

RAPPORTS

Service : SES

Unité : PES

Novembre 2025

Accord-cadre de Maîtrise d'œuvre pour le renouvellement des équipement des tunnels

Annexe: description des ouvrages



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Direction interdépartementale des routes
Centre-Est

www.dir-centre-est.fr

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
0	21/08/2025	Rédaction initiale
1	10/10/2025	Modifications suite relecture PC maintenance

Affaire suivie par

Jérôme SAURAT - SES/PES
Tél. : 04 72 47 16 26
Courriel : jerome.saurat@developpement-durable.gouv.fr

Rédacteur

Jérôme SAURAT- SES/PES

Relecteurs

Alan ROUDET – Valentin BATT – Charles-Henry SAP – Maintenance PC Osiris

Serge FIALON - District de St-Etienne

Pascal GLASSON- SES/PES

SOMMAIRE

1 - TUNNEL DES MONTS.....	8
1.1 - Éclairage.....	8
1.1.1 - Principe de l'éclairage.....	8
1.1.1.a - L'éclairage de base.....	8
1.1.1.b - L'éclairage de renforcement.....	8
1.1.1.c - L'éclairage de sécurité.....	9
1.1.1.d - Appareils d'éclairage.....	9
1.1.2 - Alimentation électrique et commande du système d'éclairage.....	10
1.1.2.a - Commande et état de l'éclairage.....	10
1.1.2.b - Capteurs.....	10
1.2 - Alimentation électrique du tunnel.....	10
1.2.1 - Poste de transformation HT/BT.....	10
1.2.1.a - Cellule HT.....	11
1.2.1.b - Transformateurs.....	11
1.2.1.c - Tableaux BT.....	11
1.2.1.d - Onduleurs.....	12
1.3 - Équipements de sécurité en tunnel.....	12
1.3.1 - Alimentation électrique des équipements de sécurité.....	12
1.3.1.a - Coffret d'alimentation des équipements secourus de niche.....	12
1.3.1.b - Coffret d'alimentation des équipements secourus de galerie inter-tubes.....	12
1.3.1.c - Équipements des niches.....	13
1.3.1.d - Équipements de galerie inter-tubes.....	13
1.3.1.e - Plots de jalonnement.....	13
1.3.1.f - Détecteur hors gabarit.....	13
1.4 - Ventilation.....	14
1.4.1 - Description de l'installation.....	14
1.4.2 - Détecteurs d'analyse atmosphérique.....	14
1.4.3 - Suppressions galeries inter-tubes.....	14
1.4.4 - Portes coupe-feu.....	15
1.4.5 - Poteaux d'incendie.....	15
1.4.6 - Colonnes sèches.....	15
2 - TUNNEL DE PONSERAND.....	16
2.1 - Éclairage.....	16
2.1.1 - Principe de l'éclairage.....	16
2.1.1.a - Les circuits d'éclairage.....	16
2.1.1.b - Appareils d'éclairage.....	16
2.1.2 - Alimentation électrique et commande du système d'éclairage.....	16
2.1.2.a - Commande et état de l'éclairage.....	16
2.1.2.b - Capteurs.....	17
2.2 - Alimentation électrique du tunnel.....	17

2.2.1 - Poste de transformation HT/BT.....	17
2.2.1.a - Cellule HT.....	17
2.2.1.b - Transformateurs.....	18
2.2.1.c - Tableaux BT.....	18
2.2.1.d - Onduleurs.....	18
2.3 - Équipements de sécurité en tunnel.....	18
2.3.1 - Alimentation électrique des équipements de sécurité.....	18
2.3.1.a - Équipements des niches.....	18
2.3.1.b - Équipements des rameaux d'évacuation.....	19
2.3.1.c - Plots de jalonnement.....	20
2.3.1.d - Détecteur hors gabarit.....	20
2.4 - Ventilation.....	20
2.4.1 - Description de l'installation.....	20
2.4.2 - Détecteurs d'analyse atmosphérique.....	20
2.4.3 - Ventilation du rameau 1.....	21
2.4.4 - Ventilation du rameau 2 (mis en service en 2016).....	21
2.4.5 - Portes coupe-feu.....	22
2.4.5.a - Porte coupe-feu du rameau 1.....	22
2.4.5.b - Portes coupe-feu du rameau 2.....	22
2.4.6 - Canalisation incendie.....	23
3 - TUNNEL DU SIAIX.....	24
3.1 - Éclairage.....	24
3.1.1 - Principe de l'éclairage.....	24
3.1.1.a - Les circuits d'éclairage.....	24
3.1.1.b - Appareils d'éclairage.....	24
3.1.1.c - Capteurs.....	24
3.2 - Alimentation électrique du tunnel.....	25
3.2.1 - Poste de transformation HT/BT.....	25
3.2.1.a - Cellule HT.....	25
3.2.1.b - Transformateurs.....	25
3.2.1.c - Tableaux BT.....	25
3.2.1.d - Onduleurs.....	26
3.2.1.e - Groupes Électrogènes.....	27
3.3 - Équipements de sécurité en tunnel.....	27
3.3.1 - Alimentation électrique des équipements de sécurité.....	27
3.3.1.a - Équipements des niches.....	27
3.3.1.b - Équipements de la galerie de sécurité.....	27

3.3.1.c - Équipements des rameaux d'évacuation.....	28
3.3.1.d - Équipements de la galerie de retournement.....	28
3.3.1.e - Plots de jalonnement.....	28
3.3.1.f - Téléphonie de service.....	28
3.3.1.g - Équipements hors tunnel et galerie.....	28
3.3.1.h - Détecteur hors gabarit.....	29
3.4 - Ventilation.....	29
3.4.1 - Description de l'installation du tube routier.....	29
3.4.2 - Caractéristiques du matériel.....	30
3.4.2.a - Ventilateurs d'air frais nouvelle installation.....	30
3.4.2.b - Ventilateurs de désenfumage nouvelle installation.....	30
3.4.3 - Trappes de désenfumage.....	30
3.4.4 - Commande et état des accélérateurs.....	30
3.4.5 - Détecteurs d'analyse atmosphérique.....	30
3.4.6 - Caractéristiques du matériel en galerie.....	31
3.4.7 - Description de l'installation en rameau.....	31
3.4.8 - Portes coupe-feu.....	31
3.4.9 - Canalisation incendie.....	32
4 - TRÉMIE DE CHAMPOULET (MOUTIERS).....	32
4.1 - Électricité.....	32
4.1.1 - Principe de l'éclairage de la trémie.....	32
4.1.2 - Alimentation électrique de la trémie.....	33
5 - TRANCHÉE COUVERTE DU RONDEAU (GRENOBLE).....	34
5.1 - Principe de l'éclairage.....	34
5.1.1 - Alimentation de l'éclairage.....	34
5.1.2 - Implantation des luminaires.....	34
5.1.3 - Les appareils.....	34
5.1.4 - Commandes de l'éclairage.....	35
5.2 - Équipements de sécurité en tunnel.....	35
5.2.1 - Équipements des niches de sécurité.....	35
5.2.2 - Équipements des issues de secours.....	36
5.2.2.a - Téléphone de Sécurité (TSE).....	36
5.2.2.b - Vidéosurveillance.....	36
5.2.2.c - Portes.....	36
5.2.2.d - Signalisation.....	36
5.2.3 - Plots de jalonnement.....	36

5.3 - Ventilation.....	37
5.3.1 - Description de l'installation du tube routier.....	37
5.3.2 - Détecteurs d'analyse atmosphérique.....	37
5.3.3 - Portes coupe-feu.....	37
6 - TUNNEL DU ROND-POINT.....	38
6.1 - Principe de l'éclairage et matériels utilisés.....	38
6.1.1 - L'éclairage de base.....	38
6.1.2 - L'éclairage de renforcement.....	39
6.1.3 - L'éclairage de sécurité.....	40
6.1.4 - Type de luminaires et boîtes de dérivation.....	40
6.1.5 - Le système de commandes des installations d'éclairage.....	41
6.2 - Alimentation électrique.....	41
6.2.1 - Cellule HTA.....	41
6.2.2 - Poste de livraison ENEDIS.....	42
6.2.3 - Poste «LT Rivière».....	42
6.2.4 - Transformateurs.....	42
6.2.5 - Onduleurs.....	42
6.3 - Équipements de sécurité en tunnel.....	43
6.3.1 - Équipements de niche de sécurité.....	43
6.3.2 - Équipements de galerie.....	43
6.3.3 - Plots de jalonnement.....	43
6.4 - Ventilation.....	44
6.4.1 - Description de l'installation.....	44
6.4.2 - Caractéristiques des accélérateurs.....	44
6.4.3 - Suppressions de la galerie inter-tube et des locaux techniques.....	44
6.4.4 - Détecteurs d'analyse atmosphérique.....	45
6.4.5 - Portes coupe-feu.....	45
7 - TRANCHÉE COUVERTE DE FIRMINY.....	46
7.1 - Alimentation électrique et matériels utilisés pour l'éclairage.....	46
7.2 - Équipements de sécurité en tunnel.....	47
7.2.1 - Issues de secours.....	47
7.2.2 - Niches de sécurité et postes de secours fermés.....	47
7.2.3 - Portillons d'évacuation.....	47
7.2.4 - Plots de jalonnement.....	48
7.3 - Équipements de sécurité en local technique - onduleur.....	48
7.4 - Ventilation.....	48

7.4.1 - Suppression des issues de secours.....	48
7.4.2 - Détecteurs d'analyse atmosphérique.....	49
7.4.3 - Portes coupe-feu.....	49
8 - TRÉMIES DE FIRMINY : ALBERT CAMUS ET SALVADOR ALLENDE.....	50
8.1 - Alimentation électrique et matériels utilisés pour l'éclairage.....	50
9 - TRANCHÉE COUVERTE DE LA TERRASSE (A72 - PR 6+170 À 6+435).....	51
9.1 - Équipements en TC : éclairage.....	51
9.1.1 - Éclairage de base.....	51
9.1.2 - Éclairage de renforcement.....	52
10 - TUNNEL DE RIVE DE GIER.....	52
10.1 - Équipements en tunnel	52

Propos liminaire :

Dans ce document, la description des équipements des tunnels est fournie à titre indicatif afin de faciliter l'appréhension du contexte et des travaux. Les Ouvrages de la DIRCE sont soumis à des évolutions, des travaux et des maintenances qui amènent aux changements de certains équipements. En aucun cas, ces éléments ne peuvent suffire à apprécier et dimensionner précisément les travaux et élaborer les offres.

1 - Tunnel des monts

1.1 - Éclairage

1.1.1 - Principe de l'éclairage

1.1.1.a - L'éclairage de base

L'éclairage de base utilise des luminaires à double source 100 W SHP de type symétrique avec une implantation bilatérale en piédroits de chaque tube de circulation.

La répartition tout au long du linéaire suit une alternance de luminaires *nuit réduit-jour* et de luminaires *nuit-jour*.

L'éclairage de base des tubes nord et sud est composé de 3 types de circuits :

- l'éclairage *nuit réduit* (sécurité) ;
- l'éclairage *nuit* ;
- l'éclairage *jour*.

Ils sont constitués de :

Pour le tube Nord		Pour le tube Sud	
EST	OUEST	EST	OUEST
14 rampes	6 rampes	6 rampes	10 rampes

1.1.1.b - L'éclairage de renforcement

L'éclairage de renforcement utilise des luminaires simple source SHP de type contre-flux et des luminaires simple source SHP symétriques avec une implantation bilatérale en piédroits, dans chaque tube de circulation.

L'éclairage de renforcement des tubes nord et sud est composé de 2 types de circuits :

- l'éclairage *plein soleil* ;
- l'éclairage *jour couvert*.

On retrouve ces circuits d'éclairage au niveau de l'entrée et de la sortie du tube :

- Pour le tube nord :
 - 4 rampes de chaque type en entrée (1 circuit par piédroit dans la partie est du tube et 1 circuit par piédroit sous le pont de Mérande),
 - 1 rampe d'éclairage *plein soleil* en sortie (côté voie rapide).
- Pour le tube sud :
 - 2 rampes de chaque type en entrée (1 circuit par piédroit dans la partie ouest du tube),
 - 2 rampes d'éclairage *plein soleil* en sortie (1 circuit par piédroit).

1.1.1.c - L'éclairage de sécurité

Un seul type de circuit est disponible pour ce type d'éclairage : l'éclairage « Nuit Réduit ».

L'éclairage de base secouru se décompose en 4 circuits (1 circuit par piédroit pour chaque moitié de tube) et pour chacun des tubes.

En complément de ce système de sécurité, des plots de jalonnement lumineux sont implantés sur les piédroits droit et gauche, tous les 10 mètres environ, à 1 m du sol environ. Ces plots assurent la fonction de balisage des cheminements d'évacuation en cas d'incendie

1.1.1.d - Appareils d'éclairage

Les appareils sont positionnés sur deux files. Ils sont de marque COMATELEC et de type PF5. Sur chaque ligne d'éclairage, sont présentes des boîtes de dérivation normales et résistantes au feu (dites « secourues »). Les pendants utilisés sont en acier galvanisé et les chemins de câbles sont en matériaux composites (fibres de verre+résine époxy).

	Circuits d'éclairage	Nb d'appareils	Puissance source
Tube NORD	Base	220	2x100W
	Renforcement	77 (contre-flux)	1x250W
		94 (contre-flux)	1x150W
		41 (symétrique)	1x400W
		8 (symétrique)	1x150W
Tube SUD	Base	198	2x100W
	Renforcement	100 (contre-flux)	1x250W
		94 (contre-flux)	1x150W
		16 (symétrique)	1x400W
		16 (symétrique)	1x150W

1.1.2 - Alimentation électrique et commande du système d'éclairage

Les circuits d'éclairage sont alimentés par l'intermédiaire de 10 variateurs (1 variateur par type de circuit à l'Est et à l'Ouest) depuis les TGBT Secours (TGSE et TGSO) pour l'éclairage secouru et depuis les TGBT « Éclairage » (TGEE et TGEO) pour les autres.

Toutefois, les éclairages de renforcement en sortie des tubes nord et sud ne sont pas réglés par variateur. Leur tiroir est directement raccordé au jeu de barres général de leur TGBT *éclairage* de rattachement.

1.1.2.a - Commande et état de l'éclairage

On trouve dans les TGBT « Éclairage » plusieurs types de tiroirs :

- des tiroirs tête de variateur IREM Stabilux intégrant :
 - des voyants d'information indiquant un défaut du disjoncteur du variateur, un voyant marche/arrêt,
 - des tiroirs d'éclairage intégrant :
 - un commutateur à 3 positions (distance, arrêt, local) ;
 - des voyants d'information indiquant la position du disjoncteur du circuit d'éclairage et les éventuels défauts du disjoncteur du circuit d'éclairage.

Dans la configuration d'exploitation normale, tous les commutateurs sont en position **distance**.

En fonction des mesures de capteurs extérieurs, la Gestion Technique Centralisée commande les variateurs par des sorties analogiques et envoie les consignes de marche/arrêt des circuits via des modules de contrôle/commande (DIRIS). Ces modules sont reliés via 6 bus (3 par local technique) à l'automate. Ces modules permettent aussi de recueillir les mesures électriques de chaque départ.

1.1.2.b - Capteurs

Le tunnel des Monts est équipé de :

- 1 luminancemètre Honeywell Lut9 est installé sur le mât support des caméras à l'entrée du tube Nord. Il est relié en 4-20 mA à la niche N5 ;
- 1 luminancemètre Honeywell Lut9 est installé sur le mât support des caméras à l'entrée du tube Sud. Il est relié en 4-20 mA à la niche S1 ;
- 1 cellule photoélectrique générale est quant à elle positionnée à l'extérieur du LTE.

1.2 - Alimentation électrique du tunnel

1.2.1 - Poste de transformation HT/BT

Chaque local technique dispose de son poste de transformation décrit ci-dessous.

1.2.1.a - Cellule HT

Nombre et caractéristiques des cellules HT :

- 2 cellules arrivée EDF Pommier N1G ,
- 1 cellule de comptage / transformateur de tension Pommier N5G,
- 1 cellule protection générale Pommier D2G,
- 4 cellules protection transformateur Pommier P3G,
- 1 cellule interrupteur provisoire alimentant l'ancien poste pommier N1G ,
- 1 cellule interrupteur (ancien poste) à enlever,
- 2 cellules protection transformateur (ancien poste) à enlever.

1.2.1.b - Transformateurs

Nombre et caractéristiques des transformateurs :

- 4 transformateurs 630 kVa 20kV/690V Transfo-Matelec sec enrobés alimentent le TGBT de ventilation ;
- 4 transformateurs 250 kVa 20kV/410V Transfo-Matelec sec enrobés alimentent le TGBT d'éclairage.

1.2.1.c - Tableaux BT

A l'Est :

- 1 tableau ventilation TGVE alimente la moitié des 24 ventilateurs du tube Nord . Il alimente aussi la moitié des 18 ventilateurs du tube Sud ;
- 1 tableau éclairage TGEE assure l'alimentation des circuits d'éclairage de base et de renforcement de la moitié du tube Nord et aussi de la moitié du tube Sud, les « prises pompiers », les ventilateurs de suppression des galeries et les équipements 230 V-400 V non secourus des locaux techniques à l'est (LTE et PCM) ;
- 1 tableau secouru TGSE alimente les équipements de sécurité du tunnel et l'éclairage secouru de la moitié du tube Nord et également de la moitié du tube Sud ;
- 1 tableau nommé TGM alimente l'ensemble des équipements informatiques et réseau situés à l'étage du LTE.

A l'Ouest :

- 1 tableau ventilation TGVO alimente la moitié des 24 ventilateurs du tube Nord. Il alimente aussi la moitié des 18 ventilateurs du tube Sud ;
- 1 tableau éclairage TGEE assure l'alimentation des circuits d'éclairage de base et de renforcement de la moitié du tube Nord et aussi de la moitié du tube Sud, les « prises pompiers », les ventilateurs de suppression des galeries et les équipements 230 V-400 V non secourus du local technique ouest (LTO) ;
- 1 tableau secouru TGSO alimente les équipements de sécurité du tunnel et l'éclairage secouru de la moitié du tube Nord et ceux de la moitié du tube Sud.

1.2.1.d - Onduleurs

- A l'est, on trouve un onduleur Galaxy VS 80 kW, couplé à 3 armoires de batteries au lithium;
- A l'Ouest, on trouve un onduleur Galaxy VS 60 kW, couplé à une armoire de batteries au lithium.

1.3 - Équipements de sécurité en tunnel

1.3.1 - Alimentation électrique des équipements de sécurité

1.3.1.a - Coffret d'alimentation des équipements secourus de niche

Chaque niche dispose d'un Coffret d'Alimentation des Équipements Secourus (CAES) alimenté depuis un des TGBT Secours.

Ils distribuent l'énergie nécessaire au bon fonctionnement des équipements de sécurité installés dans le tunnel, à savoir :

- la signalisation du tunnel : panneaux police, SAV, hublots de jalonnement ;
- les caméras ;
- les détecteurs atmosphériques ;
- les équipements internes à la niche ;
- le poste d'appel d'urgence (PAU) ;
- les équipements de transmission ;
- les équipements locaux d'automatisme (modules d'entrées-sorties).

1.3.1.b - Coffret d'alimentation des équipements secourus de galerie inter-tubes

Chaque galerie dispose de 3 CAES :

- Un coffret « historique » gérant la surpression, l'éclairage de la galerie et la distribution de l'énergie ondulée vers les autres coffrets de la galerie.
Il est alimenté par deux sources d'énergie différentes : une non-secourue en provenance du TGBT *éclairage* de son local technique de rattachement pour l'alimentation de la surpression et une secourue en provenance du TGBT *ondulé* de son local technique de rattachement pour l'alimentation des équipements de sécurité de la galerie ;
- Un coffret « signalisation galerie » alimentant les équipements de signalisation du tunnel situés à proximité : les panneaux de police, les plots de jalonnement situés côté voie rapide des tubes nord et sud et les éclairages et flashes des totems. Il est alimenté depuis le coffret historique de galerie ;
- Un coffret « automates-gestion de la ventilation » contenant les équipements locaux

d'automatisme, les équipements vidéo et réseau. Il est alimenté depuis le coffret historique de la galerie.

1.3.1.c - Équipements des niches

Chaque niche dispose des équipements suivants :

- Une prise de courant de service en 230 V monophasé située dans l'armoire (de puissance limitée).
- Deux prises « pompier » Maréchal (une en 230V monophasé et une en 400V triphasé) alimentées directement par un départ dédié dans le TGBT *éclairage* de leur local technique de rattachement ;
- Un coffret extincteur avec décroché extincteur ;
- Un détecteur de présence dans la niche ;
- un luminaire à tube fluorescent ;
- Quatre panneaux de signalisation rétro-éclairés intégrés dans le totem de la niche.

1.3.1.d - Équipements de galerie inter-tubes

Les galeries sont équipées de :

- Un éclairage à base de luminaires à leds ;
- Un sur-éclairage à leds à chaque entrée ;
- Six panneaux rétroéclairés par entrée de galerie, intégrés dans les totems ;
- quatre lampes à éclat par entrée de galerie de marque COMATELEC et de type Focal TMB ;
- Détecteurs d'ouverture de porte ;
- De caméras.

1.3.1.e - Plots de jalonnement

Les plots de jalonnement sont implantés sur chaque piédroit à 1 mètre de hauteur environ par rapport à l'arase supérieure du trottoir.

Le tunnel des Monts comporte en tout de 345 appareils de marque J.Paul Vezon et de type VisioTUNNEL Sphère (diodes de couleur jaune et 1 sur 5 de couleur bleue).

1.3.1.f - Détecteur hors gabarit

Situé uniquement tête Ouest du tunnel (côté Cassine), les détecteurs sont positionnés sur le PMV pleine voie environ 1 km avant l'entrée dans le tube Sud et les informations sont remontées à la GTC.

1.4 - Ventilation

1.4.1 - Description de l'installation

Le tube Nord est équipé de 8 batteries de 3 accélérateurs (un par voie) régulièrement espacés.

Le tube Sud est équipé de 6 batteries de 3 accélérateurs (un par voie) régulièrement espacés.

Ils sont accrochés en clé de voûte par un châssis individuel ancrés par 8 douilles. Deux élingues de sécurité sont également ancrées en voûte.

Les caractéristiques de ces accélérateurs sont les suivantes

- marque : Zitron,
- type : JZ 12-45/4,
- vitesse de rotation : 1 475 tr/min,
- poussée nominale : 1 623 N,
- moteur : WEG,
- puissance moteur : 45 kW.

Il convient de noter qu'une régénération de la totalité de ces accélérateurs est en cours depuis 2020, jusqu'en 2026 (hors marché).

1.4.2 - Détecteurs d'analyse atmosphérique

Ces détecteurs permettent le contrôle de la ventilation par la GTC :

- 6 détecteurs de CO DRÄGER Polytron 7000 (3 dans le tube Nord à proximité des niches N4, N3 et N1 et 3 dans le tube Sud à proximité des niches S2, S3 et S5) ;
- 6 détecteurs de NO DRÄGER Polytron 7000 (3 dans le tube Nord à coté des niches N4, N3 et N1 et 3 dans le tube Sud à coté des niches S2, S3 et S5) ;
- 6 opacimètres SIGRIST Visguard 2(3 dans le tube Nord et 3 dans le tube Sud situés à l'entrée des galeries) ;
- 4 anémomètres (deux anémomètres à ultrasons BLET dans le tube Nord aux PM260 et 560 et dans le tube Sud, un anémomètre à ultrasons BLET au PM285 et un anémomètre à ultrasons au PM560).

1.4.3 - Suppressions galeries inter-tubes

Chaque galerie inter-tubes est munie d'un système permettant de créer une surpression à l'intérieur en utilisant de l'air du tube sain pour éviter l'entrée d'air vicié en cas d'ouverture d'une porte coupe-feu du côté de tube impacté par un incendie.

Les ventilateurs sont munis de variateurs de vitesse asservis à des capteurs de différence de

pression.

Chaque galerie compte 1 ventilateur et deux clapets coupe-feu de chaque côté, ce qui nous fait un total de :

- 6 ventilateurs centrifuges Helios KSOD560/4/100/50 ;
- 12 clapets coupe-feu LZ3 à bride CCF 2H 500Pa ;

1.4.4 - Portes coupe-feu

Chaque galerie inter-tubes est munie de portes coupe-feu à ses extrémités permettant de séparer le volume de la galerie des tubes circulés. Elles sont équipées de fusibles thermiques.

1.4.5 - Poteaux d'incendie

L'ouvrage est équipé de 10 poteaux d'incendie de type PI 100 répartis de la manière suivante pour chaque tube :

- 1 poteau extérieur à chaque tête d'ouvrage ;
- 1 poteau dans le renforcement à chaque entrée de galerie inter-tubes.

Pour information, le réseau d'incendie (conduites, vanne de sectionnement et vannes d'isolement) appartient à la DIR. La responsabilité de celui-ci commence à partir de la sortie de la vanne de sectionnement de l'exploitant du réseau d'eau potable située dans un regard dans le talus de la voie lente Nord côté tête Est, jusqu'au dernier poteau situé dans le talus de la voie rapide Sud côté tête Ouest.

1.4.6 - Colonnes sèches

Chaque galerie inter-tubes est munie d'une colonne sèche dont les extrémités se situent dans le renforcement à l'entrée de chaque galerie.

Les nouvelles colonnes sèches sont munies d'une prise simple DN65 et d'une prise double DN40 à chaque extrémité. De plus, elles sont équipées d'une ventouse à leur point haut.

2 - Tunnel de Ponserand

2.1 - Éclairage

2.1.1 - Principe de l'éclairage

2.1.1.a - Les circuits d'éclairage

L'éclairage de base est composé de 3 régimes, *nuit réduit*, *nuit et jour*. Le pas des appareils d'éclairage est de 10 mètres.

Le circuit *nuit* est secouru par onduleurs.

L'éclairage de renforcement (aux abords des têtes) comporte deux régimes: un régime « *Plein Soleil* » et un régime « *Jour Couvert* » pilotés en fonction des valeurs relevées par les luminancemètres, un par tête.

2.1.1.b - Appareils d'éclairage

Les appareils sont positionnés sur une file disposée dans l'axe du tunnel. Ils sont de marque Comatelec et de type PF5 tunnel. Sur chaque ligne d'éclairage, sont présentes des boîtes de dérivation normales et résistantes au feu (dites « secourues »). Les lampes sont à haute pression de sodium.

Circuits d'éclairage	Nb d'appareils	Puissance source
<i>Base</i>	138	2 x 70W en SHP
<i>Renforcement</i>	190	1 x 250W en SHP

2.1.2 - Alimentation électrique et commande du système d'éclairage

Les circuits d'éclairage sont alimentés depuis les deux transformateurs de chaque local via les TGBT « éclairage » et via l'armoire du rameau 1 pour l'éclairage de base.

2.1.2.a - Commande et état de l'éclairage

Les différentes possibilités de commande de l'éclairage sont les suivantes :

- Une commande automatique ou fonctionnement normal. Dans ce mode, les régimes d'éclairages sont gérés automatiquement depuis l'automate en fonction des données relevées par deux luminancemètres Honeywell LUT 9 (implantés à chaque extrémité du tunnel) pour ce qui concerne les 3 régimes d'éclairage de renforcement. Pour l'éclairage de base, le fonctionnement est commandé par une cellule *jour-nuit* ;
- Une autre commande manuelle locale qui s'effectue circuit par circuit à partir des

TGBT de chaque local technique. Elle fait l'objet d'un affichage sur les équipements de supervision de l'ouvrage ;

- Une commande manuelle distante à partir de la supervision. Elle permet d'agir indépendamment sur l'éclairage de base et l'éclairage de renforcement.

2.1.2.b - Capteurs

Le tunnel de Ponserand est équipé de deux luminancemètres Honeywell LUT9 et d'une cellule *jour-nuit*.

2.2 - Alimentation électrique du tunnel

La distribution électrique est assurée depuis deux postes de livraison transformation situés à chacune des têtes de l'ouvrage. Les postes sont interconnectés et le raccordement au réseau se fait en coupure d'artère au niveau de chaque poste. Chacun des deux postes est composé de 6 cellules.

Chaque local technique alimente les équipements sur une demi-longueur du tunnel.

2.2.1 - Poste de transformation HT/BT

2.2.1.a - Cellule HT

Il y a en tout 6 Cellules HT Schneider Fluokit M24+ de 2010 en 24 kV-50 Hz dans les deux postes « Moûtiers » et « Aigueblanche » :

- 1 cellule arrivée EDF Fluokit M24+ avec la fonction double dérivation composé de 2 IS (Interrupteur-sectionneur) équipées de commandes mécaniques C410M ;
- 1 Cellule artère vers LT moutier Fluokit M24+ avec la fonction double dérivation composé de 2 IS (Interrupteur-sectionneur) équipées de commandes mécaniques C410M ;
- 1 cellule de comptage ;
- 1 cellule Disjoncteur général ;
- 2 cellules Protection transformateur.

Les deux postes haute tension sont reliés entre eux via une interconnexion 24 kV. En fonctionnement normal, l'alimentation des deux locaux techniques se fait par le seul poste de Moutiers.

Noter que le poste *Moûtiers* ne dessert que le tunnel. En cas de problème sur cette liaison, le poste de Grand-Coeur (Aigueblanche) assure l'alimentation de secours. Des interrupteurs télécommandés permettent de basculer d'un poste à l'autre. Cette intervention se fait sous un délai d'une minute environ. Des essais sont régulièrement menés par EDF.

2.2.1.b - Transformateurs

Il y a 2 transformateurs par postes 400 kVA - 24 kV à bain d'huile.

Chaque local technique alimente les équipements sur une demi-longueur du tunnel. Chaque transformateur assure l'alimentation de 5 batteries de deux accélérateurs. Dans chaque local technique, les transformateurs sont en secours mutuel pour l'alimentation de tous les équipements.

2.2.1.c - Tableaux BT

Pour chaque local, sont installés deux TGBT alimentant chacun la moitié des luminaires et des accélérateurs :

- 1 TGBT éclairage ;
- 1 TGBT ventilation.

2.2.1.d - Onduleurs

- Au local *Aigueblanche* sont installés : 2 onduleurs MGE UPS Systems modèle GALAXY 5000, 100 kVA autonomie 30 minutes couplés à 2 ensembles de batteries 80 KVA, soit un total de 60 batteries ;
- Au local *Moûtiers* sont installés : 2 onduleurs de MGE UPS Systems modèle GALAXY 5000, 60 kVA, autonomie 30 minutes couplés à 2 ensemble de batteries 40 KVA, soit un total de 30 batteries.

2.3 - Équipements de sécurité en tunnel

2.3.1 - Alimentation électrique des équipements de sécurité

Le tunnel comprend sept niches de sécurité, sept niches incendie et deux rameaux d'évacuation.

2.3.1.a - Équipements des niches

Chaque niche dispose des équipements suivants :

- Une armoire d'alimentation (coffret divisionnaire de niche) des équipements raccordés à cette niche;
- Des prises de courant : une en 230 V monophasé (avec un embout normal pour celle dans l'armoire et avec un embout de type Maréchal pour celle en façade) et une en 400 V triphasé avec embout de type Maréchal, sur la façade du coffret ;
- Un ensemble de deux extincteurs, avec détection du décroché Télémecanique XS7C4A1DP613 ou XS7-C40DP210 ;
- Un éclairage par leds alimenté en secours ;

- Un couple de panneaux de signalisation CE2a/CE2b ;
- Un détecteur d'ouverture de porte.

Les niches *incendie* mitoyennes aux niches de sécurité disposent du même type d'éclairage.

2.3.1.b - Équipements des rameaux d'évacuation

Le rameau 1 (le plus ancien, datant de la construction du tunnel) est équipé de :

- Une armoire divisionnaire de galerie (distribution des équipements de la moitié aval du tunnel) ;
- Un éclairage à base de luminaires à tube fluorescent sur 76 mètres : 13 luminaires MY1 de Comatelec de 2x18W ;
- Deux projecteurs de renfort SAP-T-150 W fixés sur un mur d'habillage de la porte HCM 120 (côté tube et côté galerie) et un autre au-dessus de la porte de sortie coté route départementale ;
- Des panneaux de signalisation « issue de secours » CE29/CE30, un panneau « zone de refuge PMR » ;
- Deux détecteurs d'ouverture de porte ;
- Deux bandeaux de 3 feux à éclats (soit 6 feux) ;
- Deux détecteurs de présence ;
- Une centrale incendie ;
- Des BAES ;
- De deux caméras, remplacées en 2025.

Le rameau 2 (réalisé en 2016) est équipé de :

- Un coffret d'alimentation électrique ;
- Un éclairage constitué de 20 luminaires à tube fluo 2 x 36 W de type Oleveon 1-235 E PC ;
- Un projecteur de renfort au-dessus de la porte de sortie coté route départementale ;
- Des panneaux de signalisation « issue de secours » CE29/CE30, un panneau « zone de refuge PMR » ;
- Deux détecteurs d'ouverture de porte ;
- Deux bandeaux de 3 feux à éclats (soit 6 feux) et un bandeau de sur-signalisation coté tunnel ;
- Deux détecteurs de présence ;
- Une centrale incendie ;
- Des BAES
- De quatre caméras, remplacées en 2025.

2.3.1.c - Plots de jalonnement

Les plots de jalonnement sont implantés sur chaque piédroit à 1 mètre de hauteur environ par rapport à l'arase supérieure du trottoir.

Le tunnel de Ponserand comporte en tout 280 appareils de marque J.Paul Vezon et de type VisioTUNNEL Sphère (diodes de couleur jaune dont 1 sur 5 est de couleur bleue).

2.3.1.d - Détecteur hors gabarit

L'installation dispose de 3 détections de dépassement de gabarit :

- Hors Gabarit *Europe* au PR49+995 ;
- Hors Gabarit à proximité de l'avenue de Belleville au PR49+550 ;
- Hors Gabarit *Ponserand Nord* au PR47+300 (pour le cas d'exploitation du tunnel en bi-directionnel).

Les systèmes de détection de véhicule hors gabarit sont des modèles identiques suivant les sites, en raison des contraintes de terrain ; deux couples de détecteurs HISIC450-R250 associés à une boucle au sol pour confirmation de présence véhicule.

2.4 - Ventilation

2.4.1 - Description de l'installation

Le tunnel est équipé de 20 accélérateurs Zitron (batteries de deux) de type jet-fan- JZ 12-22/4. Ils sont réversibles à 30%.

Ils sont accrochés en clé de voûte par un châssis individuel. Une chaîne de sécurité est également ancrée en voûte.

Caractéristiques des accélérateurs insonorisés :

- marque : Zitron,
- vitesse de rotation : 1 500 tr/min,
- poussée nominale : 1 000 N / 300 N,
- puissance moteur : 22 kW.

Chaque accélérateur est équipé de plots antivibratiles, d'un châssis de suspension, de câbles anti-chute de silencieux, de surveillance vibrations par capteur installé sur la virole.

2.4.2 - Détecteurs d'analyse atmosphérique

Ces détecteurs permettent le contrôle de la ventilation par la GTC :

- 3 détecteurs de CO, de type Polytron 7000 (remplacés en 2025) ;
- 3 détecteurs de NO2, de type Polytron 7000 (remplacés en 2025) ;

- 3 opacimètres, de type SIGRIST Visguard 2 ;
- 3 anémomètres à ultrasons de marque BLET.

2.4.3 - Ventilation du rameau 1

La ventilation du rameau 1 (le plus ancien, datant de la construction du tunnel) fonctionne en permanence. Les deux ventilateurs sont situés en extrémité de la galerie coté route D1090 et sont pilotés depuis le coffret galerie automatiquement via la GTC ou manuellement via la face avant du coffret.

Les éléments qui constituent l'installation sont les suivants :

- Grille extérieure R500 Aldes AWA251 ;
- 2 Ventilateurs Ø 450 2 pôles Tri 1.1 kW Novavent Axitube solid 2-450T 24-8 ;
- Clapet Anti-Retour R500 Aldes ATO 75 ;
- Grille extérieure R300 Aldes AWA251 ;
- Clapet de réglage R300 Aldes CRGN 100 ;
- Clapet Coupe-Feu HCM R600 Aldes Isonne HCM ;
- Clapet Anti-Retour R600 Aldes ATO 75 ;
- Clapet de réglage R600 Aldes CRGN 100.

La GTC effectue une rotation des ventilateurs en fonctionnement toutes les 24 heures.

2.4.4 - Ventilation du rameau 2 (mis en service en 2016)

Le rameau n°2 de 98 m de longueur totale comprend un sas de 3 m de long contigu au tunnel. Seul ce sas est surpressé en cas d'incendie.

En situation normale d'exploitation, le système de ventilation permet d'assurer un renouvellement régulier de l'air dans la totalité du rameau (ventilation sanitaire). Pour ce faire, le sas est alimenté en air frais depuis le débouché extérieur du rameau, au moyen d'un ventilateur de soufflage et d'une gaine, la décompression est effectuée vers le rameau via les clapets.

Cette ventilation sanitaire est mise en service automatiquement toutes les heures sur une durée d'environ 20 min afin de permettre un taux de renouvellement de 3 volumes par heure de l'air dans le rameau.

En cas d'incendie dans le tunnel, l'installation de ventilation a pour objectif d'empêcher la pénétration des fumées dans le rameau d'évacuation lorsque les portes d'accès à celui-ci sont ouvertes. Dans ce mode d'exploitation du système de ventilation, le sas est alimenté de la même manière en air frais, mais sa décompression s'effectue alors vers le tunnel sinistré.

Le système de ventilation est dimensionné de manière à obtenir, au droit des portes du sas, une vitesse sortante de 0,5 m/s lorsqu'elles sont ouvertes. Les organes de décompression (clapets coupe-feu et registres de réglage) sont, quant à eux, conçus pour viser une surpression nominale du sas de 40 Pa relativement au tunnel, lorsque les portes sont fermées.

Le système de ventilation du rameau est constitué des éléments principaux suivantes :

- une prise d'air frais extérieur avec grille 1000x695 en inox 316L marque F2A type GH ;
- un rejet d'air vers l'extérieur avec une grille 1000x1095 en inox 316L marque F2A type GH ;
- un ventilateur de soufflage axial Ø500 AREM modèle 499/4-12/20°/PPG/4HL;
- une gaine circulaire en acier inoxydable 316L, supportée en voûte et équipée d'un volet de surpression pour amener l'air frais extérieur jusqu'au sas ;
- deux clapets motorisés coupe-feu HCM 120 500x500 ALDES ISONE HCM, avec deux registres de réglage 500x500 F2A GLO, dans la cloison sas/tunnel ;
- deux clapets coupe-feu CN60 500x500 ALDES ISONE 1500 RECT dans la cloison sas/rameau.

Le ventilateur et les quatre clapets motorisés sont alimentés, contrôlés et commandés depuis l'armoire divisionnaire du rameau.

2.4.5 - Portes coupe-feu

2.4.5.a - Porte coupe-feu du rameau 1

La porte coupe-feu, son bâti, les joints d'étanchéité de finition et le traitement des seuils satisfont aux exigences coupe-feu HCM 120 et de résistance au feu, conformément aux prescriptions de la circulaire 2000-63 du 25 août 2000.

La porte d'extrémité donnant sur l'extérieur est une porte métallique à deux battants de même dimension que la porte HCM120, sans fonction coupe-feu.

Ces portes disposent en outre de contacts surveillés par la GTC.

2.4.5.b - Portes coupe-feu du rameau 2

2 types de portes coupe-feu ont été installés :

- une porte d'accès au sas coupe-feu HCM 120, côté tunnel ;
- une porte coupe-feu CN60 à l'interface sas/rameau ;

Une porte métallique sans fonction coupe-feu est installée au débouché du rameau d'évacuation sur la route D1090.

Toutes ces portes dégagent au moins une largeur de 0,90 m et une hauteur de 2 mètres. Elles s'ouvrent toutes dans le sens du tunnel vers l'extérieur. Elles disposent d'une barre anti-panique dans le sens de l'ouverture. Un dispositif de fermeture automatique (groom) est prévu sur chaque porte.

Ces portes disposent en outre de contacts surveillés par la GTC.

2.4.6 - Canalisation incendie

Une canalisation incendie traverse le tunnel (colonne humide). Jusqu'en 2014 elle était alimentée uniquement coté aval par le réseau communal d'Aigueblanche. La sécurisation de la défense incendie a été réalisée depuis avec le raccordement au réseau d'eau potable de Moutiers.

Une chambre de vannes est située à chaque tête de l'ouvrage et une vanne de sectionnement en milieu de tunnel.

3 - Tunnel du Siaix

3.1 - Éclairage

L'éclairage du tunnel du Siaix a été complètement rénové en 2016.

3.1.1 - Principe de l'éclairage

3.1.1.a - Les circuits d'éclairage

L'éclairage de base comporte deux types de circuits, *normal* et *secouru*, et trois régimes, *jour*, *nuit* et *nuit réduit*.

L'éclairage de renforcement (aux abords des têtes) comporte deux régimes : un régime *Plein Soleil* et un régime *Jour Couvert* activés en fonction des valeurs relevées par les luminancemètres installés aux têtes.

3.1.1.b - Appareils d'éclairage

Les appareils sont positionnés sur deux files disposées dans l'axe des voies avec un pas de 15 mètres. Sur chaque ligne d'éclairage, sont présentes des boîtes de dérivation normales et résistantes au feu (dites « secourues »).

Appareils de marque Comatelec :

- Base : PF5 - 48 LED XPG2 4000K 425mA 65W ;
- Renforcement : PF5 - BO 1566.

Circuits d'éclairage	Nb d'appareils	Puissance source
<i>Base</i>	213	48 W en LED
<i>Renforcement</i>	34	1x400W en SHP
	33	1x250W en SHP
	21	1x150W en SHP
	22	1 x 100W en SHP
	12	1 x 70W en SHP

3.1.1.c - Capteurs

Le tunnel du Siaix est équipé d'un luminancemètre honeywell LUT9 et d'un interrupteur crépusculaire TOR Schneider Acti9 IC2000 permettant de donner directement une info jour/nuit au MESD.

3.2 - Alimentation électrique du tunnel

La distribution électrique est assurée depuis deux postes de livraison-transformation situés à chacune des têtes de l'ouvrage. Les postes sont interconnectés et le raccordement au réseau se fait en coupure d'artère au niveau de chaque poste.

Chaque local technique alimente les équipements sur une demi-longueur du tunnel.

3.2.1 - Poste de transformation HT/BT

3.2.1.a - Cellule HT

Chaque local technique dispose d'un poste de livraison HT. Les deux tableaux HTA ont été changés en 2019 (gamme SM6 de Schneider Electric).

Les cellules HT sont en 20 kV-50 Hz dans les deux postes.

En cas de défaillance d'une des arrivées EDF, un câble ENEDIS 20 kV circulant sous fourreau dans la galerie de sécurité permet l'interconnexion des deux postes de livraison. Les basculements d'un poste à l'autre sont assurés automatiquement par télécommande des cellules HT.

3.2.1.b - Transformateurs

Deux transformateurs 630 kVa / 410 V sont installés par poste. Les transformateurs fonctionnent en parallèle, chaque transformateur ayant la capacité d'alimenter un demi-tunnel. La distribution électrique basse tension est assurée par quatre transformateurs : 1 paire TGBT-N et 1 paire TGBT-S dans chaque local (Aime et Moûtiers).

3.2.1.c - Tableaux BT

Les circuits BT alimentent :

- L'éclairage ;
- La ventilation ;
- La signalisation ;
- Les équipements divers.

Dans chaque local sont installés :

- 1 TGBT « normal » :
 - alimentant entr'autre les vannes des bassins de rétention.
- 1 TGBT « éclairage » 630kVA 20kV/410V ;
- 2 TGBT « ventilation » 630kVA 20kV/410V ;
- 1 TGBT « secours » de 400V raccordé à deux onduleurs redondants décrits ci-dessous et alimentent :

- Éclairage de secours
- Éclairage des locaux techniques et des niches de sécurité ;
- Caméras vidéo du tunnel, de la galerie, des rameaux et des plateformes extérieures ;
- DAI ;
- Détection incendie des locaux techniques ;
- Capteurs de pollution et anémomètres ;
- Opacimètres ;
- Équipements de radiocommunication ;
- Réseau d'Appel d'Urgence ;
- Équipements de communication fibres optiques ;
- Signalisation et système de fermeture dynamique du tunnel (barrières + PMV) et de la galerie ;
- Plots de jalonnement ;
- GTC ;
- Les équipements des rameaux (hors ventilation) et de la galerie.
- 1 armoire divisionnaire d'interface rameau (ADIR).

Depuis les locaux techniques, la distribution basse tension en tunnel se fait par :

- Un cheminement en fourreaux sous le radier de la galerie et des rameaux ;
- La gaine AF qui héberge le bouclage de la fibre optique et les câbles de commande de certains équipements ainsi que l'alimentation des trappes pour le désenfumage ;
- Les chemins de câbles fixés au plafond.

Chaque tête alimente la moitié du tunnel. Les niches sont alimentées par les rameaux de communication ; les câbles remontent dans les coffrets situés en niches et en repartent sous fourreau dans le piedroit pour alimenter les équipements situés sous le plafond.

Les niches 1 et 9, 11 et 19 (niches immédiatement à proximité de l'entrée pour chacun des sens de circulation) sont alimentées directement depuis les locaux techniques.

3.2.1.d - Onduleurs

Deux ensembles de deux onduleurs couplés de 80 kVa, d'une autonomie minimale de 30 minutes pour l'alimentation permanente des équipements de sécurité (PAU, vidéosurveillance, Détection Automatique d'Incidents, système de fermeture par barrières, éclairage de secours, signalisation, prises en niches de sécurité, transmission des alarmes).

L'alimentation se fait par 4 x 48 batteries 92 AH en 12 Volts (type YUASA SWL 2500).

Ces onduleurs ont été remplacés en 2020 (local technique Moûtiers) et 2021 (local technique Aime).

3.2.1.e - Groupes Électrogènes

Pour pallier la perte des 2 alimentations HT, le tunnel dispose de 2 groupes électrogènes de 220 kVA.

Ceux-ci ne permettent pas de reprendre l'alimentation de la ventilation de désenfumage et sanitaire, les commandes des vannes des bassins de rétention, la surpression des rameaux et l'éclairage normal. Ils alimentent tous les autres équipements secourus décrit ci-dessus.

3.3 - Équipements de sécurité en tunnel

3.3.1 - Alimentation électrique des équipements de sécurité

Avec la réalisation de la galerie de sécurité toute l'architecture de distribution des courants forts et faibles a été réorganisée : tous les câbles cheminent par la galerie de sécurité et la distribution se fait via les armoires de rameau (une armoire par rameau). Chaque armoire de distribution rayonne entre 30 et 60 m de part et d'autre du rameau, afin de distribuer en énergie les équipements en tunnel et en galerie.

Dans le local technique Moûtiers, une armoire divisionnaire d'interface rameaux (ADIR) permet l'alimentation des armoires des rameaux 1 à 4 ;

Dans le local technique Aime, une ADIR permet l'alimentation des armoires des rameaux 5 à 7.

Les niches de sécurité (NS2 à NS8 et NS12 à NS18) sont rattachées au rameau qui leur fait face.

3.3.1.a - Équipements des niches

Chaque niche dispose des équipements suivants :

- De prises de courant : une en monophasé avec un embout de type Maréchal et une en triphasé avec un embout de type Maréchal ;
- Deux extincteurs par niche (avec détection du décroché) ;
- Un éclairage par tube fluorescent ;
- Un couple de panneaux de signalisation CE29/CE2a ;
- Un panneau CE30a/CE30 b + M3b pour les niches NS 12 à NS 18 ;
- Un détecteur d'ouverture de porte ;
- Une résistance chauffante pour conduite incendie (NS 12 à 18).

Les niches 2 à 8 sont raccordées à l'armoire divisionnaire de leur rameau. Les niches 1 et 9 et 11 à 19 conservent un coffret électrique.

3.3.1.b - Équipements de la galerie de sécurité

La galerie de sécurité est équipée de :

- Une file de luminaires en voûte : 222 luminaires à LED 30-4S 23,5W ;
- Sept panneaux CE2a (un à chaque débouché de rameau) ;
- De caméras.

3.3.1.c - Équipements des rameaux d'évacuation

Chaque rameau est équipé de :

- Une armoire divisionnaire de rameau normal/secours (ADIR) alimentant l'ensemble des équipements du rameau et ceux du tunnel et de la galerie sur 30 à 60 m de part et d'autre du rameau ;
- Six luminaires à LED 30-4S 23,5 W dans le rameau ;
- Un luminaire à LED 30-4S 23,5 W en éclairage des entrées du rameau et de la niche de sécurité ;
- Un panneau CE30 double face ;
- Deux bandeaux feux flash, soit 6 feux ;
- Un détecteur d'ouverture de porte sur porte HCM 120 côté *tunnel* et un sur porte côté *galerie* ;
- Un détecteur de présence ;
- Une centrale incendie ;
- Une caméra.

3.3.1.d - Équipements de la galerie de retournement

La galerie de retournement a été condamnée et le coffret électrique qui l'équipait a été démonté.

3.3.1.e - Plots de jalonnement

Les plots de jalonnement sont implantés sur chaque piédroit à 1 mètre de hauteur environ par rapport à l'arase supérieure du trottoir.

Le tunnel du Siaix comporte en tout 326 appareils (diodes couleur jaune et couleur bleue).

3.3.1.f - Téléphonie de service

Un téléphone dédié à la téléphonie de service est installé à chaque tête (LT).

Les coffrets "pompiers" situés à chaque tête en extérieur ont été déposés en 2019.

3.3.1.g - Équipements hors tunnel et galerie

Les abords de la galerie sont aménagés. A chaque tête il y a deux lampadaires :

- Mâts h=10,00 m basculants ;
- Lampe 76W LED.

3.3.1.h - Détecteur hors gabarit

Le tunnel est équipé d'un système de détection de véhicule hors gabarit aux deux têtes du tunnel en amont des barrières de fermeture de l'ouvrage. Les détecteurs, à une hauteur de 4,5 mètres, sont installés sur des portiques situés au :

- PR 59+050, côté Centron (paire de cellules HISIC450-R250 avec boucle dans la chaussée) ;
- PR 54+012, côté Moûtiers (cellules type Sick Laser) ;
- PR 53+979, côté Moûtiers (cellules Sick Laser).

3.4 - Ventilation

3.4.1 - Description de l'installation du tube routier

La ventilation du tunnel est de type semi-transversal avec 15 trappes de désenfumage télécommandables à distance.

Les équipements sont implantés dans deux usines de ventilation (une à chaque tête de tunnel) et comprennent :

- 2 ventilateurs de soufflage d'air frais assurant un débit de 56 m³/s chacun (mais ventilateurs de débit nominal de 90 m³/s), reliés à la gaine Est située en plafond du tunnel et injectant l'air frais par les bouches de soufflage pariétal (en sommet de piedroit Est) ;
- 2 ventilateurs de désenfumage assurant un débit d'extraction de 90 m³/s chacun, reliés à la gaine Ouest située en plafond du tunnel et extrayant l'air vicié par les 15 trappes de désenfumage ;
- 15 trappes de désenfumage motorisées télécommandables de 2 m² de section, installées tous les 100 m dans le plancher de la gaine d'air vicié.

L'air frais est constitué de deux cantons de 800 m, séparés par un registre permettant un secours mutuel de manière à assurer un secours minimal à plus de 50% du débit installé. L'air frais est distribué au moyen de bouches de soufflage réparties tout au long du tunnel.

Le désenfumage est assuré par deux ventilateurs aspirant simultanément les fumées dans une gaine unique courant sur la totalité du tunnel. Le désenfumage est réalisé à partir des trappes de désenfumage positionnées dans la dalle haute du tunnel.

Les ventilateurs d'air frais, réversibles, peuvent secourir les ventilateurs de désenfumage via un jeu de registres installés dans la gaine d'air frais.

L'installation de désenfumage sera totalement renouvelée à horizon fin 2026.

3.4.2 - Caractéristiques du matériel

3.4.2.a - Ventilateurs d'air frais nouvelle installation

Marque	Witt & Sohn
Type	A-PR8`AL5/1600/G/8
Vitesse de rotation (tr/min)	1500
Débit (mètre cube)	90 (réversibilité à 100 %)
Moteur	ABB modèle M3BP 315 LKE 4
Puissance moteur (kW)	315

3.4.2.b - Ventilateurs de désenfumage nouvelle installation

Les ventilateurs de désenfumage et les ventilateurs d'air frais ont les mêmes caractéristiques.

3.4.3 - Trappes de désenfumage

Marque	CALIDER
Type	À ventelles
Motorisation	Bernard Ref FQ 12

3.4.4 - Commande et état des accélérateurs

Le fonctionnement de la ventilation sanitaire est automatique, asservi aux informations fournies par les détecteurs d'analyse atmosphérique qui analysent en permanence l'air du tunnel.

La ventilation de désenfumage nécessite une action de la part de l'opérateur.

3.4.5 - Détecteurs d'analyse atmosphérique

Ces détecteurs permettent le contrôle de la ventilation par la GTC :

- Quatre détecteurs de CO, de marque DRAGER Polytron 7000 ;
- Quatre détecteurs de NO, de marque DRAGER Polytron 7000 ;
- Quatre opacimètres, de marque Siemens/Sigrist 2 ;
- Trois anémomètres de marque Blet à ultrasons.

3.4.6 - Caractéristiques du matériel en galerie

La galerie de sécurité a été mise en service en juin 2019. Elle est reliée au tube routier par sept rameaux d'évacuation. La galerie elle-même n'est pas ventilée : le courant d'air naturel est suffisant pour assurer un bon renouvellement de l'air dans cet ouvrage dont l'accès est réservé aux cyclistes et aux piétons. L'accès aux véhicules à moteurs thermiques est limité à ceux de l'exploitant voire des services de secours. Pour cette raison, des capteurs de pollution y ont été installés.

Le contrôle de l'atmosphère en galerie est réalisé par :

- 3 capteurs de NO₂ DRÄGER Polytron 7000 situés aux PM 480, 730 et 1110 ;
- 2 anémomètres BLET ultrasonic 1D situés aux PM 200 et 1260.

3.4.7 - Description de l'installation en rameau

Les sept rameaux sont équipés d'un système de ventilation assurant le renouvellement sanitaire et la surpression en cas d'incendie. La prise d'air frais se fait côté galerie.

En situation normale d'exploitation, le système de ventilation de chaque rameau permet d'assurer la ventilation sanitaire avec une mise en service automatique toutes les heures sur une durée d'environ 20 min permettant un taux de renouvellement de 3 volumes par heure de l'air du rameau. Le fonctionnement du ventilateur s'effectue en *petite vitesse*.

En cas d'incendie dans le tunnel, l'installation de ventilation a pour objectif d'empêcher la pénétration des fumées dans le rameau d'évacuation lorsque les portes d'accès à celui-ci sont ouvertes. Le système de ventilation est dimensionné de manière à obtenir, au droit des portes, une vitesse sortante de 0,5 m/s lorsqu'elles sont ouvertes. Les organes de décompression (clapets coupe-feu et registres de réglage) sont quant à eux dimensionnés pour viser une pression nominale de 40 Pa du rameau supérieure à celle du tunnel lorsque les portes sont fermées. La ventilation fonctionne alors en *grande vitesse*.

Le système de ventilation de chaque rameau est constitué des éléments principaux suivants :

- Deux ventilateurs bi-vitesse HELIOS 2267 AMD 315/2/2, vitesses : 2200/2650 tr/min, l'un étant en fonctionnement et l'autre en secours ;
- Un piège à son par ventilateur ;
- Un clapet coupe-feu HCM 120 coté tunnel 500x500 TROX Technik ;
- Un registre de décompression coté galerie 500x450 F2A PL.

Les ventilateurs, le clapet et le registre sont alimentés par l'armoire de rameau et sont surveillés par la GTC.

3.4.8 - Portes coupe-feu

Chaque rameau est équipé d'une porte coupe-feu HCM 120 côté tunnel.

Côté galerie, la porte métallique n'a pas de propriété coupe-feu.

Toutes ces portes dégagent au moins une largeur de 0,90 m et une hauteur de 2 mètres.

Elles s'ouvrent toutes dans le sens du tunnel vers la galerie. Elles disposent d'une barre anti-panique dans le sens de l'ouverture. Un dispositif de fermeture automatique (groom) est prévu sur chaque porte.

Ces portes disposent en outre de contacts surveillés par la GTC.

3.4.9 - Canalisation incendie

Une canalisation en eau traverse le tunnel. Les niches incendie sont situées côté "montagne" (ou piédroit du sens descendant), à côté des niches de sécurité. Elles sont équipées de nourrices avec cordon chauffant.

L'alimentation de cette canalisation est assurée par deux réservoirs implantés entre 50 et 70 m plus haut dans le versant. Le plus ancien, à l'amont, a une capacité de 120 m³. Le second, à l'aval, construit en 2018 a une capacité de 80 m³. Des chambres de vannes sont situées aux têtes du tunnel et une vanne de sectionnement est implantée au milieu du tunnel dans l'ex zone de retournement, désormais condamnée pour les véhicules.

Une borne incendie est installée à chaque extrémité du tunnel, en extérieur.

4 - Trémie de Champoulet (Moutiers)

4.1 - Électricité

4.1.1 - Principe de l'éclairage de la trémie

L'éclairage de la trémie est assuré par :

➤ 2 circuits d'éclairage de base à LED disposés sur toute la longueur de la trémie. Chaque circuit est disposé à chaque piédroit.

Cet éclairage est utilisé en période nocturne avec le régime *nuît*. Ces deux circuits sont pilotés simultanément avec deux bus 1-10V et deux contacteurs pour couper la puissance. Ces contacteurs sont commandés par le même relais bistable lui-même piloté par un automate.

C'est la même consigne 1-10V qui est ajustée par l'automate sur les deux bus des deux circuits d'éclairage de base.

Modèle Philips BGP235 T25 DX50 / LED50-4S 32W / 740.

➤ 2 circuits d'éclairage extérieur à LED disposés aux piédroits de chaque tête. Il y a un circuit par tête.

Les éclairages extérieurs sont utilisés en période nocturne avec le régime *nuît*. Chaque circuit est piloté avec un bus 1-10V et un contacteur pour couper la puissance. Chaque contacteur est commandé par un relais bistable lui-même piloté par un automate.

C'est la même consigne 1-10V qui est ajustée par l'automate sur les deux bus des deux

circuits d'éclairage extérieur.

➤ 4 circuits d'éclairage de renforcement à LED disposés le long de la trémie. Deux circuits sont disposés de part et d'autre d'une entrée. De même, les deux autres circuits sont disposés à l'autre entrée de l'ouvrage.

Cet éclairage est utilisé en période diurne. Cet éclairage est piloté par des commandes 1-10V et des contacteurs pour couper la puissance. Les deux contacteurs des circuits de la même entrée sont commandés par le même relais bistable lui-même piloté par l'automate. De même, à tout moment, c'est la même consigne 1-10V qui est ajustée par l'automate sur les bus des deux circuits de la même entrée. Ces bus sont au nombre de 4 par entrées. Deux bus pilotent le même circuit d'éclairage. Ceci est dû à la chute de tension sur les bus 0-10V induit par le pilotage d'un grand nombre de luminaires se trouvant sur chaque circuit de renforcement.

Modèle Philips BGP237 T25 DX50 / LED740-4S 460W / 740.

4.1.2 - Alimentation électrique de la trémie

La distribution électrique est assurée depuis un TGBT implanté à proximité de l'ouvrage dans le carrefour de l'Europe. Cette armoire regroupe à la fois :

- l'alimentation électrique générale de l'ouvrage et l'automatisme de commandes d'éclairage
- les commandes de la signalisation lumineuse.

5 - Tranchée couverte du Rondeau (Grenoble)

5.1 - Principe de l'éclairage

L'installation comportera d'une part un éclairage standardisé de la section courante régnant de manière uniforme sur l'ensemble de l'ouvrage. Cet éclairage de base est composé d'un éclairage normal *jour-nuit* alimenté par une source d'alimentation normale et d'un éclairage de sécurité alimenté par une source secourue par onduleur.

D'autre part, un éclairage de renforcement d'entrée permettant une adaptation progressive à la vision des usagers pour éviter tout phénomène de « trou noir ». Cet éclairage de renforcement accompagne progressivement l'utilisateur à l'intérieur de l'ouvrage jusqu'à atteindre un niveau lumineux relativement faible en sortie de la tranchée couverte.

5.1.1 - Alimentation de l'éclairage

L'installation est alimentée depuis les TGBT du local technique.

D'une manière générale :

- Les circuits d'éclairage normal et de renforcement sont alimentés par des câbles C1 depuis le TGBT normal. Les câbles cheminent en piédroit sur chemin de câble ;
- Les circuits d'éclairage de sécurité sont alimentés par des câbles CR1 depuis le TGBT sécurité. Ils sont fixés directement à la structure béton de l'ouvrage.

Le contrôle commande de l'éclairage est réalisé par gradation à l'aide d'un bus terrain qui relie des modules de communication intégrés dans les luminaires LED à un contrôleur situé dans le local technique. Le contrôleur est un système de commande permettant d'interagir avec les drivers des luminaires. Il permet notamment de gérer la gradation de chaque luminaire et de remonter les défauts. Le système dispose d'une fonction de sécurité positive, ainsi en cas d'absence tension (coupure câble, coupure de communication), le flux des luminaires est ramené à sa valeur maximale. Il est installé un contrôleur par tube.

L'éclairage de sécurité est secouru par un onduleur de marque Eaton 93T 40 kVA associé à des batteries Sprinter XP 12 V.

5.1.2 - Implantation des luminaires

Compte tenu de l'absence de possibilité d'installer les luminaires en plafond, ces derniers sont installés sur les piédroits à une hauteur d'environ 4,40 m de telle manière à respecter une revanche latérale de 0,25 m et une hauteur sous équipement de 4,85 m.

5.1.3 - Les appareils

Le tableau ci-dessous constitue la synthèse des équipements selon leur rôle, identique pour chaque tube de l'ouvrage :

Type de luminaire	Type de lampe	Rôle	Nombre de luminaires
BGP 235	LED90-4S/740 58 W	Base	58
BGP 238	LED1040-4S/740 630 W	Renfort	26
BGP 236	LED520-4S/740 315 W	Renfort	10
BGP 235	LED260-4S/740 158 W	Renfort	26

5.1.4 - Commandes de l'éclairage

Trois types de commande de l'éclairage sont possibles :

- Directement par actions sur les faces avant des TGBT en local technique : mode manuel local,
- Directement depuis le PC via la GTC : mode manuel distant ;
- Automatique au niveau du contrôleur : mode automatique.

En mode normal, le mode automatique est le mode par défaut.

Pour la gestion de l'éclairage de base, une cellule photoélectrique est mise en œuvre pour l'asservissement de l'éclairage extérieur jour et nuit. Celle-ci est installée sur le mât commun au luminancemètre côté Est et raccordée directement au contrôleur.

Un luminancemètre, connecté au contrôleur, est implanté en amont du tunnel dans chaque sens pour qualifier l'ambiance lumineuse à l'approche du tunnel pour l'éclairage de renforcement.

5.2 - Équipements de sécurité en tunnel

5.2.1 - Équipements des niches de sécurité

Chaque niche dispose des équipements suivants :

- Un coffret comportant deux prises associées à un système différentiel de 30mA, alimenté depuis le TGBT normal ;
 - Une prise alimentée en 230V en monophasé permettant le raccordement de matériels d'une puissance maximale de 2,5kVA,
 - Une prise alimentée en 400V en triphasé permettant le raccordement de matériels d'une puissance maximale de 12 kVA.
- Deux extincteurs par niche (avec détection du décroché) ;
- Un éclairage assurant un niveau minimal d'éclairement de 150 lux, alimenté depuis le PST de rattachement ;

- Un PAU SNEF Mioscom mini de technologie IP qui est raccordé au switch du PST de rattachement ;
- Signalisation réglementaire avec panneau CE 29/CE 2a de la gamme normale.

5.2.2 - Équipements des issues de secours

5.2.2.a - Téléphone de Sécurité (TSE)

Chaque issue de secours sera équipée d'un téléphone de sécurité de technologie IP permettant particulièrement aux PMR de communiquer avec le poste de supervision.

5.2.2.b - Vidéosurveillance

Les 11 caméras fixes couvrant la section courante sont de marque Bosch WV-S1136A, avec caisson Videotech MXM 36.

Les 2 caméras aux têtes de l'ouvrage sont équipées d'un dôme et sont orientables, de marque Bosch 7100 NDP-7602-Z40.

Une caméra de vidéosurveillance est implantée dans chaque issue de secours pour visualiser la zone du PMR de façon à voir les usagers qui communiquent via le TSE avec le poste de supervision. Ces 6 caméras sont fixes avec objectif grand angle, de marque Bosch IVA PRO NCE-7703- FK.

Des capteurs de présence volumétrique associés aux caméras sont implantés de manière à détecter une personne qui se situerait dans la zone PMR (à proximité du TSE).

5.2.2.c - Portes

Les portes des issues de secours côté tunnel et côté extérieur sont de marque Portafeu et sont équipées de détecteurs d'ouverture. Ils sont de types inductifs, cylindriques et identiques à ceux des extincteurs.

5.2.2.d - Signalisation

Chaque issue de secours est équipée d'une signalisation réglementaire CE 30 de la gamme normale, carré de 700 mm de côté.

La signalisation lumineuse se fait via trois feux flashes de part et d'autre. L'utilisation de feux flashes permet de localiser les issues en cas de fumées. Les feux flashes sont activés en évacuation (scénario incendie dans le tube). Ils sont alimentés par une source secourue depuis le PST de rattachement.

5.2.3 - Plots de jalonnement

Le balisage est réalisé par des plots qui installés sur chaque piédroit tous les 10 m à une hauteur d'environ 1m par rapport au trottoir. Un plot de jalonnement sur 4 sera de couleur bleue pour marquer la distance de sécurité (40 m à 70 km/h) entre deux véhicules.

Les plots sont alimentés par canton de 100 m maximum par câble CR1, de type lumineux à diode doubles faces et de marque JP Vezon, alimentés par l'intermédiaire des transformateurs 230V/24V installés dans les PST.

5.3 - Ventilation

5.3.1 - Description de l'installation du tube routier

La tranchée mesurant moins de 300 m, il n'y a pas de ventilation mécanique dans la tranchée. Elle est néanmoins équipée de détecteurs d'analyse atmosphériques.

5.3.2 - Détecteurs d'analyse atmosphérique

La tranchée couverte est équipée de :

- Deux capteurs de CO, de type Sick Visic 100 SF ;
- Dix opacimètres, de type Sick Visic 100 SF ;
- Quatre anémomètres, de type Sick VM 400 S.

5.3.3 - Portes coupe-feu

La tranchée couverte est équipée de différentes portes de locaux techniques et d'issues de secours de marque Portafeu :

- Deux portes de locaux techniques ;
- Deux portes de sas d'issues de secours ;
- Deux portes intérieures d'issues de secours ;
- Trois portes extérieures d'issues de secours.

6 - Tunnel du Rond-Point

Le tunnel du Rond-Point est un ouvrage d'une longueur de 448 mètres (auxquels s'ajoutent 50 mètres de paralume à chaque extrémité), à deux tubes unidirectionnels, situé dans la périphérie sud de la ville de Saint-Etienne, sur la couronne routière stéphanoise constituée par la RN.88, l'A72 et la RM 201.

Localement, il se trouve sur la RN 88 (PR 38+400 à PR 39), Voie Rapide Urbaine, sur l'itinéraire reliant la vallée du Rhône (Givors) et la Haute-Loire (Le Puy en Velay).

Le degré de surveillance du tunnel du Rond-Point est de niveau D4 (surveillance humaine permanente), depuis le PC OSIRIS situé à Albertville. Le CEI de la Varizelle assure les missions d'exploitation, d'entretien et de surveillance.

6.1 - Principe de l'éclairage et matériels utilisés

Les files d'éclairage sont positionnées en clé de voûte et sont composées :

- d'un éclairage de base en continu sur les 2 tubes ;
- d'un éclairage de renfort en entrée des 2 tubes.

Il n'y a pas de renforcement de sortie.

Chaque tube est équipé des circuits d'éclairage suivants :

- 4 circuits « Éclairage base » composés de source 70W : B1, B2, B1R, B2R ;
- 2 circuits « Éclairage base secours » composés de source 70W : BS1, BS2 ;
- 2 circuits « Éclairage de renfort » composés de source 150W, 250W et 400W : R1, R2.

Les circuits B1R et B2R correspondent aux zones des paralumes. Les sources utilisées sont des sources Sodium Haute Pression.

6.1.1 - L'éclairage de base

L'éclairage de base parcourt l'intégralité du tunnel et se poursuit dans les zones des paralumes situées en entrée et sortie de chaque tube.

Une partie de l'éclairage de base est alimentée sur le réseau secours.

La distribution des luminaires de l'éclairage de base s'effectue de la manière suivante :

- les luminaires 1 x70 W pour l'éclairage de base au niveau des paralumes ;
- les luminaires 2 x70 W pour l'éclairage de base dans le tunnel.

Les luminaires sont espacés d'un pas de 9 mètres.

	Circuits d'éclairage	Nb Sources	Puissance source	Luminaire 1x70W	Luminaire 2x70W
Tube NORD	BR1	18	70W	6	12
	BR2	24	70W	0	24
	B1	17	70W	2	15
	B2	30	70W	0	30
	BS1	19	70W	5	14
	BS2	17	70W	4	13
Tube SUD	BR1	11	70W	2	9
	BR2	18	70W	0	18
	B1	21	70W	4	17
	B2	34	70W	0	34
	BS1	18	70W	6	12
	BS2	17	70W	3	14
Total		244		32	106

6.1.2 - L'éclairage de renforcement

La distribution de l'éclairage de renfort est organisée en 6 paliers consécutifs et dégressifs en intensité lumineuse.

Le point de départ du palier n°1 est l'entrée du tunnel (après les paralumes).

Les luminaires qui le composent selon les paliers sont de 3 types :

- 1 source 400W pour palier n°1 ;
- 1 source 250W pour paliers n°2, 3, 4 ;
- 1 source 150W pour paliers n°5, 6.

Les espacements inter-luminaires sont variables selon le palier dans lequel on se situe. Pour la tête côté « Rond-Point », les paliers sont tous réalisés en luminaires 150W avec espacement de 2,5 m.

Deux variateurs de puissances ont été installés dans les locaux techniques du tunnel. Ils sont raccordés sur l'installation des éclairages de renforcement des 2 tubes du tunnel, 1 variateur par tube.

Pour chaque tube, l'éclairage de renforcement est composé de 2 circuits R1 et R2 dont l'intensité lumineuse varie entre 50 et 100% de son régime maximum en fonction du régime d'éclairage imposé par la GTC du tunnel.

Chaque circuit R1 et R2 est, en plus, commandable par contacteurs placés en aval des variateurs.

Ils sont de type « régulateur variateur d'éclairage STABILUX PMT ».

	Circuits d'éclairage	NB Sources	Puissance source	Luminaire 1x150W	Luminaire 1x250W	Luminaire 1x400W
Tube NORD	R1	8	400W	Détail non disponible		
		2	250W			
		22	150W			
	R2	8	400W			
		2	250W			
		22	150W			
Tube SUD	R1	5	400W			
		7	250W			
		11	150W			
	R2	4	400W			
		7	250W			
		12	150W			
Total		110		55	32	23

6.1.3 - L'éclairage de sécurité

L'éclairage de base secouru se décompose en un circuit par tube. Ces circuits sont secourus via des onduleurs.

6.1.4 - Type de luminaires et boîtes de dérivation

Tous les luminaires installés sont de marque COMATELEC type PF5.

Chaque luminaire des circuits de base et de renfort est alimenté via une boîte dite « normale ». Chaque luminaire des circuits secourus est alimenté via une boîte dite « secours ».

En fonction des longueurs de câbles et des luminaires, les circuits ont des sections de câbles différentes.

Chaque boîte est donc différente en fonction des 3 critères :

- boîte normale/secours ;
- puissance de la source ;
- section de câble

Les boîtes sont avec visserie inox et fixée sur des pendants en matériau composite. Chaque boîte intègre la protection du luminaire par fusibles. Les prises femelles en face avant de chaque boîte sont de type PROCONNECT.

Elles sont de marque BONNEAU et permettent un raccordement du câble principal dans coupure des conducteurs.

6.1.5 - Le système de commandes des installations d'éclairage

Les systèmes de commande des installations sont conçus pour optimiser le couple *niveau de service à l'utilisateur / consommation électrique*.

Les systèmes de commande sont de trois natures différentes :

- Deux luminancemètres installés en tête de tunnel et visant les entrées ;
- Une cellule photoélectrique, sensible au niveau d'éclairage ambiant, permet de donner les ordres d'adaptation des niveaux d'éclairage de base des ouvrages entre le jour et la nuit et l'allumage des réseaux d'éclairage extérieur.

La commande est assurée en automatique par les automates de la gestion technique centralisée.

6.2 - Alimentation électrique

Les locaux techniques (LT) du tunnel du Rond-Point se situent à la tête Ouest (côté « Firminy ») entre les deux tubes, accessibles depuis le passage piétons souterrain, depuis la rue de Dunkerque. Ils sont composés de 4 pièces distinctes, équipées de deux luminaires 2 tubes fluorescents ou 1 led, d'une détection incendie, de blocs autonomes de sécurité et d'un détecteur de présence dans le couloir d'entrée.

Le tunnel du ROND POINT est relié électriquement par 2 postes HTA :

- Un poste de livraison ENEDIS situé au-dessus du tunnel (rue de Dunkerque) ;
- Un poste de transformation en local technique nommé par la suite Poste «LT RIVIERE» ;
- Le poste de distribution du réseau HTA d'éclairage public situé en local technique, alimenté par une armoire tarif jaune située rue de Dunkerque a été supprimé en 2024. Alimentation en BT depuis le « LT RIVIERE » et depuis un PDL côté giratoire F. Roosevelt.

Le poste de transformation RIVIERE est équipé de transformateurs.

Les locaux techniques sont équipés de tableaux basse tension. Le principal, intitulé TGBT, est subdivisé en 6 cellules (cellule arrivée/couplage, cellule tube Sud, cellule tube Nord, cellule ondulée, cellule automate, cellule servitudes). Un deuxième concerne la ventilation.

6.2.1 - Cellule HTA

Chaque cellule a pour caractéristique générale :

- Coupure dans le SF6 ;
- Jeu de Barres 400A ;
- Tension d'isolement 24KV ;
- Courant de courte durée admissible : 12,5KA ;
- Cellules avec accessoires de montage et d'éclissage avec les cellules environnantes. Chaque cellule est équipée de bornes pour tous les câbles extérieurs : alimentation

auxiliaire, retour d'information, commande. Ces bornes sont installées dans le caisson BT de la cellule.

6.2.2 - Poste de livraison ENEDIS

Ce poste en **20 KV** est composé de cinq cellules HTA :

- Deux cellules interrupteur d'arrivée ENEDIS. Pour l'ensemble des deux cellules, fourniture d'un relais de détection de défaut ampérométrique avec tores et voyant de signalisation de défaut ;
- Une cellule interrupteur de comptage avec transformateurs de potentiels ;
- Une cellule disjoncteur double sectionnement. Pas de dispositif de commande à distance du disjoncteur;
- Une cellule interrupteur départ.

6.2.3 - Poste «LT Rivière»

Ce poste de transformation est composé de cinq cellules HTA :

- 1 cellule interrupteur arrivée ;
- 4 cellules inter-fusibles de protection des transformateurs.

Il est aussi équipé de deux transformateurs 20 kV / 410 V - 250 kVA et deux transformateurs 20 kV / 690 V - 1250 kVA.

6.2.4 - Transformateurs

Sont présents :

- Deux transformateurs 20 kV / 400 V - 250 kVA pour les équipements du tunnel hors ventilation (un pour le tube Sud un pour le tube Nord) ;
- Deux transformateurs 20 kV / 690 V - 1250 kVA pour la ventilation.

Concernant les transformateurs dédiés au tunnel, il est à noter que chacun est dimensionné pour pouvoir reprendre l'ensemble de la puissance du tunnel en cas de défaillance de l'un d'eux.

6.2.5 - Onduleurs

Un ensemble d'onduleurs présent au local technique est composé de deux onduleurs de 40 KVA branchés en parallèle et de deux armoires de batteries (2x40u) de type plomb étanche sans entretien (SWL1850-12v YUASA)

- Onduleur 1 = RIELLO UPS MLT-X/MST 40 KVA de 2017
 - 40 batteries YUASA de juillet 2017
- Onduleur 2 = RIELLO UPS MLT-X/MST 40 KVA de 2011

- 40 batteries YUASA d'octobre 2013

6.3 - Équipements de sécurité en tunnel

6.3.1 - Équipements de niche de sécurité

Chacune des niches possède les équipements suivants :

- Une prise de courant en 230 V monophasé et 1 coffret de prises type « pompier » marque Legrand (3P+N+T 32A et 1P+N+T 16A) ;
- Un coffret de deux extincteur avec détection de décrochage ;
- Un détecteur d'ouverture de porte ;
- Un luminaire à 2 tubes fluorescents 36W ou réglette Leds 60w ;
- Un panneau de signalisation LACROIX TRAFIC intégré dans le capotage de la niche ;
- Un système de téléphonie de service (4) dans les niches d'extrémité de l'ouvrage.

6.3.2 - Équipements de galerie

La galerie inter-tubes est équipée :

- D'un système d'éclairage réglette Leds 60 w à l'intérieur ;
- De deux panneaux de signalisation intégrés CE 30 dans le capotage de la galerie ;
- De deux éclairages de sur signalisation de type projecteur à Leds de 22w ;
- De huit feux à éclat par entrée de galerie de marque COMATELEC, type FocalTMB;
- De 2 détecteurs d'ouverture de portes ;
- D'une caméra dôme ;

La galerie inter-tubes dispose d'une armoire énergie qui alimente les équipements de sécurité installés dans la galerie et en tunnel.

6.3.3 - Plots de jalonnement

Des plots de jalonnement lumineux sont implantés sur les piédroits droit et gauche, tous les 10 mètres environ, à 1 m du sol environ. Ces plots assurent la fonction de balisage des cheminements d'évacuation en cas d'incendie.

Il y a 345 unités de marque J.Paul Vezon de type : VisioTUNNEL Sphère (diodes couleur jaune et 1 sur 5 en couleur bleue) sur main courante EBO Systems en polyester renforcé. Carte électronique CMS 2x24 leds + transfo 230v AC 50Hz.

6.4 - Ventilation

6.4.1 - Description de l'installation

Le tube Nord est équipé de cinq batteries composées de deux accélérateurs régulièrement espacés et d'une batterie en tête Est (côté Rond-Point) composée de trois accélérateurs.

Le tube Sud est équipé de six batteries composées d'un accélérateur régulièrement espacés et alignés dans l'axe de la voûte.

Ils sont accrochés en clé de voûte par un châssis individuel. Une chaîne de sécurité est également ancrée dans la voûte.

6.4.2 - Caractéristiques des accélérateurs

	APA 1120/403 (16 unités)	APA 1250/578 (3 unités)
Vitesse de rotation (tr/mn)	1470	1480
Poussée statique (sens normal/inverse)	1500/450	2500/750
Diamètre de la roue (mm)	1120	1250
Fournisseur moteur	VEM	VEM
Puissance nominale (kW)	45	75
Marque	HOWDEN VENTILATOREN GmbH de 2011 rénovés en 2023 et 2024	HOWDEN VENTILATOREN GmbH de 2011 rénovés en 2023 et 2024

Chaque accélérateur est équipé de plots antivibratiles, d'un châssis de suspension, de câbles anti-chute de silencieux, de surveillance vibrations par capteur installé sur la virole et d'isolateur galvanique mécanique en inox collé.

6.4.3 - Suppressions de la galerie inter-tube et des locaux techniques

La suppression de la galerie inter-tube est assurée par un ventilateur de 630 mm (deux unités) équipé de plots antivibratiles, deux silencieux et un caisson silencieux.

Pour les LT :

- 1 accélérateur NOVOVENT Axitub 400T de 2011 en local HT ;
- 1 accélérateur NOVOVENT Axitub 400T de 2011 en local BT/TGBT ;
- 1 accélérateur NOVOVENT Axitub 400T de 2011 en local GTC ;
- 1 accélérateur NOVOVENT Axitub 400T de 2011 en local éclairage public.

6.4.4 - Détecteurs d'analyse atmosphérique

Le tunnel est équipé de :

- Six détecteurs de CO Dräger Polytron 3000 de 2016 ;
- Six détecteurs de NO2 Dräger Polytron 7000 de 2017 ;
- Six opacimètres Sigrist Visguard Insitu de 2016 et 2017 ;
- Trois anémomètres à ultrason Blet Ultrasonique 1D de 2016 et 2017.

6.4.5 - Portes coupe-feu

Les portes coupe-feu, leur bâti, les joints d'étanchéité de finition et le traitement des seuils satisfont aux exigences coupe-feu HCM 2 heures, niveau N2 de résistance au feu.

Les portes sont constituées de deux battants qui s'ouvrent vers l'intérieur de la galerie inter-tubes et vers l'extérieur pour les locaux techniques. Le battant de droite constitue une porte piéton et est équipé d'une barre anti-panique côté tunnel.

La manœuvre d'ouverture de la porte est manuelle. Elle doit pouvoir être réalisée par un homme seul.

Des détecteurs de position des portes sont en place et les informations remontent à la GTC.

- 4 portes HCM Novoferme Lutemax en locaux techniques ;
- 2 portes HCM Novoferme Lutemax en galerie inter-tubes.

7 - Tranchée couverte de Firminy

La tranchée couverte de Firminy, d'une longueur de 553 m, se trouve sur la RN 88 (PR 48+880 à 49+440) au niveau de la ville de Firminy dans le département de la Loire. Il s'agit d'un ouvrage urbain bidirectionnel situé sur le RTE (Réseau Trans Européen) sur l'axe Saint-Etienne – Le Puy en Velay.

La tranchée est décomposée en quatre sections, d'Est en Ouest : la tranchée couverte du Mas (216 m), deux couvertures antibruit surmontées d'une passerelle piétonne et la tranchée couverte de la Gare (74 m).

La tranchée couverte comporte également une bretelle désaffectée (sens St-Etienne - le Puy) sur laquelle sont situés les locaux techniques et une bretelle réservée aux interventions des secours, des forces de l'ordre et de l'exploitant (sens Le Puy-St-Etienne), possédant une porte acoustique à deux vantaux au gabarit PL et permettant également l'évacuation des usagers du tunnel par une porte de secours.

Le degré de surveillance de la TC de Firminy est de niveau D4 (surveillance humaine permanente), depuis le PC OSIRIS situé à Albertville. Le CEI de la Varizelle assure les missions d'exploitation, d'entretien et de surveillance.

Les travaux de mise en sécurité de la TC de Firminy se sont achevés en 2024.

7.1 - Alimentation électrique et matériels utilisés pour l'éclairage

Désignation	Quantités	Année de réalisation ou de remplacement	Fournisseurs	Observations
Base	130	2019/2020	Comatelec FV32	40, 80 et 160 Leds
Renforcement	294	2019/2020	Comatelec TAG2	128 Leds NW 5121 et 5141
TAG BOX	147	2019/2020	Gearbox 128L	700mA_2OP
Cellules jour/nuit	1	2019/2020		
Luminancemètre	2	2019/2020	DELTA OHM	HD2021T6X.A
Plots lumineux	112	2019/2020	JP Vezon Equipements	Visio tunnel 24V

Les TGBT et commandes sont dans un local technique situé sur l'ancienne bretelle de sortie en tunnel, à proximité immédiate du parking de la Gare.

Le raccordement ENEDIS est de type C4 (ex Tarif jaune) de 240 kVA situé à proximité immédiate du Local Technique.

7.2 - Équipements de sécurité en tunnel

7.2.1 - Issues de secours

Les cinq issues de secours (trois dans le sens Firminy-St Etienne et deux dans le sens St-Etienne-Le Puy) sont équipées de :

- Panneaux de signalisation lumineuse ;
- Deux bandeaux LED verts de 6 feux à éclats ;
- Portes-coupe feu HCM 2 heures avec contact ;
- Dix luminaires composés de 2 tubes fluorescents 36W ou leds 60w ;
- Quatre BAES de guidage et d'ambiance ;
- Un détecteur de présence ;
- Une lampe de secours de marque « Cooper », modèle « luminox » ;
- Un local armoire de commande et prise électrique ;
- Un haut-parleur ;
- Une caméra dôme.

7.2.2 - Niches de sécurité et postes de secours fermés

Cinq niches de sécurité (trois dans le sens Firminy-St-Etienne et deux dans le sens St-Etienne-Le Puy) sont équipées de :

- Panneaux de signalisation lumineuse ;
- Portes d'accès avec contact ;
- Un luminaire composé de 2 tubes fluorescents 36W ou leds 60w ;
- Un coffret composé de 2 extincteurs avec décroché ;
- Un coffret prises pompiers.

7.2.3 - Portillons d'évacuation

Les 3 portillons d'évacuation dans le sens St-Etienne-Le Puy sont équipés de :

- Panneaux de signalisation lumineuse ;
- Deux bandeaux LED verts et de 6 feux à éclats ;
- Un luminaire composé de 2 tubes fluorescents ou réglette à leds 60w ;
- Portes d'accès avec contact ;

La porte d'évacuation associée à une porte acoustique à double ventail est composée de :

- Deux projecteurs à leds intérieur et extérieur ;
- Deux bandeaux LED verts et de 6 feux à éclats ;
- Portes d'accès avec contact ;
- Coup de poing ouverture d'urgence ;
- Armoire de commande.

Les Postes de Secours ouverts (8 PS) posés en console sur un mur maçonné, dans les deux sens de circulation, sont composés de :

- Un panneau de signalisation lumineuse ;
- Un coffret composé de 2 extincteurs avec décroché ;
- Une réglette 36w leds ;
- Un coffret de prises ;
- Un coffret téléphone.

7.2.4 - Plots de jalonnement

Il y a 112 unités de marque J.Paul Vezon de type : VisioTUNNEL Sphère (diodes couleur jaune et 1 sur 5 en couleur bleue). Carte électronique CMS 2x24 leds + transfo 220/24v.

7.3 - Équipements de sécurité en local technique - onduleur

Le local technique comprend 3 parties distinctes :

- 62 m² de local BT et divers ;
- 1 local batteries de 12 m².

Un onduleur SCHNEIDER Easy UPS 3M de 60 KVA, installé en 2020, est présent dans le local batteries, avec un ensemble de 36 batteries de marque YUASA SWL 2500T 12V.

7.4 - Ventilation

La TC de Firminy n'est pas ventilée mécaniquement.

7.4.1 - Suppression des issues de secours

La suppression des issues de secours est assurée par un ventilateur de 630 mm équipé de plots antivibratiles, de deux silencieux + caissons. La décompression s'effectue par un clapet de dosage et un clapet HCM, installés entre le sas et la tranchée couverte. La suppression

est régulée grâce à la mise en place de sondes de pression qui pilotent un variateur de vitesse, permettant au ventilateur d'introduire le débit d'air nécessaire à la mise en surpression de l'issue et d'augmenter ce débit à sa valeur nominale en cas d'ouverture d'une ou de plusieurs portes.

Pour assurer le bon fonctionnement des 5 issues, sont installés :

- Un ventilateur + silencieux et caissons ;
- Un coude segmenté de 630mm ;
- Deux clapets HCM 350x350 avec grille de prise d'air ;
- Un registre motorisé de 350x350mm ;
- Des grilles de protection ;
- Deux capteurs/transmetteurs de pression différentielle (1 en TC + 1 dans le sas)

7.4.2 - Détecteurs d'analyse atmosphérique

La tranchée couverte n'est plus équipée d'analyse atmosphérique depuis 2023.

7.4.3 - Portes coupe-feu

Les portes coupe-feu, leur bâti, les joints d'étanchéité de finition et le traitement des seuils satisfont aux exigences coupe-feu HCM 2 heures, niveau N2 de résistance au feu.

Les portes sont constituées d'un seul battant qui s'ouvre vers l'intérieur de l'issue de secours et qui est équipé d'une barre anti-panique côté TC.

La manœuvre d'ouverture de la porte est manuelle. Elle doit pouvoir être réalisée par un homme seul.

- Cinq portes HCM pour l'accès aux 5 issues de secours.

En local technique, une porte CN60 ferme le local "batteries" .

8 - Trémies de Firminy : Albert Camus et Salvador Allende

Ces deux trémies sont situées dans la continuité de la tranchée couverte de Firminy en direction du Puy en Velay.

8.1 - Alimentation électrique et matériels utilisés pour l'éclairage

Désignation Albert CAMUS (140 mètres)	Quantités	Année de réalisation ou de remplacement	Fournisseurs	Observations
Base	30	2019/2020	Comatelec FV32	40, 80 et 160 Leds
Renforcement	208	2019/2020	Comatelec TAG2	128 Leds NW 5121 et 5141
TAG BOX	104	2019/2020	Gearbox 128L	700mA_2OP
Luminancemètre	1	2019/2020	DELTA OHM	HD2021T6X.A
Plots de jalonnement	20	2019/2020	JP Vezon Equipements	Visio tunnel 24V
Désignation Salvador ALLENDE (90 mètres)	Quantités	Année de réalisation ou de remplacement	Fournisseurs	Observations
Base	23	2019/2020	Comatelec FV32	40, 80 et 160 Leds
Renforcement	194	2019/2020	Comatelec TAG2	128 Leds NW 5121 et 5141
TAG BOX	97	2019/2020	Gearbox 128L	700mA_2OP
Luminancemètre	1	2019/2020	DELTA OHM	HD2021T6X.A
Plots de jalonnement	20	2019/2020	JP Vezon Equipements	Visio tunnel 24V

Il existe deux alimentations ENEDIS C4 (ex tarif jaune) de 70 KVA chacune, situées au-dessus des 2 tranchées couvertes, en limite de domaine public.

9 - Tranchée couverte de la terrasse (A72 - PR 6+170 à 6+435)

La tranchée couverte de la Terrasse est un ouvrage d'une longueur de 260 mètres, à deux tubes unidirectionnels (2x2 voies + 1 bretelle d'entrée et 1 bretelle de sortie), situé dans la périphérie nord de la ville de Saint-Etienne, sur la couronne routière stéphanoise constituée par la RN 88, l'A 72 et la RD 201.

Localement, elle se trouve sur l'autoroute A72, sur l'itinéraire reliant la vallée du Rhône (Givors), l'Auvergne (Clermont-Ferrand) et le nord de la Loire (Roanne).

Le degré de surveillance de la TC de La Terrasse est de niveau D2, depuis le PC HYRONDELLE situé à Ratarieux, commune de VILLARS. Le CEI de la Varizelle assure les missions d'exploitation, d'entretien et de surveillance.

9.1 - Équipements en TC : éclairage

Désignation	Quantités	Année de réalisation ou de remplacement	Fournisseurs	Observation
Projecteur 44,5W	104	2018/2019	Phillips BGP231	TubePoint
Projecteur 59W	86	2018/2019	Phillips BGP 231	TubePoint
Projecteur 118W	56	2018/2019	Phillips BGP 232	TubePoint
Projecteur 220W	54	2018/2019	Phillips BGP 233	TubePoint

Deux lignes de projecteurs par tube, positionnés à l'aplomb de la bande de marquage peinture entre la voie lente/voie médiane et entre la vie médiane/voie rapide à 5,20m de hauteur.

Chaque file d'éclairage (4 = 2 par tubes) est composée d'un circuit de base (régime *nuit*) et d'un circuit de renforcement (régime *jour*). Il n'y a pas d'éclairage de sécurité, ni d'éclairage de renforcement de sortie.

Chaque file d'éclairage est implantée en voûte, au-dessus de la ligne de séparation des voies, décalée de 50 cm vers les piédroits.

Les équipements de l'armoire électrique/commande double peaux : Automate, terminal d'exploitation (écran tactile), Switch Ethernet, fibre optique pour remonter d'informations et alarmes, disjoncteurs, contacteurs, parafoudre, compteur Digiware, Onduleur bureautique, divers...

9.1.1 - Éclairage de base

Dans chaque tube, l'éclairage de base (régime NUIT), est composé de

- 52 luminaires symétriques Philips TubePoint Performer Mini BGP231 T25 Led50/830 PSD DSM31 DGR D9 SRG10 – 44,5 W (3000°K). (16 par file d'éclairage par tube).

9.1.2 - Éclairage de renforcement

Tube Est :

Chaque file est composée successivement de :

- 14 luminaires contre-flux Philips TubePoint Performer Medium BGP233 Led340/740 PSD DTXI DGR D9 SRG10 – 220 W (4000°K) ;
- 14 luminaires contre-flux Philips TubePoint Performer Small BGP232 Led180/740 PSD DTXI DGR D9 SRG10 – 118 W (4000°K)
- 21 luminaires contre-flux Philips TubePoint Performer Mini BGP231 Led90/740 PSD DTXI DGR D9 SRG10 – 59 W (4000°K)

Tube Ouest :

Chaque file est composée successivement de :

- 13 luminaires contre-flux Philips TubePoint Performer Medium BGP233 Led340/740 PSD DTXI DGR D9 SRG10 – 220 W (4000°K) ;
- 14 luminaires contre-flux Philips TubePoint Performer Small BGP232 Led180/740 PSD DTXI DGR D9 SRG10 – 118 W (4000°K)
- 22 luminaires contre-flux Philips TubePoint Performer Mini BGP231 Led90/740 PSD DTXI DGR D9 SRG10 – 59 W (4000°K)

10 - Tunnel de Rive de Gier

Le tunnel de Rive de Gier est un ouvrage d'une longueur de 80 mètres, mono-tube bidirectionnel à 2x2 voies, situé sur l'autoroute A47 (PR 16+590 à 16+670) au niveau de la commune de Rive de Gier.

Le degré de surveillance du tunnel de Rive de Gier est de niveau D2, depuis le PC HYRONDELLE situé à Ratarieux, commune de VILLARS. Le CEI de la Varizelle assure les missions d'exploitation, d'entretien et de surveillance.

10.1 - Équipements en tunnel

Il n'y a pas d'éclairage dans ce tunnel.

Il y a 18 unités (9x2) de plots de jalonnement de marque J.Paul Vezon de type : VisioTUNNEL Sphère, diodes couleur jaune uniquement, sur main courante de type EBO Systems.