera les coûts des prescriptions qui lui seront imposées

#### 6.5 MISE EN ŒUVRE DES MATÉRIAUX ET DES MATÉRIELS

##### Généralités

La mise en œuvre des matériels devra être réalisée en fonction du type et de la marque de ceux-ci, suivant les recommandations, les modalités de manutention, de pose et de raccordement spécifiées par leur fabricant, en utilisant les accessoires et les produits préconisés.

De manière à éviter des désordres ou des dysfonctionnements, un représentant du fabricant pourra assister le Titulaire à sa pose, à son raccordement et procéder à une démonstration de mise en œuvre, ceci à ses frais ou aux frais du Titulaire.

Les ouvriers et techniciens chargés des mises en œuvre et raccordements des équipements, devront être spécialisés et hautement qualifiés.

Toutes les structures porteuses devront être vérifiées en usine et après montage sur site par un bureau de contrôle agréé. Les frais de ce contrôle sont à la charge du Titulaire.

##### Conditions de mise en œuvre

L'attention du Titulaire est attirée sur le fait que les travaux du présent marché se dérouleront sous exploitation.

##### Remise en état des lieux

Le Titulaire devra veiller, en permanence, à la propreté de son chantier et procéder au nettoyage des zones souillées par son intervention.

## 7 ASSURANCE QUALITÉ

Les études d'exécution seront réalisées suivant les règles de l'art, le PAQ et le présent CCTP.

Le Titulaire doit à l'approbation du Maître d'Œuvre la liste des documents de réalisation des études. Cette liste devra être fournie à l'issue de la réunion de lancement avec indication des dates prévisionnelles de diffusion.

Indépendamment du programme préliminaire d'exécution accompagnant les offres, le Titulaire soumettra au Maître d'Œuvre un programme détaillé d'exécution des travaux avec indication des délais d'approvisionnement.

Ce programme détaillé précisera les différentes phases du processus envisagé, les délais d'exécution partiels, les matériels et méthodes utilisées avec leur échelonnement dans le temps.

Ce programme devra être établi de manière à conduire l'exécution des travaux en tenant compte :

- Des délais d'exécution contractuels
- Des aléas, quel que soit leur origine (grèves, ...)
- Des difficultés d'accès et conditions particulières d'exécution des travaux sur site (travaux de nuit, ...)
- Des ouvrages provisoires et des installations de chantier
- Des contraintes d'approvisionnement et de montage des équipements.

Au cours des travaux, le Titulaire établira, un planning S+3

## 8 ESSAIS ET MISE EN SERVICE

### 8.1 GÉNÉRALITÉS

Les essais respecteront les étapes décrites dans le Guide « Équipements des tunnels routiers et de transports urbains guidés – Essais, réceptions et Garanties » du CETU de juin 2019.

Les procédures des essais seront soumises au visa du Maître d'œuvre.

### 8.2 ESSAIS DE FIBRE OPTIQUE - RÉFLECTOMÉTRIE

A la fin des travaux de pose et de raccordements de l'ensemble des travaux objet du présent dossier, le titulaire devra être à même de fournir le personnel spécialisé ainsi que tout l'équipement en matériel afin d'effectuer les essais, les mesures et vérifications des installations.

#### Épissures

Les épissures et montages sur connectique devront être validés par des mesures d'insertion et de réflectométries dans les deux sens. Le niveau de qualité exigé est le suivant :

- Affaiblissement maximal d'une épissure : 0.1 dB à 1300 et 1500 mm
- Affaiblissement maximal d'un connecteur : 0.5 dB à 1300 et 1500 mm (un connecteur = deux fiches et une embase à raccord)

#### **Contrôles de pose et raccordement – Mesures optiques monomodes**

Tous les brins des câbles optiques seront systématiquement testés aux deux longueurs d'onde (1300 et 1500nm) :

- Selon le plan de contrôle du Titulaire :
  - Sur touret avant déroulage du câble ;
  - Après pose du câble et avant raccordement ;
- Obligatoirement :
  - Après raccordement.

Les tests de réflectométrie seront effectués :

- Tests brin par brin dans les 2 sens, en local et par tronçon ;
- Tests par brin dans les 2 sens, sur tout l'ouvrage ;
- Tests d'ensembles

Tous les résultats des tests de réflectométrie seront compilés dans un dossier complet et organisé permettant une recherche aisée des résultats de chaque mesure effectuée

### 8.3 ESSAIS ET RECETTES

Dès le début de la phase de la direction de l'Exécution des Travaux (DET), le processus d'essais sera mis en place, conformément aux recommandations du CETU de juin 2019 « Équipements des tunnels routiers et de transports guidés urbains, Essais, réception et garanties » le nombre de tests et d'essais étant importants une classification nominative par système et par niveau de test sera proposée.

Toutes les phases ci-après seront donc réalisées pour chaque domaine technique :

- Recette usine/tests en plate-forme
- CEM (Constat d'État de Montage)
- EAP (Essais d'Acceptation partielle)
- EAS (essais d'Acceptation Système)
- EAG (essais d'Acceptation Globale)
- OPR (Opérations Préalables à la Réception)
- Marche à blanc
- VSR (vérification de service régulier)

#### 8.3.1 Recette usine/tests en plate-forme

Les recettes usines permettent de s'assurer que le matériel corresponde bien aux spécifications annoncées. L'intérêt est donc dans le contrôle d'éléments spécifiques au projet ou adaptés et non le matériel standard de fournisseur. Ainsi en première approche les matériels susceptibles d'être réceptionnés en usine sont : PMV, TGBT-N, TGBT-S, baies courants faibles, CAES.

La recette plate-forme est faite pour qualifier un système développé spécifiquement pour l'ouvrage ; la GTC et la supervision seront donc testées en plusieurs phases en recette plate-forme. Enfin tous les systèmes de gestion (Vidéo, DAI, signalisation) feront l'objet d'une recette plate-forme complète afin de s'assurer avant leur mise en service du bon fonctionnement de l'ensemble. Toutes les demandes d'agrément devront être validées avant de réaliser les recettes usine/plate-forme.

#### **Recette usine**



- Planification des recettes usine : le Titulaire fixe la date de la recette en tenant compte d'un délai de 1 mois minimum entre la recette et la date prévue de début d'installation sur site. Il confirme au Maître d'œuvre la date de la recette au plus tard 15 jours à l'avance. Les recettes usines seront identifiées par l'ensemble des acteurs (MOA, MOE, AMO et Titulaire)
- Contenu des recettes : Le Titulaire prévoit les divers essais et vérifications nécessaires dans un cahier de recettes qu'il soumet au visa du Maître d'œuvre, au plus tard 1 mois avant le début de chaque recette. Le cahier de recette doit être validé 15 jours avant le début de la recette.

Le cahier de recette comprend :

- La liste des essais prévus par le Titulaire
- Les procédures et moyens utilisés pour chacun des essais
- Les fiches d'essais par équipement et ensemble
- La liste des participants et emplacement pour signature
- La liste des réserves (numérotées) et date de levée

Certains essais ou contrôles sont prescrits, à titre non limitatif, dans le présent chapitre et les suivants. Le Maître d'Œuvre pourra demander des essais non explicités au présent marché.

Les contrôles et essais portent sur :

- La conformité aux spécifications techniques détaillées
- Les dimensions et l'aspect général
- La qualité du montage et l'accessibilité aux composants
- Les caractéristiques des appareillages
- Les câblages
- Le repérage des composants
- La mesure des caractéristiques et performances
- Le contrôle des fonctionnalités de l'équipement

Les contrôles et essais en usine se déroulent de la manière suivante :

- Réalisation des recettes : elles sont effectuées en usine, par le Titulaire, en présence du Maître d'œuvre ou de son représentant. Le Maître d'œuvre se réserve en outre le droit de contrôler, ou de faire contrôler, la fabrication de matériel dans les usines et ateliers du Titulaire ou de ses sous-traitants et fournisseurs. Le Maître d'œuvre peut faire exécuter les essais qu'il juge utiles pour s'assurer de la qualité et de la bonne exécution des travaux en usine, et vérifier leurs caractéristiques. Tous les frais inhérents à ces essais et contrôles sont à la charge du Titulaire et sont réputés inclus dans les prix unitaires du présent marché. Le Titulaire ne peut arguer de ces épreuves pour justifier un retard de livraison. Pour toutes ces opérations, le Titulaire met à disposition le personnel qualifié, les appareils de mesure et d'une manière générale tout ce qui peut être utile à la conduite de ces contrôles. Les documents d'autocontrôles et de contrôles, réalisés aux divers stades de fabrication, sont annexés au cahier de recette. Les résultats des différents essais et contrôles sont inscrits au cahier de recette. La recette donne lieu à l'élaboration d'un PV signé par le Titulaire et le Maître d'Œuvre et les personnes présentes telles que l'AMO ou le MOA.
- Levée de réserves : si des réserves ont été formulées, le Titulaire est tenu de présenter les matériels pour de nouvelles séries de contrôles, dans un délai d'un mois, et ce jusqu'à la levée de toutes les réserves. Les levées de réserves devront être justifiées (photos, relevés, ...). Lorsque



aucune réserve ne subsiste, la recette en usine est prononcée et valide l'autorisation d'installation sur le site.

- Agrément du Maître d'Œuvre : l'agrément définitif du Maître d'Œuvre n'interviendra qu'après réception des procès-verbaux de recette en usine si une recette usine est nécessaire. Dans tous les cas, les divers matériaux et matériels ne peuvent être livrés sur le site, en vue de leur installation, qu'après accord du Maître d'Œuvre.

### 8.3.2 Constats d'État de montage (CEM)

Le positionnement des matériels, la méthodologie de pose, doivent respecter des normes et des règles qu'il convient de vérifier ; ces contrôles sont physiques et se déroulent pendant toutes les phases de pose. Ils font l'objet d'un constat de montage permettant une traçabilité de la bonne exécution de ces travaux. Les modèles de constat seront établis en phase Étude et soumis au visa du MOE. Le constat sera complété sur site et fourni à la demande.

### 8.3.3 Essais d'acceptation Partielle (EAP)

Les essais d'acceptation partielle (EAP) suivent les essais statiques, si ces derniers se sont révélés concluants.

Pour l'ensemble des équipements des sous-systèmes fonctionnels, ayant un fonctionnement autonome certain, qui sont d'abord testés et validés l'un après l'autre avant de procéder à des essais d'ensembles complets (par exemple on testera un PMV en local, une barrière en local donc sans la GTC).

Les Essais d'Acceptation Partielle des sous-systèmes sont déclenchés pour des ensembles finis, interconnectés et testés dynamiquement par l'entrepreneur, avec l'appui des plans, schémas, documentations, notices de fonctionnement et procédures d'essais.

Tous les cas de fonctionnement « possibles » du sous-système autonome sont testés. Pour valider ces fonctionnements « unitaires » un constat d'acceptation partielle sera établi.

Il faut noter que pour la plupart des équipements, ces essais seront réalisés sur site (chantier) sauf pour les systèmes ou la GTC et la supervision feront l'objet d'essais en plate-forme.

Les équipements installés et raccordés sur site seront rapidement mis sous tension puis gérés par la GTC. À ce titre, les examens traduits dans le cahier des EAP seront déroulés à l'avancement du chantier et les réserves enregistrées devront être prises en compte à l'avancement par le Titulaire, ce de manière à permettre une fin des travaux d'installation avec le moins de réserves possibles.

Les essais sont réalisés conjointement entre le Titulaire et le Maître d'œuvre, avec l'appui des plans, schémas et documentations. Le cahier d'essai réalisé par le Titulaire définit point par point chaque contrôle et essai à effectuer. Il est soumis au visa du Maître d'œuvre.

Les vérifications sont consignées dans un Constat d'Acceptation Partielle (CAP) des sous-systèmes, avec les réserves éventuelles et une date limite de levée de celles-ci.

En cas de réserves bloquantes, le Titulaire n'est pas autorisé à démarrer les Essais d'Acceptation Système (EAS).

### 8.3.4 Essais d'Acceptation Système (EAS)

À l'issue des CAP validés, les essais fonctionnels de chaque sous-système sont réalisés en intégration avec le système de supervision.

Les essais sont réalisés conjointement entre le Titulaire et le Maître d'Œuvre, avec l'appui des plans, schémas et documentations.

Le cahier d'essai réalisé par le Titulaire définit point par point chaque contrôle et essai à effectuer. Il est soumis au visa du Maître d'œuvre.

Les vérifications sont consignées dans un Constat d'Acceptation Système (CAS) des sous-systèmes, avec les réserves éventuelles et une date limite de levée de celles-ci.

En cas de réserves bloquantes, le Titulaire n'est pas autorisé à démarrer les Essais d'Acceptation Globale (EAG).

### 8.3.5 Essais d'acceptation globale (EAG)

Les essais fonctionnels généraux sont réalisés depuis un PC de supervision, avec présence locale auprès des équipements. Ils sont déroulés à l'issue des CAP validés, seulement si l'ensemble des installations est accepté et une fois que toutes les adaptations GTC associées sont intégrées.

À ce stade, plus aucuns travaux n'ont lieu sur le site, le contrôle s'opère sur des installations entièrement finalisées.

Seul le contrôle / commande par la GTC est testé en interface avec les capteurs et les actionneurs sur site, et pour chaque mode de fonctionnement identifié ; les essais comprennent donc tous les éléments mis en place.

Les essais sont réalisés au global par le Titulaire, le Maître d'œuvre, les services techniques du Maître d'Ouvrage et un représentant de l'exploitation, ce en appui du cahier de test, des descriptifs fonctionnels, plans et schémas du Titulaire.

Le cahier d'essai réalisé définit point par point chaque contrôle et essai à effectuer. Il est soumis au visa du Maître d'œuvre et a reçu préalablement les accords nécessaires de l'Exploitant.

Les vérifications sont consignées dans un Constat d'Acceptation Générale (CAG), avec les réserves éventuelles et une date limite de levée de celles-ci.

En cas de réserves bloquantes, la marche à blanc sous la conduite de l'exploitant n'est pas autorisée.

### 8.3.6 Opérations préalables à la réception (OPR)

Les OPR sont définies à l'article 41.2 du CCAG-Travaux, qui indique qu'elles comportent, en tant que de besoin :

- La reconnaissance des ouvrages exécutés ;
- Les épreuves éventuellement prévues par le marché ;
- La constatation éventuelle de l'inexécution des prestations prévues au marché ;
- La vérification de la conformité des conditions de pose des équipements aux spécifications des fournisseurs conditionnant leur garantie ;
- La constatation éventuelle d'imperfections ou malfaçons ;
- La constatation du repliement des installations de chantier et de la remise en état des terrains et des lieux ;
- Les constatations relatives à l'achèvement des travaux

Au vu de la proposition du maître d'œuvre et des réserves et observations éventuelles de l'exploitant, le maître d'ouvrage décide si la réception est prononcée ou pas.

#### 8.3.7 Marche à Blanc

Au cours de la marche à blanc (simulation d'exploitation dans les conditions les plus proches possibles), il sera procédé à la vérification des performances globales contractuelles de l'ensemble du système et de ses équipements.

La durée de la marche à blanc est de 1,5 mois pour chaque tube.

#### 8.3.8 Vérification de service régulier

Une fois la mise en exploitation faite, une période de « surveillance » permet de s'assurer que l'ensemble des fonctionnalités et performances requises sont présentes et pérennes. La durée de la VSR est de 3 mois renouvelable une fois. Les remplacements de matériels seront faits sur simple demande du service exploitant (réunion, mail, téléphone ou courrier). Les délais de remplacement devront être de 48h jours ouvrés maximum. Si le stock de rechange a été utilisé afin de respecter les délais, il devra être reconstitué.

### 8.4 POINTS CRITIQUES – POINTS D'ARRÊT

Une liste des points d'arrêt et point critiques sera établie et soumise au Visa du MOE et MOA qui indiqueront leur présence pour leurs levées.

Parmi les points « sensibles » de la formulation, de la fabrication, du transport ou/et de la mise en œuvre signalés dans le présent fascicule, et parmi les opérations de contrôles mentionnées ci-avant, les plus importants d'entre eux sont :

- Les « points critiques » qui exigent une information préalable du Maître d'Œuvre pour qu'il puisse, s'il le juge utile, effectuer ses opérations de contrôle extérieur, sans que cette intervention soit indispensable à la poursuite de l'opération ;
- Les « points d'arrêt » qui sont des points critiques pour lesquels un accord formel du Maître d'Œuvre, ou d'un organisme mandaté par lui, est nécessaire à la poursuite de l'exécution.

### 8.5 FORMATION DU PERSONNEL D'EXPLOITATION ET DE MAINTENANCE

#### 8.5.1 Formation du personnel d'exploitation

L'objectif est de donner aux personnels chargés de l'exploitation, ainsi qu'aux responsables hiérarchiques la connaissance des systèmes mis en œuvre.

À l'issue des travaux, une session de formation à la maintenance des nouveaux équipements sera dispensée sur 4 journées pour un nombre maximum de 8 personnes pour chaque journée.

Un support de formation sera établi en format pptx et en pdf et transmis au Maître d'ouvrage à l'issue de la formation.

Les points suivants seront détaillés :

- Présentation générale du matériel mis en place,
- Présentation du fonctionnement du système mises en place,
- Description des fonctions de sécurité, des fonctions système, etc.

#### 8.5.2 Formation équipe de maintenance

Cette formation doit permettre au service de maintenance d'identifier la panne et d'y remédier par simple échange standard d'élément ou remplacement de consommables et organiser l'intervention de l'entreprise concernée si nécessaire. Elle doit également donner les éléments nécessaires pour une maintenance préventive.

À l'issue des travaux, une session de formation à la maintenance des nouveaux équipements sera dispensée sur deux journées pour un nombre maximum de 5 personnes.

Un support de formation sera établi en format PPTX et en PDF et transmis au Maître d'ouvrage à l'issue de la formation

Cette formation comportera :

- Les opérations courantes d'entretien
- Le dépannage de première urgence
- Le démontage et remontage de l'équipement concerné
- Le réglage, la configuration, le paramétrage

#### 8.5.3 Formation opérateurs CIGT FEYTIAT et PC BRIVE :

À l'issue des travaux, une session de formation aux opérateurs du CIGT de FEYTIAT et du PC de BRIVE du fonctionnement du tunnel et sa gestion sera dispensée sur quatre journées pour un nombre maximum de 5 personnes par session. Cette formation doit permettre aux opérateurs :

- La compréhension du fonctionnement des équipements en lien avec la GTC
- La présentation de l'interface et de son fonctionnement
- Le pilotage des équipements par la GTC
- Le fonctionnement et la gestion des alarmes pour les opérateurs au niveau du PC mais également au domicile en astreinte.

Un support de formation sera établi en format PPTX et en PDF et transmis au Maître d'ouvrage à l'issue de la formation.

### 8.6 GARANTIE

#### 8.6.1 Généralités

Il appartient au Titulaire de remédier à ses frais à une avarie ou à une défectuosité couverte par la garantie. Le Titulaire pourrait modifier, si besoin était, et en accord avec le Maître d'Œuvre, les dispositions de mise en œuvre des matériels afin de satisfaire à ses obligations.

Les pièces remplacées gratuitement sont remises à disposition du Titulaire et redeviennent sa propriété. Les pièces de remplacement ou les pièces refaites pendant la VSR ou la première /deuxième année de garantie après celle-ci, sont garanties dans les mêmes termes et conditions que le matériel d'origine et pour une durée minimale de 2 ans après leur remplacement.

Les remplacements de matériels seront faits sur simple demande du service exploitant (réunion, mail, téléphone ou courrier). Les délais de remplacement devront être de 72 heures maximum, y compris week-end et jours fériés. Tous les frais de main-d'œuvre, fourniture, appareils de levage, de mesure, de balisage nécessaire à la réparation sont à la charge du Titulaire. Voir CCAP

#### 8.6.2 Durée de la garantie

La garantie démarrera à partir du constat d'état des lieux dressé à la mise à disposition des équipements. Elle se terminera 24 mois après la réception du marché.

Le délai de garanti est porté à 5 ans pour les batteries des onduleurs. Voir CCAP

Au regard de l'étalement des déploiements d'équipements sur la durée du marché, le Titulaire devra prendre ses dispositions pour éventuellement contractualiser des garanties particulières auprès de ses fournisseurs (garantie légale des vices cachés, garantie commerciale ...) pour assurer la garantie à partir du constat d'installation et du constat fonctionnel et les 24 mois après la réception du présent marché.

La maintenance des équipements entre leur mise en service et la fin de la garantie (24 mois après la réception) est incluse dans les prix. Les conditions de disponibilité pendant cette période et les pénalités associées sont décrites dans le CCAP.

## 9 DOSSIER DE RÉCOLEMENT

Le dossier de récolement des ouvrages exécutés est constitué des documents suivants :

- Les documents issus de de la liste des documents visés ;
- Le ou les plans « tel que construit » ;
- Les fiches de contrôle interne ;
- Les fiches de traitement des non-conformités accompagnées d'éventuelles photos ;
- Les fiches d'agrément des produits ;
- Le dossier qualité ;
- Les notices techniques d'utilisation et d'exploitation, destinées à faciliter l'exploitation des installations ;
- Les notices techniques d'Entretien, de Maintenance et de Dépannage, des matériels pouvant permettre au Maître d'Ouvrage de procéder ou de faire procéder par un personnel compétent aux opérations nécessaires.
- Les configurations des systèmes ou sous-systèmes.
- Les sauvegardes logicielles et configurations

## 10 LOT DE RECHANGE

Le Titulaire devra fournir, au titre du présent marché, un lot de rechange.

Il fournira au minimum les matériels énoncés (liste pouvant être complétée par le Titulaire) :

- 2 MESD (conforme au besoin du marché)
- 5 Plots de jalonnements
- 1 ensemble de panneau CE29 + CE2A
- 1 caméra d'exploitation
- 1 caméra DAI
- 2 lisses de barrière équipées (2 feux R2 + panneau B1)
- 2 SAV

- 2 feux R24
- 1 lot de pièces de rechange pour PMV (UC + afficheurs pour chaque type de PMV)
- Automate UC, Alimentation, interface réseau, ...
- 1 commutateur
- Au niveau TGBT, au minimum inverseur
- Autres ...

La fourniture sera toujours strictement conforme à celle déployée dans le cadre du présent marché (même numéro de version, même palier de développement...).

Le Titulaire livrera le lot de rechange, dans son emballage d'origine supportant un stockage de longue durée (plusieurs années) dans des locaux couverts mais non nécessairement tempérés, en un lieu que lui indiquera le maître d'ouvrage.

Si au titre de la garantie, le Titulaire devait modifier les matériels installés, il devrait modifier de la même façon le matériel du lot de rechange.

Le Titulaire fournira durant la phase VISA, un mémoire détaillant l'ensemble des pièces d'usure et de rechange (hors renouvellement de gros matériels).

Ce mémoire fera apparaître les références, libellés, délais d'approvisionnement, prix initial de chaque pièce ainsi que l'adresse du fournisseur

## 11 PLANNING

Le planning général de l'opération figure en annexe 11 « Annexe 11\_A20\_Tunnel Noailles\_planning général.xlsx »

