



Direction des Routes Ile-de-France

Projet – Notice : GTC

Autoroute A115

Modernisation de la tranchée couverte de Taverny (95)

24/05/2019

LOMBARDI INGENIERIE
66 rue Escudier 92100 Boulogne
Billancourt
70 rue de la Villette
69003 Lyon
04 26 84 26 10
www.lombardi.ch



Lombardi

SUIVI DES MODIFICATIONS

Version	Date	Rédaction	Vérification
1	22/01/2019	Hugo Nadal	Baptiste Chiffot
2	24/05/2019	Hugo Nadal	Baptiste Chiffot

Table des matières

SUIVI DES MODIFICATIONS	1
GLOSSAIRE	5
1 PREAMBULE	6
I.1. OBJET DU PRESENT DOCUMENT	6
I.2. PRESENTATION DE L'OPERATION	6
I.3. CONSISTANCE ET LIMITES DE PRESTATIONS	6
I.4. CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'OUVRAGE	7
I.4.1. Localisation et avoisinants	7
I.4.2. Classement	8
I.5. DOCUMENTS DE REFERENCE.....	8
II. DESCRIPTION DE L'ETAT ACTUEL DE LA GTC	10
II.1. LOCALISATION	10
II.1.1. Local technique TC.....	10
II.1.2. Local technique SC.....	10
II.1.3. PST, issues de secours et frontons de tunnel.....	10
II.1.4. Schéma de l'architecture existante	11
II.2. LES TYPES DE RESEAU DE TRANSMISSION	12
II.2.1. Le réseau THD.....	12
II.2.2. Les réseaux de terrain	12
II.2.3. Réseau haute disponibilité et IGL	15
III. SPECIFICATIONS FONCTIONNELLES DES TRAVAUX.....	17
III.1. ARCHITECTURE PROJETEE	17
III.2. RACCORDEMENT ET INTEGRATION DES METIERS RENOVES A LA GTC	19
III.2.1. Alimentation électrique.....	19
III.2.2. Ventilation et désenfumage	20
III.2.3. Equipements de sécurité	20
III.2.4. Eclairage.....	21
III.2.5. Automates et réseau GTC.....	22
III.2.6. Instrumentation.....	24
III.2.7. Signalisation dynamique	25
III.2.8. Vidéosurveillance/ DAI	25
III.2.9. Synthèse des travaux effectués et des impacts sur la GTC.....	25
IV. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DETAILLEES	28
IV.1. LES AUTOMATES PRINCIPAUX	28
IV.2. MODULES D'ENTREE SORTIES DEPORTES (MESD).....	29
IV.3. COMMUTATEURS ETHERNET (SWITCH)	30
V. SPECIFICATIONS DE LA MISE EN OEUVRE	32
V.1. STRATEGIE DE MIGRATION DE LA GTC	32
V.1.1. Restrictions pendant la phase travaux.....	32

V.1.2.	Installation d'API et supervision travaux.....	32
V.1.3.	Les tests en plateforme	32
V.1.4.	Exemple de déploiement d'une famille d'équipement.....	33
V.2.	METHODOLOGIE DE DEVELOPPEMENT	33
V.2.1.	Etat des lieux de l'existant.....	34
V.2.2.	Collecte des entrants.....	34
V.2.3.	Développement des automates et de la supervision.....	34
V.2.4.	Vérification des règles d'exploitation.....	34
V.2.5.	Mise à jour du référentiel commun.....	34
V.2.6.	Génération du code automate	35
V.2.7.	Mise à jour des synoptiques de supervision	35
V.2.8.	Tests plateforme.....	35
V.2.9.	Intégration finale et déploiement	35
V.2.10.	Récapitulatif des étapes de développement	35
V.3.	LE MARCHE DE MAINTENANCE MIISST	36
VI.	PHASAGE DES TRAVAUX	37
VII.	ANNEXES.....	38
VII.1.	ANNEXE 1 : REPARTITION DES ROLES SUR LA MISE A JOUR DU SIT DANS LE CADRE DES PROGRAMMES DE MODERNISATION TUNNELS	38
VII.2.	ANNEXE 2 : NORMALISATION DES DONNEES D'ENTREE DU CONFIGURATEUR GTC.....	38
VII.3.	ANNEXE 3 : RECAPITULATIF DES ENTREES SORTIES GTC	38
VII.4.	ANNEXE 4 : ARCHITECTURE PROJETEE GTC	38

Table des figures

Figure 1 - Localisation de la tranchée couverte de Taverny	7
Figure 2 – Avoisinants de la tranchée couverte de Taverny	8
Figure 3 : Les armoires PST en issue (à gauche) et en fronton de tunnel (à droite) alimentent localement la plupart des équipements	11
Figure 4 : Architecture de la GTC du tunnel de Taverny	12
Figure 5: Réseau Profibus général (PST sc)	13
Figure 6 : Réseau Profibus de fermeture (PST/DFP)	14
Figure 7 : Réseau Ethernet IET1	15
Figure 8 : Réseau Ethernet IET2	15
Figure 9: Topologie LAN IP du tunnel de Taverny	16
Figure 10 : Architecture GTC projetée	18
Figure 11: Automate principal S7.....	28
Figure 12: Représentation d'un rack d'un API S7	28
Figure 13 : Les MESD sont modulables en fonction du besoin en E/S de l'installation	29

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des MESD du tunnel de Taverny	23
Tableau 2: Récapitulatif du réseau Ethernet	24
Tableau 3 : Une synthèse permet d'obtenir une vision globale du plan de rénovation de la tranchée couverte	27
Tableau 4: Liste des adresses en rapport avec les automates principaux	29
Tableau 5: Types de cartes d'entrées sorties	29
Tableau 6 : Récapitulatif du développement GTC en fonction des acteurs en charge de la réalisation de l'étape.....	36

GLOSSAIRE

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
API	Automate programmable industriel
ASI	Alimentation sans interruption
BT	Basse tension
CME	Conditions Minimales d'Exploitation
CO	Monoxyde de carbone
DAI	Détection Automatique d'Incidents
FO	Fibre optique
GTC	Gestion Technique Centralisée
HT	Haute tension
IS	Issue de secours
LT	Local technique
MESD	Module d'entrée sortie déporté
NO2	Dioxyde d'azote
OST	Opérateur Sécurité Trafic
PAU	Poste d'appel d'urgence
PCTT	Poste de Contrôle Tunnels et Trafic
PST	Point de service tunnel
RAU	Réseau d'appel d'urgence
SAGTu	Système d'aide à la gestion des tunnels
SI tunnel	Système d'information tunnel
TGBT	Tableau Général Basse Tension
THD	Très Haut Débit
EANA	Entrée Analogique
ETOR	Entrée Tout Ou Rien

1 PREAMBULE

I.1. OBJET DU PRESENT DOCUMENT

Le présent document expose le dossier PROJET portant sur les prestations à effectuer sur la GTC existante dans le cadre de l'Opération d'amélioration de la sécurité de la tranchée couverte de Taverny.

I.2. PRESENTATION DE L'OPERATION

La mission comprend la modernisation et fiabilisation des automates/GTC avec prise en compte des nouveaux équipements et/ou nouvelles fonctions liés au présent marché :

Le contrôle des différents équipements pilotés par la GTC est accessible depuis le PCTT de Saint-Denis, poste où sont renvoyées les alarmes de la GTC et à partir duquel sont déclenchés les contrôles – commandes en cas d'incidents techniques, d'accident ou d'incendie.

Le système de gestion centralisée a fait l'objet d'une refonte dans le cadre du programme régional de refonte de toutes les GTC des tunnels d'Île-de-France afin de disposer d'un système unifié permettant d'assurer une exploitation cohérente de l'ensemble des tunnels franciliens. De plus, à la suite de l'implantation de nouveaux équipements dans le tunnel, l'architecture de la GTC a été modifiée : l'ancienne GTC a été conservée et a été raccordée à la nouvelle. En ce qui concerne le fonctionnement de la nouvelle GTC, elle gère les équipements de la tranchée couverte de Taverny à partir d'un automate redondant : un automate est implanté dans le local TC Taverny, l'autre dans le local SC Taverny. Une partie des équipements reste cependant raccordée aux API de l'ancienne GTC (ventilation, éclairage, énergie, capteurs, issues de secours).

La tranchée couverte de Taverny est donc gérée par un automate principal redondant, pilotant à la fois les anciens API et une partie des équipements de l'ouvrage. Les unités de traitement (CPU) et de communication sont doublées et implantées dans des locaux différents (« TC Taverny » et « SC Taverny ») en baies techniques.

L'objectif des travaux du programme est de transférer l'ensemble des équipements de l'ancienne GTC vers la nouvelle, (en maintenant les mêmes fonctionnalités) de déposer l'ancienne, (automates Allen Bradley, passerelles, etc.) et enfin d'assurer la bonne intégration des nouveaux équipements installés dans le cadre de l'opération de modernisation.

I.3. CONSISTANCE ET LIMITES DE PRESTATIONS

Les prestations à réaliser dans le cadre de cette partie sont :

- La suppression automates Allen-Bradley existants
- Raccordement des équipements rénovés à la GTC

Les travaux de rénovation incluent le tirage de câble et le raccordement des nouveaux équipements. L'entreprise titulaire des travaux établira des études de configuration du réseau de commande et réalisera des tests de bon fonctionnement pour chaque étape de rénovation.

Afin de mettre en place les tests, le titulaire garantira l'installation d'équipement provisoire selon le phasage et maintiendra le réseau existant pour assurer la continuité de l'exploitation.

L'exploitation du tunnel est réalisée depuis le PCTT de Saint Denis par le SI tunnel. L'entreprise en charge des travaux GTC assurera que la configuration du SI tunnel est actualisée à chaque étape de rénovation.

La phase de déploiement et de mise en production après les nouvelles intégrations et modifications faites par l'entreprise titulaire sont à la charge de l'entreprise de maintenance GTC qui possède un marché avec l'exploitant du tunnel.

Cette deuxième version de la notice concernant la modernisation de la GTC prend en compte les remarques de la DIRIF datant du 01/04/2019. Un descriptif de l'ensemble des entrées/sorties raccordés aux MESD ainsi qu'aux API Allen Bradley ont été fourni par la DIRIF à deux reprises le 30/01/2019 et le 03/04/2019.

I.4. CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'OUVRAGE

I.4.1. Localisation et avoisinants

La tranchée couverte de Taverny est située à 20 km au Nord-Ouest de Paris, sur l'autoroute A115 qui traverse la commune de Taverny.

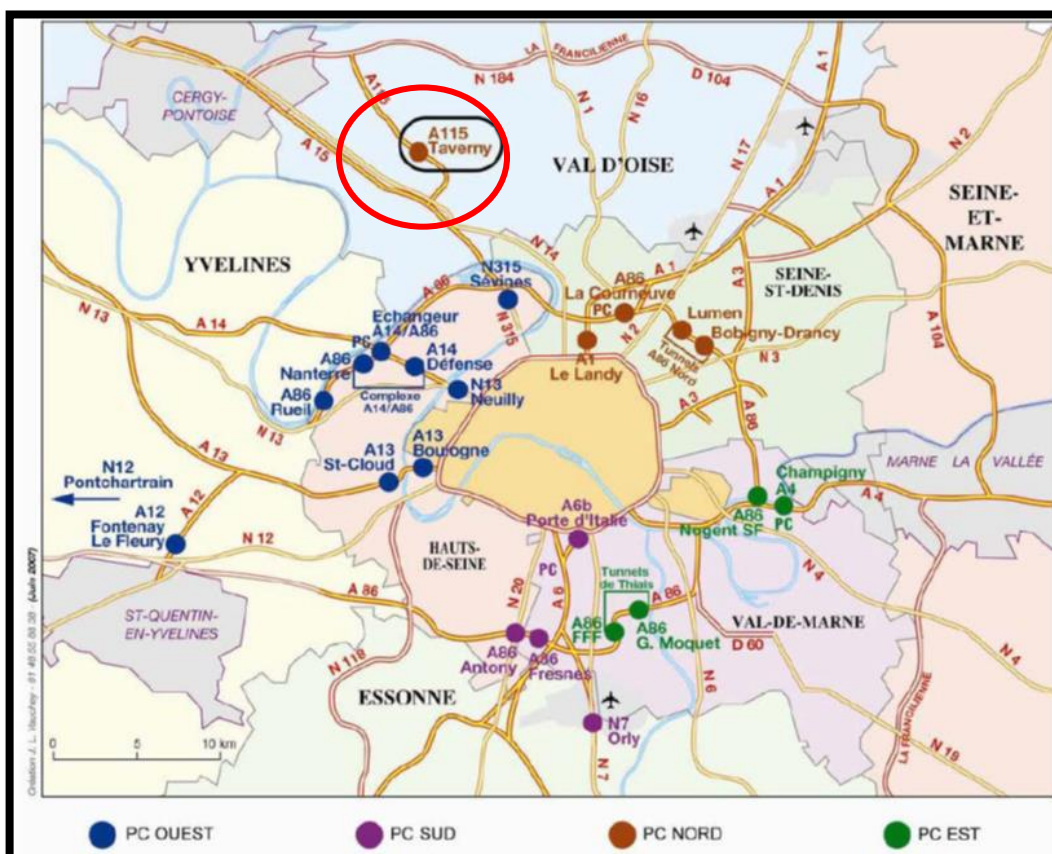


Figure 1 - Localisation de la tranchée couverte de Taverny

Orientée dans le sens Sud-Est / Nord-Ouest, elle est encadrée par l'échangeur n°4, à 400 m de la tête Sud de l'ouvrage, et l'échangeur n°5, à 400 m de la tête Nord.

La tranchée couverte de Taverny supporte essentiellement des espaces publics, et intercepte localement deux voiries orthogonales à l'ouvrage : la rue de Sedlcany, au Sud et la rue de Beauchamp au Nord, ainsi que le local technique.

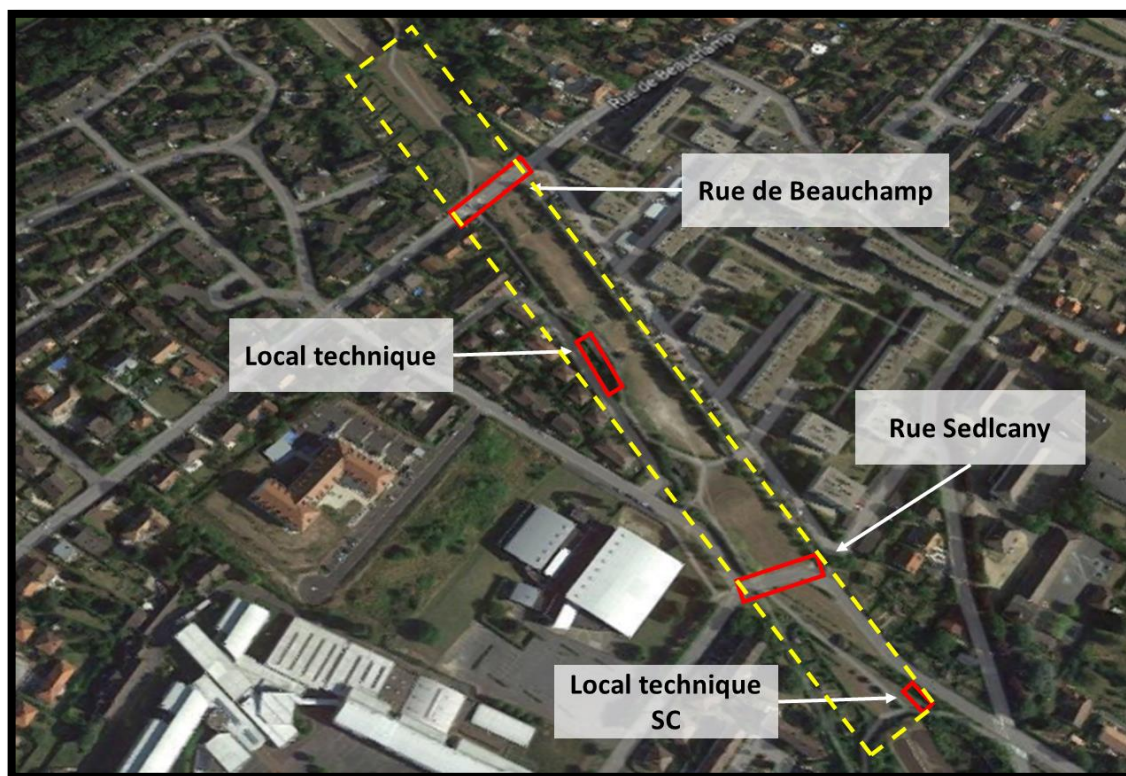


Figure 2 – Avoisinants de la tranchée couverte de Taverny

La tranchée comporte 4 issues de secours (2 par sens), 4 niches incendie et 4 niches de sécurité (2 par sens).

I.4.2. Classement

Au sens de la Circulaire n° 2006-20, le tunnel de Taverny est classé de la manière suivante :

- Urbain,
- A deux tubes unidirectionnels,
- A trafic non faible,
- De gabarit supérieur à 3,5 m,
- De longueur supérieure à 500 m,
- Interdit aux transports de marchandises dangereuses,
- Avec un degré de surveillance D4 correspondant à une surveillance humaine permanente.

I.5. DOCUMENTS DE REFERENCE

Les documents réglementaires ainsi que les documents de projet de référence sont indiqués dans le tableau suivant :

Référence document	Nom du document
Documentation fournie par la DIRIF	
DS Taverny 2014 Pièce 17_système_GTC	Système GTC
DS Taverny 2014 Pièce 18_arch_materielle_transmission	Architecture matérielle transmission
DS Taverny 2014 3_Pièce 1a_VE + Ann	Description générale
TP TAV DS 20 GME 10120 B	Architecture générale
26594-__S00448853	Schéma d'armoire contrôle commande A115 (GTC locale)
TC6 DAI 500207	Document de configuration et de paramétrage des MESD Ind R1
TC6 DAI 400307 Ind R1	Document de configuration et de paramétrage du réseau
27431---_C0048710	Carnet de raccordement
26591---_S0048854	Analyse fonctionnelle automate
Câblage rack 0.dwg	Rack 0 de l'API de Taverny local TC
Câblage rack 1.dwg	Rack 1 de l'API de Taverny local SC
DT8787	Schéma multifilaire FO Taverny
Textes réglementaires	
Décret du 14 Novembre 1988	Protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques
Le dossier pilote du CETU	
Annexe 2 à la Circulaire Interministérielle n° 2000-63 relative à la sécurité dans les tunnels du réseau routier national	Instruction Technique
Documents annexes	
Répartition des rôles sur la mise à jour du SIT dans le cadre des programmes de modernisation tunnels	
10201010-02	Normalisation des données d'entrée du configurateur GTC
Récapitulatif des entrées sorties GTC	

II. DESCRIPTION DE L'ETAT ACTUEL DE LA GTC

Le pilotage des différents équipements raccordés à la GTC est permis depuis le PCTT de Saint Denis. C'est en ce lieu que les alarmes ainsi que les signaux de commande sont envoyés à la GTC du tunnel pour son exploitation et en cas d'incidents techniques.

Il existe un fonctionnement « en local » du contrôle commande de tous les équipements du tunnel de Taverny depuis les locaux techniques.

II.1. LOCALISATION

Les éléments de la GTC sont présents dans les deux locaux techniques du tunnel (local TC et SC), dans les 4 issues de secours ainsi que dans les points de service tunnel (PST) situés aux entrées du tunnel.

II.1.1. Local technique TC

Le local TC Taverny possède les équipements GTC suivant :

- Deux API Allen Bradley PLC5 redondés, un pour chaque tube.
- Un automate principal de type S7 414H Siemens, permettant la liaison des informations entre le tunnel et le PCTT.
- Un boîtier établissant une passerelle entre les automates PLC5 et l'automate principal S7.

Les API Allen Bradley sont des équipements d'ancienne génération qui ne sont plus produits. Ils gèrent une partie des métiers présents dans le tunnel :

- Ventilation
- Eclairage
- Energie
- Capteurs
- Equipements de sécurité

Les automates principaux de marque Siemens permettent de recueillir toutes les données indiquant l'état général des équipements du tunnel grâce aux boîtiers MESD. Ils sont aussi chargés d'envoyer toutes ces informations au PCTT de Saint Denis via le réseau THD (très haut débit). Il est possible de gérer les modes d'exploitation du tunnel avec ces automates (mode local avec gestion depuis les locaux techniques, maintenance et distant avec gestion depuis le PCTT).

II.1.2. Local technique SC

Le local SC Taverny possède les équipements GTC suivants :

- La redondance de l'automate S7 présent dans le local technique TC
- Un boîtier établissant une passerelle entre les automates PLC5 présents dans le local TC et l'automate redondé S7.
- Un boîtier MESD d'entrées/sorties permettant le raccordement des signaux de commande des équipements aux automates principaux.

II.1.3. PST, issues de secours et frontons de tunnel

Les points de service tunnel (PST), issues de secours et frontons de tunnels possèdent chacun des boîtiers MESD afin de permettre le raccordement des signaux de commande des équipements du tunnel aux automates. Ces boîtiers sont ensuite raccordés aux automates des locaux techniques.

Ces modules d'entrée sortie déportés (MESD) collectent les informations et mesures des équipements installés dans le tunnel, les commandent et donnent des retours d'informations aux API.

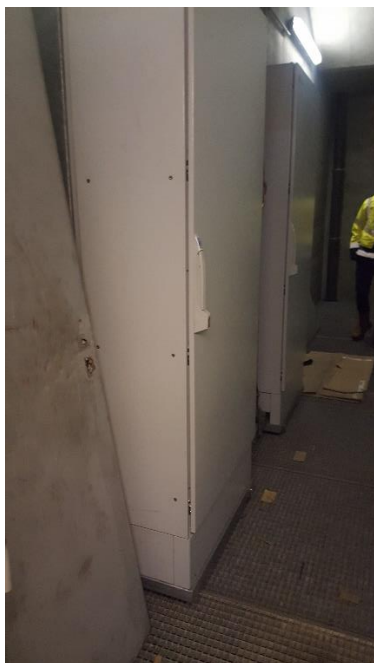


Figure 3 : Les armoires PST en issue (à gauche) et en fronton de tunnel (à droite) alimentent localement la plupart des équipements

II.1.4. Schéma de l'architecture existante

La structure générale de la GTC est rappelée dans la figure suivante :

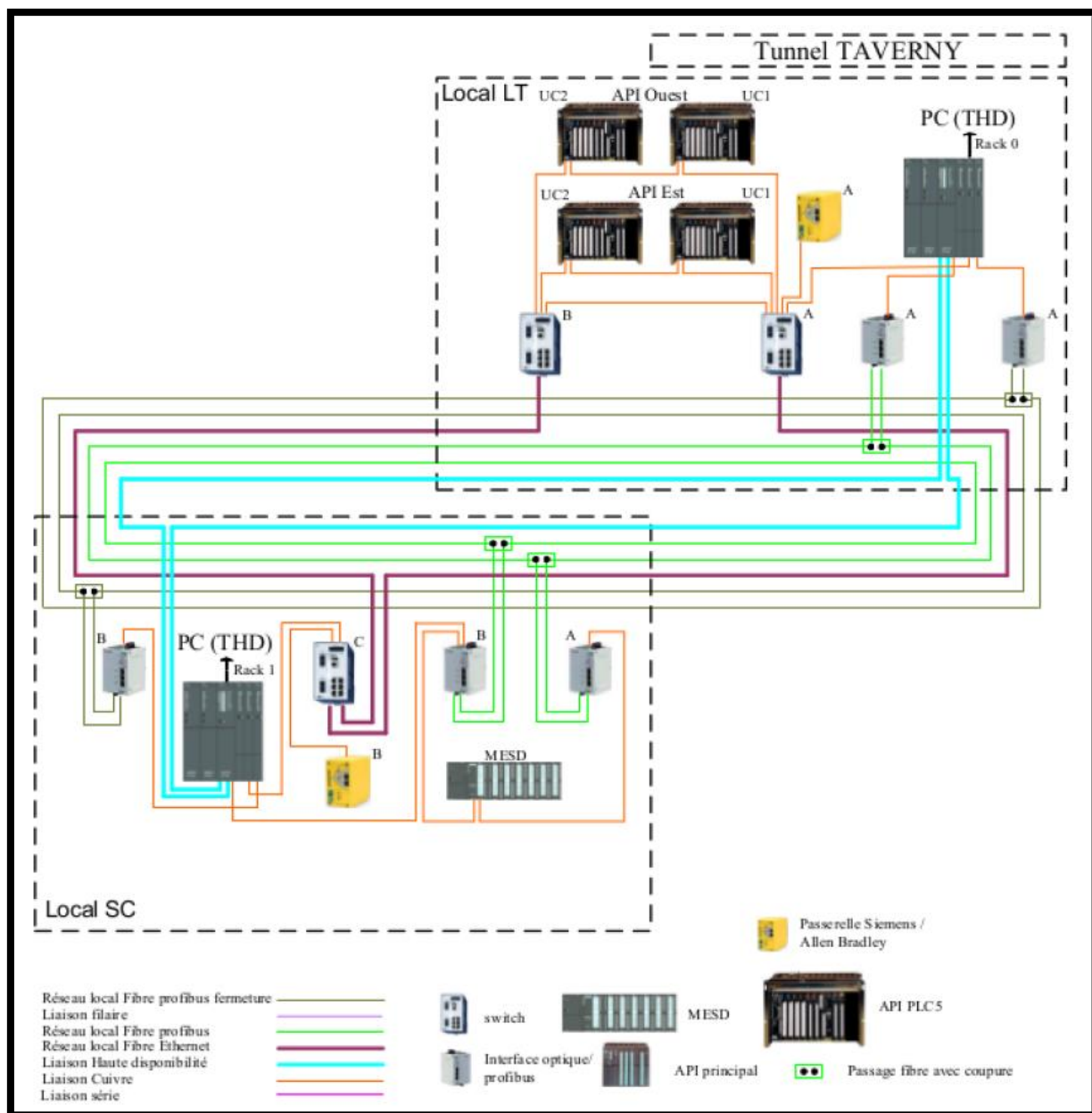


Figure 4 : Architecture de la GTC du tunnel de Taverny

Remarque : En complément de cette figure, le document DIRIF de référence DT8787 intitulé Schéma multifilaire FO permet de visionner plus distinctement le réseau de terrain profibus avec tous les MESD présents dans les armoires PST transmission.

II.2. LES TYPES DE RESEAU DE TRANSMISSION

II.2.1. Le réseau THD

Le réseau très haut débit (THD) établit la liaison entre les automates principaux situés dans les locaux techniques et les serveurs GTC du PCTT.

II.2.2. Les réseaux de terrain

Les différents équipements du tunnel sont raccordés par deux types de réseaux différents : le réseau Profibus et le réseau Ethernet. Le réseau Profibus est raccordé aux boîtiers MESD situés dans les PST, les issues de secours et aux frontons du tunnel.

Le réseau Profibus :

Ce type de liaison est composé de deux réseaux, un réseau général et un réseau dédié à la fermeture du tunnel. Tous les dispositifs nécessaires à la fermeture sont donc raccordés au réseau de fermeture et le reste des équipements utilisés en exploitation normale du tunnel sont raccordés au réseau général. On appelle le réseau Profibus général PSTsc et le réseau de fermeture PST/DFP. Chaque réseau est redondé et l'information circule par fibre optique. Des modules de conversion assurent l'interface fibre optique et automate/MESD.

Les deux figures suivantes exposent en détail les deux réseaux Profibus :

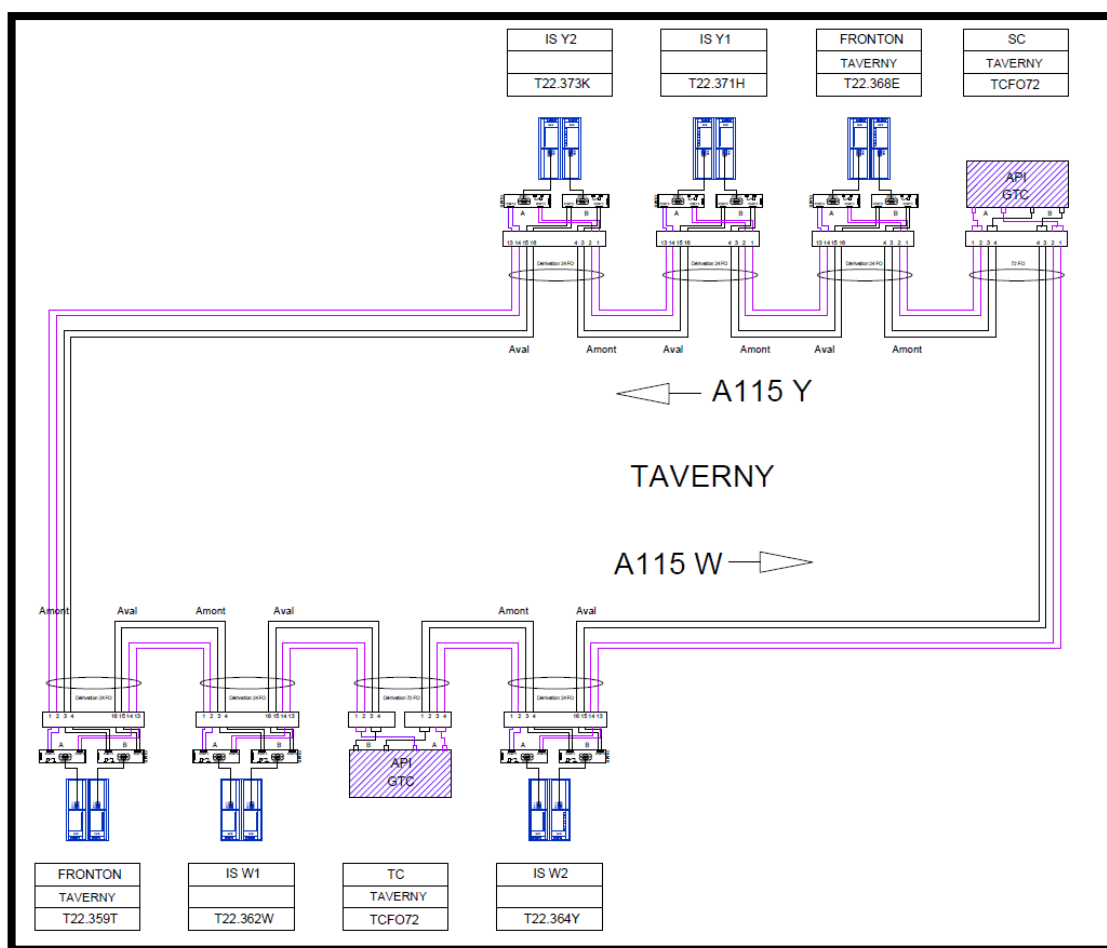


Figure 5: Réseau Profibus général (PST sc)

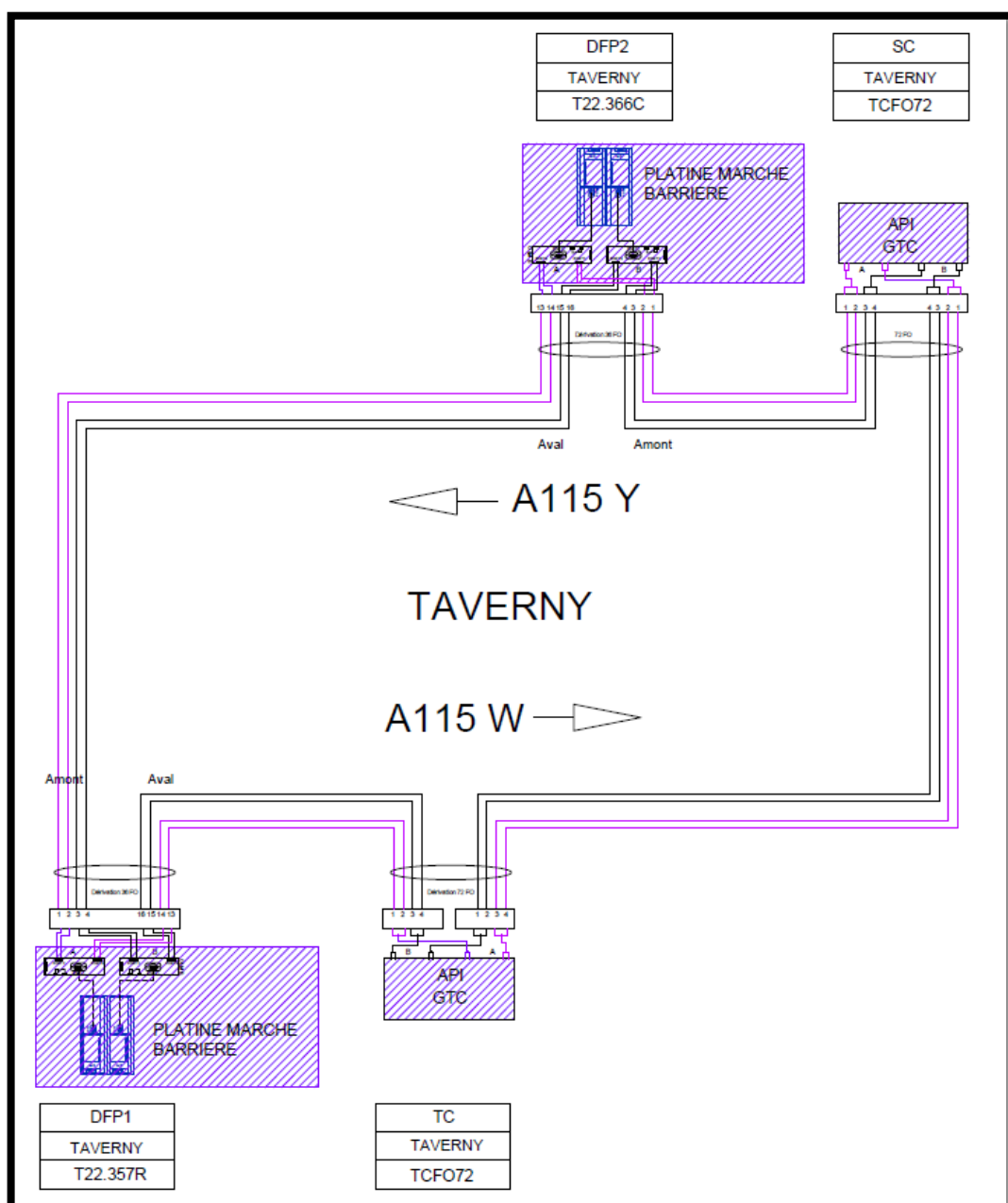


Figure 6 : Réseau Profibus de fermeture (PST/DFP)

Remarque : Les deux schémas présentés ci-dessus sont présents en annexe de ce document, par soucis de clarté et visibilité.

Le réseau Ethernet IET1 et IET2

Ce réseau est aussi composé de deux réseaux (un par tube) basés sur le protocole Ethernet. Ils sont utilisés pour le raccordement d'automates de marques différentes et ne pouvant pas être raccordés au réseau Profibus. Les réseaux IET1 et 2 sont constitués d'un ensemble de commutateurs Ethernet et chaînés entre eux via des paires de fibres optiques (FO). Chacun de ces commutateurs est alimenté par deux sources d'énergie distinctes issues des locaux techniques de tunnel (TC et SC).

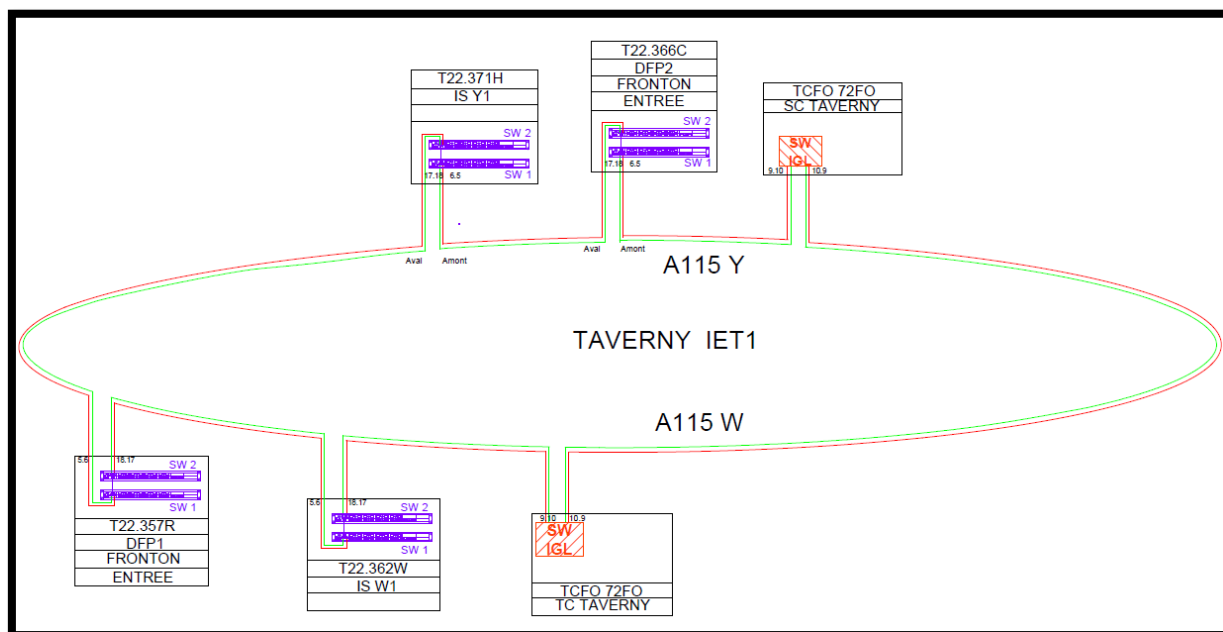


Figure 7 : Réseau Ethernet IET1

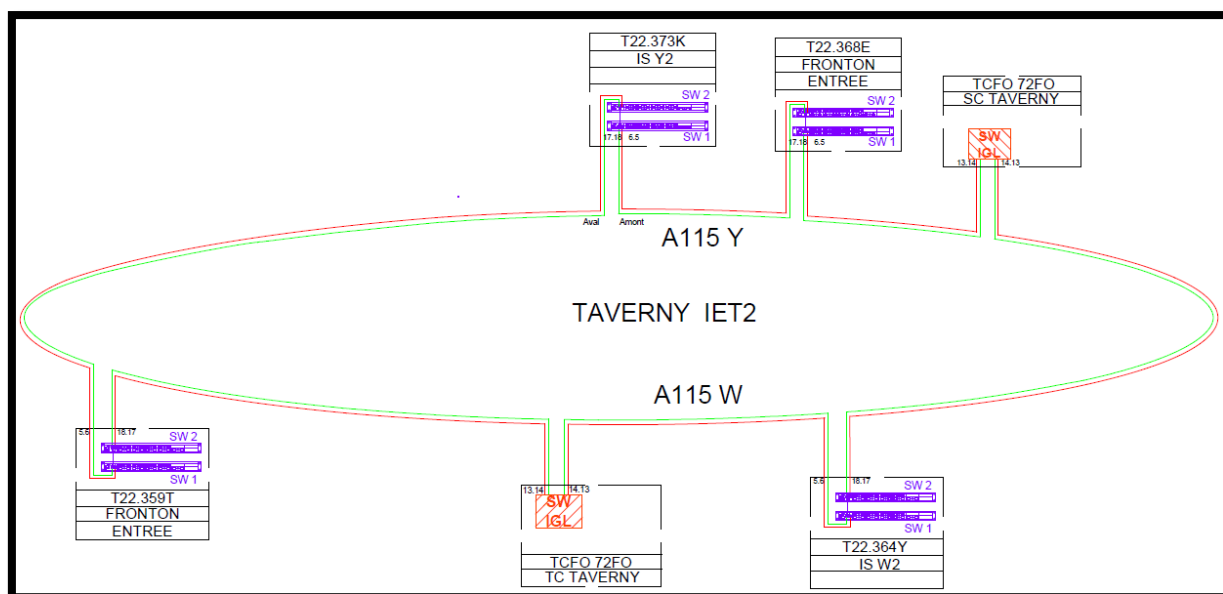


Figure 8 : Réseau Ethernet IET2

II.2.3. Réseau haute disponibilité et IGL

Des commutateurs situés au niveau des API et des réseaux de terrain sont interconnectés avec le « backbone » du RTHD (appelé IGE), par deux chemins distincts (réseau IGL), offrant ainsi un niveau de sécurisation supplémentaire sur le transport des données.

Des commutateurs situés aux extrémités du tunnel sont aussi reliés entre eux par 2 liens FO (appelé IGL intérieur ou encore liaison haute disponibilité), transitant chacun par un tube différent du tunnel.

Cette architecture physique (chemins doublés et distincts) et logique (protocole d'auto cicatrisation de type STP) mise en place permet d'assurer la continuité dans la transmission de données entre les

équipements situés en tunnel et ceux en PCTT, en cas de panne d'un commutateur situé en issue ou en extrémité de tunnel ou en cas de coupure d'un câble FO.

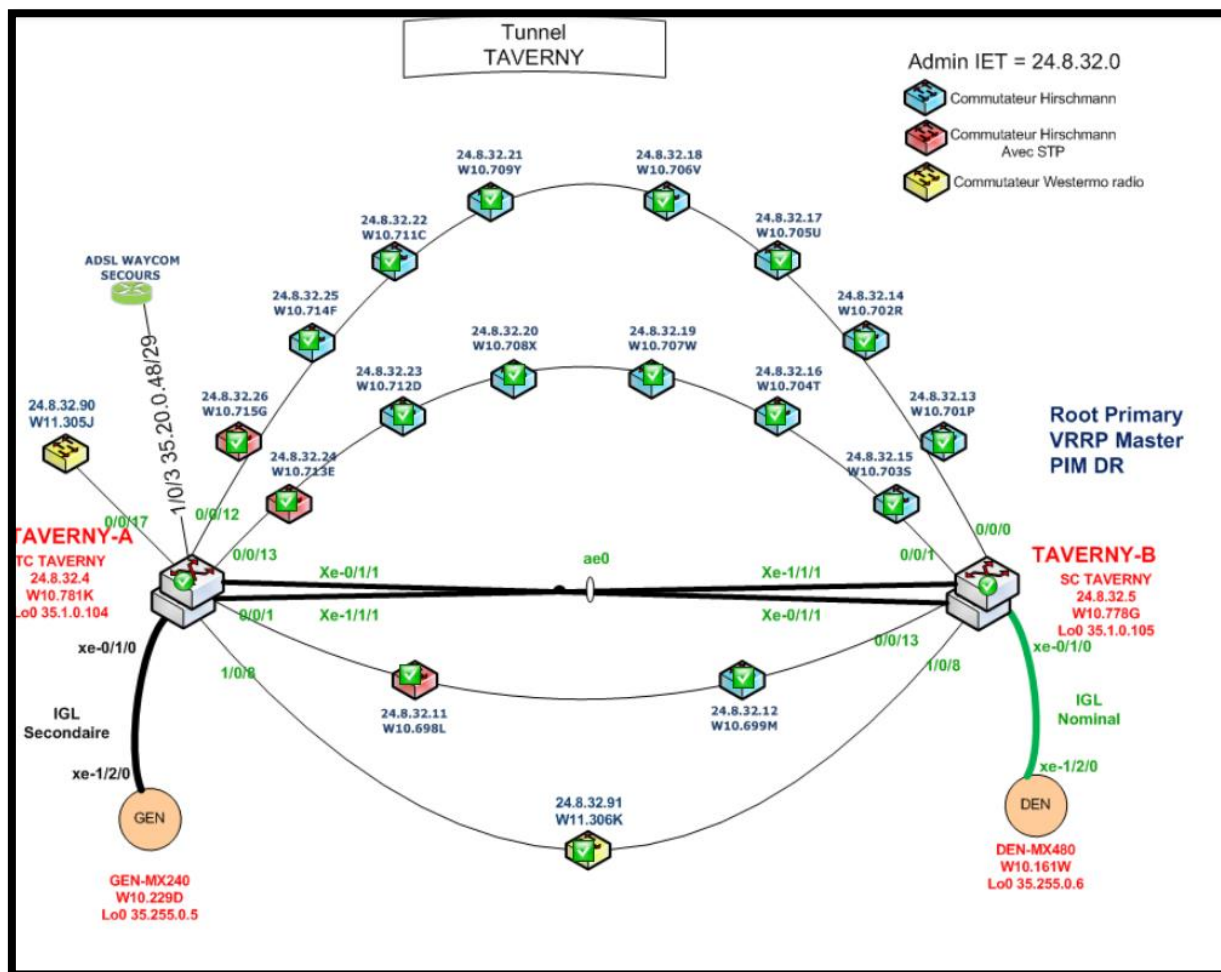


Figure 9: Topologie LAN IP du tunnel de Taverny

III. SPECIFICATIONS FONCTIONNELLES DES TRAVAUX

III.1. ARCHITECTURE PROJETEE

L'architecture projetée concernant la rénovation de la GTC du tunnel de Taverny a été présentée lors de la rédaction du rapport d'avant-projet qui a mis en avant plusieurs solutions techniques dont une seule préconisée et qui sera mise en application et étudiée ci-après.

Pour la rénovation des API PLC5 on développera la solution technique suivante : **Intégration des fonctions des automates PLC5 dans l'automate principal redondé S7**. Le raccordement du contrôle-commande des équipements sur ces automates se fera via l'installation de nouveaux MESD en local technique et liés par les réseaux de terrain Profibus déjà existants.

La récupération de la totalité ou d'une partie des entrées et commandes des PLC5 se fera sur des nouveaux MESD déportés auprès des équipements.

L'architecture projetée sera donc la suivante :

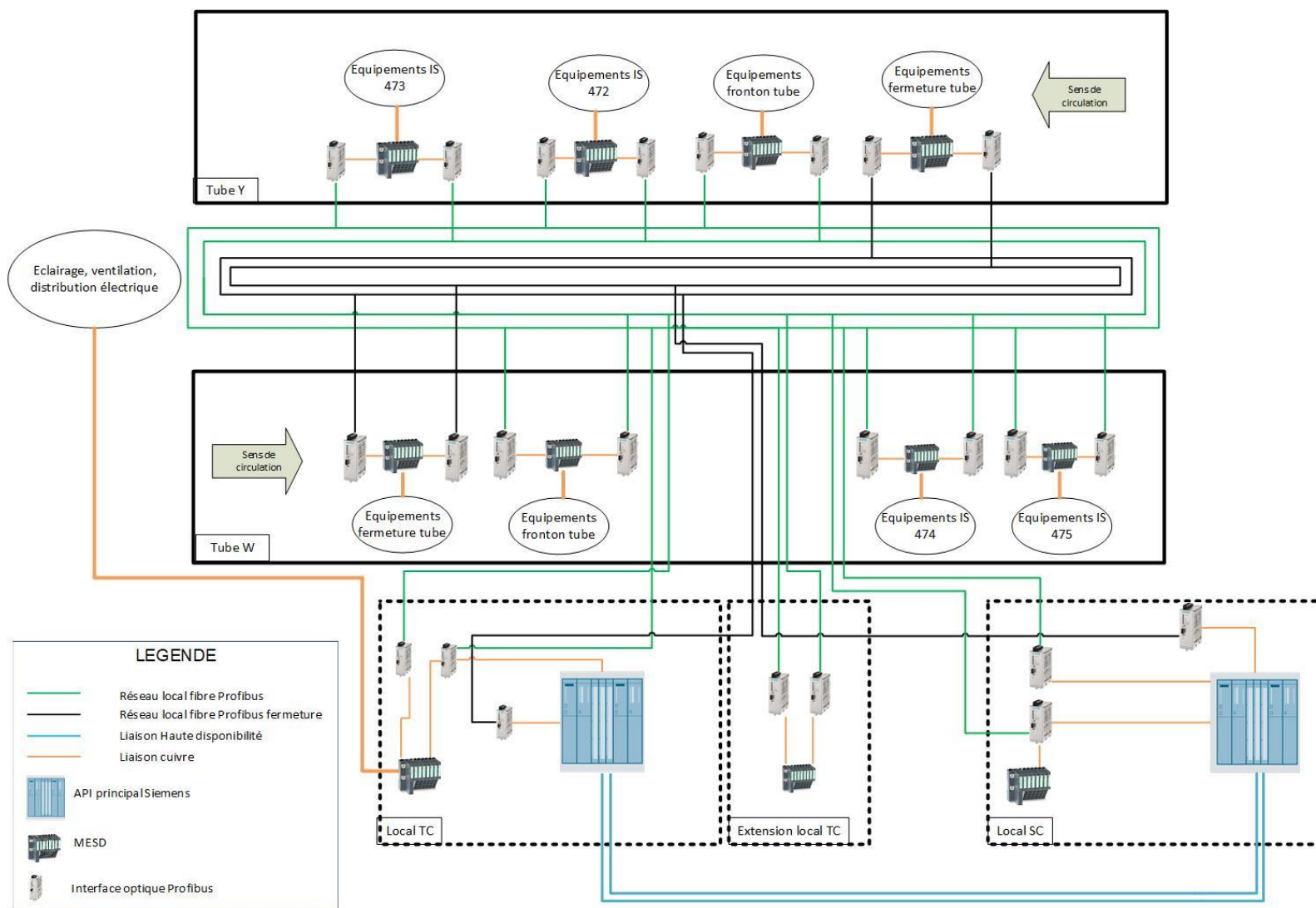


Figure 10 : Architecture GTC projetée

Remarque : Ce synoptique GTC projeté est disponible en annexe de cette notice.

III.2. RACCORDEMENT ET INTEGRATION DES METIERS RENOVES A LA GTC

Cette partie rappelle les principales prestations de rénovation de chaque famille d'équipement du tunnel et présente les conséquences de ces changements sur les raccordements aux automates.

III.2.1. Alimentation électrique

Les travaux de rénovation de l'alimentation électrique sont présentés et développés dans la notice PRO Alimentation électrique dédiée. Les modifications appliquées à l'alimentation électrique du tunnel de Taverny ont une incidence sur la GTC.

Les principales prestations prévues sont les suivantes :

- Création d'une nouvelle arrivée HT 20kV
- Mise en place d'une ASI de capacité plus importante
- Remplacement du tableau HTA existant et des cellules
- Remplacement des transformateurs
- Extension du local technique existant pour la nouvelle arrivée HT
- Reprise de l'architecture de la distribution électrique

L'installation d'une nouvelle arrivée HT implique l'installation d'appareils de mesure permettant de connaître les caractéristiques principales de la ligne ainsi que des dispositifs de protection comme des disjoncteurs, interrupteurs et sectionneurs. Ces appareils seront raccordés à la GTC.

Un nouveau câblage de remontée d'informations est donc à prévoir pour cette prestation. Un module d'entrée/sortie sera préalablement installé et raccordé au réseau Profibus dans le nouveau local technique prévu. La mise à jour du programme de supervision des automates principaux est à prévoir, en prenant en compte les retours d'information de la nouvelle arrivée HT.

Le raccordement des câbles de contrôle commande de la distribution HT existante se fera directement sur les MESD remplaçant les anciens automates PLC5. L'intégration des programmes de commande dans les automates principaux s'effectuera lors de la dépose des anciens automates Allen Bradley.

La reprise du contrôle commande et du programme de supervision de l'onduleur remplacé sera aussi à prévoir.

Même principe pour le remplacement des transformateurs avec leurs protections et dispositifs de mesure.

La reprise de l'architecture générale de la distribution BT entraînera aussi la reprise complète du câblage de contrôle commande et d'informations des tableaux divisionnaires normaux et secourus ainsi que des TGBT.

Des tests de bon fonctionnement des équipements doivent être mis en place à chaque nouvelle intégration de fonctionnalité sur la GTC.

Le raccordement de la commande des équipements existants sur la GTC sont présentés dans l'annexe **Récapitulatif des entrées/sorties GTC**.

Les CME devront être maintenues par l'entreprise en charge des travaux lors de la modification du programme des automates et des phases travaux.

III.2.2. Ventilation et désenfumage

Les travaux de rénovation de la ventilation et du protocole de désenfumage sont présentés et développés dans la notice PRO ventilation dédiée. Les modifications appliquées à la ventilation du tunnel de Taverny ont une incidence sur la GTC.

Les principales prestations prévues sont les suivantes :

- Remplacement (dépose et repose) des 16 accélérateurs.
- Conservation du mode de commande des accélérateurs avec démarreurs
- Installation d'un système de ventilation pour la mise en surpression des IS
- Modification du scénario de désenfumage

Il n'y a pas de changement du réseau de commande de la ventilation principale du tunnel à prévoir. Le raccordement existant des câbles de contrôle commande se fera directement sur les MESD remplaçant les anciens automates PLC5. L'intégration des programmes de commande dans les automates principaux s'effectuera lors de la dépose des anciens automates Allen Bradley.

L'installation du dispositif de surpression des issues de secours implique le raccordement de celui-ci avec la GTC afin de pouvoir le déclencher lors de la mise en fonctionnement du protocole de désenfumage ou bien lors de l'ouverture de la porte donnant sur le tunnel. Cette liaison s'effectuera entre l'équipement de ventilation et le MESD présent dans l'IS.

L'entreprise en charge des travaux de rénovation de la GTC devra modifier le programme de désenfumage en ajoutant l'activation des accélérateurs en sens inverse dans le tube non sinistré, afin d'éviter le phénomène de recyclage de fumée ainsi que la mise en surpression des sas.

Le protocole de désenfumage possèdera alors deux scénarios par tube à mettre en place :

- Un premier scénario **Standard (trafic fluide)** qui consiste à activer tous les accélérateurs du tube incendié ainsi qu'un accélérateur en sens inverse pour chaque batterie du tube sain
- Un second scénario de **Sur-accident**, qui présente deux phases. La phase 1 étant une phase d'évacuation, seulement deux accélérateurs de la batterie la plus éloignée de l'incendie seront activés et la phase 2 étant la phase de balayage avec l'activation de tous les accélérateurs dans le tube incendié. De plus, pour ce scénario on conserve aussi la ventilation en sens inverse pour éviter le phénomène de recyclage de fumée.

De ce fait, la GTC sera configurée de manière à déclencher les scénarios par l'intervention de l'OST.

Le fonctionnel de la ventilation sanitaire sera repris par le titulaire et intégrera les modifications faites sur l'installation des capteurs atmosphériques. La description du matériel d'instrumentation modifié est énoncée plus loin dans ce document (Partie instrumentation III.2.7).

Le raccordement de la commande des équipements existants sur la GTC sont présentés dans l'annexe **Récapitulatif des entrées/sorties GTC**.

Les CME devront être maintenues par l'entreprise en charge des travaux lors de la migration des programmes des automates et des phases travaux.

III.2.3. Equipements de sécurité

Les travaux de rénovation des équipements de sécurité comme le RAU ou encore la détection incendie en local technique sont présentés et développés dans les notices PRO dédiées. Les modifications appliquées aux équipements de sécurité du tunnel de Taverny ont une incidence sur la GTC.

Réseau d'appel d'urgence :

Le RAU est complètement déposé et actualisé pour fonctionner sous technologie IP. Après réalisation des travaux, les PAU seront raccordés aux réseaux de transmission d'information Ethernet IET1 et 2 dont les points d'accès sont présents dans les PST et issues de secours. Il n'y a pas d'incidence avec la GTC, l'information transite uniquement par le réseau THD utilisé par la GTC pour fournir les appels au poste de réception des appels d'urgence.

De ce fait, il n'y a pas de contrôle d'état (défaut ou utilisation) des TSE et des PAU depuis la GTC et donc du SI Tunnel. Cependant, il existe une liaison informatique au PCTT entre le SI Tunnel et le SI Phonie permettant d'accéder à l'état du RAU.

Détection incendie :

La rénovation de l'alimentation électrique du tunnel de Taverny implique la création d'un local technique supplémentaire pour accueillir la nouvelle arrivée HT. De ce fait, la mise en place d'un système de détection incendie pour ce nouveau local est à prévoir et donc le raccordement des informations défauts à la GTC l'est aussi.

Le titulaire raccordera alors la détection incendie au MESD du nouveau local technique préalablement installé. Ce MESD établira la remontée d'informations à la GTC pour la détection incendie et tout autre équipement du local dont le retour d'état/commande est nécessaire.

Le réseau Profibus de raccordement des MESD sera alors à modifier soit en créant une coupure FO dédiée au local, soit en se raccordant directement à une coupure FO du local technique TC. La mise à jour du système de supervision GTC est à prévoir lors de l'installation de la détection incendie par l'entreprise en charge des travaux.

Coffrets pompiers :

Durant la phase travaux, l'entreprise se chargera de déposer tous les coffrets pompiers situés dans les PST. Ces coffrets sont tous raccordés à la GTC car ils permettent de contrôler directement la ventilation depuis les PST. La mise à jour du système de la GTC et des automates est à prévoir lors de la dépose des coffrets pompier par le titulaire.

Décrochés extincteurs :

Le tunnel de Taverny possède deux extincteurs par niche de sécurité. Ces extincteurs disposent d'un système de détection de décroché pour éviter les vols/vandalismes. Ces détecteurs sont raccordés à la GTC pour donner des informations de supervision au PCTT.

Il n'y a pas de changement du réseau de commande des décrochés extincteurs des niches du tunnel à prévoir. On effectuera la reprise de la commande des décrochés extincteurs sur les nouveaux automates. Des tests de bon fonctionnement des équipements doivent être mis en place durant la phase travaux.

Le raccordement de la commande des équipements existants sur la GTC sont présentés dans l'annexe **Récapitulatif des entrées/sorties GTC.**

Les CME devront être maintenues par l'entreprise en charge des travaux lors de la modification du programme des automates et des phases travaux.

III.2.4. Eclairage

Les travaux de rénovation de l'éclairage sont présentés et développés dans la notice PRO éclairage dédiée. Les modifications appliquées à l'éclairage du tunnel de Taverny ont une incidence sur la GTC.

Les principales prestations prévues sont les suivantes :

- Remplacement de l'éclairage de base en « full LED », commande par gradation

- Remplacement de l'éclairage de renforcement en « full LED », commande par gradation

Le principe de commande de l'éclairage est détaillé dans la notice PRO dédiée et utilisera la plateforme DALI. Tous les luminaires seront raccordés à une plateforme de bus DALI qui sera raccordé elle-même à un automate (MCU) pilotant les drivers des luminaires. Le microcontrôleur devra donc être raccordé aux automates S7 afin de pouvoir piloter l'éclairage à partir des instructions de la supervision.

Le microcontrôleur aura pour fonctions de piloter et surveiller les circuits d'éclairage ainsi que de piloter les régimes d'éclairage en fonction des mesures de luminosité effectuées par le luminancemètre.

Les instructions des automates S7 seront uniquement des commandes de modes de marche (manuel ou auto) issues de la supervision. Les automates principaux récupéreront les mesures des luminancemètres et les retours d'état des disjoncteurs des différents départs d'éclairage.

Les retours d'état/défauts de fonctionnement des drivers et/ou des luminaires seront obtenus par le microcontrôleur et visibles depuis le centre de supervision via les automates principaux. Suivant le type de microcontrôleur installé, une passerelle établira la connexion entre celui-ci et les automates Siemens.

Le circuit de commande de l'éclairage de sécurité est distinct du circuit de commande général et devra donc être pris en compte lors de la reprise du câblage.

En fonction de la localisation du microcontrôleur, celui-ci sera raccordé directement sur le réseau GTC adéquat. Le fonctionnel de commande de l'éclairage sera intégré dans les automates principaux. Une première intégration du fonctionnel existant vers les automates principaux s'effectuera lors de la dépose des anciens automates Allen Bradley, et une seconde intégration sera réalisée pour modifier le schéma de commande en fonction des travaux réalisés.

Des luminancemètres sont disposés en entrée de tunnel, mesurant la luminosité extérieure et permettent à la GTC d'appliquer le bon régime d'éclairage. Ainsi, à partir du régime choisi, le microcontrôleur envoie alors les signaux de commande aux drivers des luminaires avec le pourcentage de gradation adéquat, pour chaque appareil d'éclairage. La reprise du raccordement des luminancemètres à la GTC est donc à prévoir.

La gradation devra permettre aussi, lors d'un changement de régime d'éclairage, (passage d'un régime nuit à jour par exemple) une transition progressive afin de ne pas causer de fausses alertes des caméras DAI. (Actuellement celles-ci sont inhibées lors d'un basculement de régime d'éclairage durant une courte durée)

Le raccordement de la commande des équipements existants sur la GTC sont présentés dans l'annexe **Récapitulatif des entrées/sorties GTC**.

Les CME devront être maintenues par l'entreprise en charge des travaux lors de la migration des programmes des automates et des phases travaux.

III.2.5. Automates et réseau GTC

Les travaux de refonte de la GTC en vue d'une harmonisation du mode de supervision des tunnels exploités par la DIRIF impliquent la rénovation du réseau GTC. Comme il a été présenté dans la notice GTC AVP, l'entreprise chargée de réaliser les travaux devra effectuer la dépose des anciens automates PLC5 de marque Allen Bradley et de mener une phase de migration des programmes afin de les intégrer sur les nouveaux automates de marque Siemens.

De nouveaux MESD seront donc installés et raccordés au réseau Profibus pour :

- La commande des équipements actuellement pilotés par les automates Allen Bradley du local technique TC
- Le nouveau local technique destiné à la deuxième arrivée HT 20kV

La plupart des raccordements des équipements s'effectuera sur les MESD déjà présents dans les différents lieux de l'ouvrage. Il sera donc nécessaire de vérifier la disponibilité en entrée/sortie des MESD impactés par les travaux. L'installation de nouvelles cartes d'entrée/sorties sera à prévoir pour les MESD dont celles-ci sont complètes.

La modification de la GTC entrainera donc une modification du réseau de transmission Profibus et Ethernet.

Le tableau ci-dessous présente le rappel de tous les MESD répertoriés dans le tunnel et formant le réseau Profibus. Les nouveaux MESD installés y sont répertoriés et leur adressage sera à indiquer par l'entreprise titulaire des travaux.

Désignation	Tatouage	Local	Adresse Profibus	Type de travaux	Boucle
DFP Fronton tube W	T22.357R	Fronton Entrée W	10	Conservation	Fermeture
PST Fronton tube W	T22.359T	Fronton Entrée W	11	Conservation	Générale
PST IS 474	T22.362W	IS W1 (N°474)	12	Conservation	Générale
PST IS 475	T22.364Y	IS W2 (N°475)	5	Conservation	Générale
DFP Fronton tube Y	T22.366C	Fronton Entrée Y	6	Conservation	Fermeture
PST Fronton tube Y	T22.368E	Fronton Entrée Y	7	Conservation	Générale
PST IS 472	T22.371H	IS Y1 (N°472)	8	Conservation	Générale
PST IS473	T22.373K	IS Y2 (N°473)	9	Conservation	Générale
Armoire local TC	À définir	Local technique TC	À définir	Ajout	Générale
Armoire local SC	MESD13	Local technique SC	13	Conservation	Générale
Armoire extension local TC	À définir	Local technique TC	À définir	Ajout	Générale

Tableau 1 : Liste des MESD du tunnel de Taverny

Le tableau ci-dessous présente cette fois ci les modifications à prévoir sur le réseau Ethernet du tunnel.

Tenant	Aboutissant	Type de travaux
Switch A local TC Port 7	API Principal Local LT Rack 0 - Coupleur Ethernet terrain	Conservation

Tenant	Aboutissant	Type de travaux
Switch A local TC Port 5	Passerelle API Principal/ API Allen Bradley Local LT Port 1	Dépose
Switch A local TC Port 8	API Allen Bradley Ouest Local LT UC1	Dépose
Switch A local TC Port 6	API Allen Bradley Est Local LT UC1	Dépose
Switch A local TC Port 2	Switch B Local LT Port 2	Conservation
Switch B local TC Port 8	API Allen Bradley Ouest Local LT UC2	Dépose
Switch B local TC Port 6	API Allen Bradley Est Local LT UC2	Dépose
Switch C Local SC Port 7	API Principal Local SC Rack 1 - Coupleur Ethernet terrain	Conservation
Switch C local SC Port 5	Passerelle API Principal/API Allen Bradley Local SC Port 1	Dépose

Tableau 2: Récapitulatif du réseau Ethernet

Les automates principaux actuels sont sous technologie S7 414 4H. La société Siemens a annoncé que la gamme des automates S7 400 sera en commercialisation active au moins jusqu'en 2025. Des pièces détachées seront disponibles au moins jusqu'en 2035.

Les API 4H ne sont cependant plus commercialisés aujourd'hui et disponibles uniquement en pièces détachées.

III.2.6. Instrumentation

Les travaux de rénovation de l'instrumentation concernant la ventilation sont présentés et développés dans la notice PRO ventilation dédiée. Les modifications appliquées à l'instrumentation du tunnel de Taverny ont une incidence sur la GTC.

Le tunnel de Taverny possède 2 capteurs CO et opacimètres par tube pour contrôler le niveau de pollution dans le tunnel et ainsi gérer la ventilation sanitaire. D'après les recommandations faites dans la notice AVP portant sur la ventilation, il est prévu le remplacement des capteurs et opacimètres à proximité des IS. Il est aussi prévu d'installer des capteurs NOx ainsi que des anémomètres. L'ensemble des capteurs sera installé dans un groupe comportant un capteur CO, un opacimètre et un capteur NOx et raccordé à la GTC. Un anémomètre par tube sera installé et placé en amont de la batterie d'accélérateur la plus proche (aux PM60 et 450).

Des modifications du câblage des commandes sera à prévoir par l'entreprise en charge des travaux. Le raccordement pourra se faire sur les MESD présents dans les IS sous réserve de la disponibilité en entrée/sortie des modules. L'intégration des nouveaux capteurs et les modifications du système de supervision sont à la charge de l'entreprise titulaire. Les données de références pour la gestion des taux de NO2 sont discutées dans la notice PRO ventilation.

Le raccordement de la commande des équipements existants sur la GTC sont présentés dans l'annexe **Récapitulatif des entrées/sorties GTC**.

Les CME devront être maintenues par l'entreprise en charge des travaux lors de la modification du programme des automates et des phases travaux.

III.2.7. Signalisation dynamique

La signalisation dynamique et les équipements de fermeture du tunnel sont raccordés à la GTC. Il n'y a pas de projet de rénovation de ces équipements d'après les rapports des phases précédentes de ce projet.

Ainsi, il n'y a donc pas de changement du fonctionnel de fermeture du tunnel à prévoir. Les dispositifs de fermeture tunnel sont commandés par la GTC en fronton de tunnel par une armoire de commande raccordée au réseau Profibus PST/DFT. Des tests de bon fonctionnement des équipements de signalisation doivent être mis en place durant la phase travaux et après le changement des automates principaux.

Le raccordement de la commande des équipements existants sur la GTC est présenté dans l'annexe **Récapitulatif des entrées/sorties GTC**.

Les CME devront être maintenues par l'entreprise lors des phases travaux.

III.2.8. Vidéosurveillance/ DAI

Les caméras vidéos DAI du tunnel utilisent le réseau de transmission RTHD afin de transmettre les images au poste de supervision de Saint Denis. Les réseaux de terrain utilisés par cette famille d'équipements sont les réseaux Ethernet IET1 et 2. Il n'y a pas de projet de rénovation de ces équipements d'après les rapports des phases précédentes de projet.

Ainsi, il n'y a donc pas de changement du réseau de commande des caméras du tunnel à prévoir. Des tests de bon fonctionnement et de connexion avec le poste de surveillance doivent être mis en place durant la phase travaux et après le changement des automates principaux.

Concernant les travaux de protection au feu de la tranchée couverte impliquant la dépose et repose des caméras DAI ainsi que la modification du marquage au sol, l'entreprise titulaire devra alors redessiner les masques DAI.

Le raccordement de la commande des équipements existants sur la GTC est présenté dans l'annexe **Récapitulatif des entrées/sorties GTC**.

Les CME devront être maintenues par l'entreprise lors des phases travaux.

III.2.9. Synthèse des travaux effectués et des impacts sur la GTC

Le tableau qui suit rappelle les prestations réalisées sur la tranchée couverte, avec toutes les incidences éventuelles sur la GTC du tunnel.

Famille d'équipement	Travaux effectués	Impact sur la GTC
Alimentation électrique	Modification de la distribution électrique existante Création d'une nouvelle arrivée HT	-Reprise du câblage existant des automates PLC5 -Ajout de câbles ETOR et EANA pour centrale de mesure HT -Ajout de câbles ETOR pour les nouveaux tableaux divisionnaires

Famille d'équipement	Travaux effectués	Impact sur la GTC
Ventilation et désenfumage	<p>Changement des batteries accélérateurs</p> <p>Mise en place de deux scénarios par tubes, déclenchables par l'OST</p> <p>Remplacement des capteurs CO et OPA, ajout d'anémomètres et capteurs NOX</p> <p>Installation d'une surpression en IS</p>	<p>-Reprise du câblage existant des automates PLC5</p> <p>-Ajout d' ETOR et EANA pour les capteurs NOX et anémomètres</p> <p>-Modification du scénario de désenfumage existant (partie supervision)</p> <p>-Ajout des remontées d'infos en IS pour la ventilation (entrées/sorties TOR)</p>
Equipements de sécurité	<p>RAU : Passage du RAU en IP</p> <p>DI : Ajout d'une DI dans le nouveau local technique</p> <p>Coffrets pompiers déposés</p> <p>Décrochés extincteurs en NS : RAS</p> <p>Alarmes portes IS et LT : Ajout alarme pour le nouvel local technique</p>	<p>- DI : Ajouter les entrées TOR pour la DI dans le nouveau local, reprise du câblage existant des automates PLC5</p> <p>-Coffrets pompiers : Déposer tous les câblages GTC qui concernent ces coffrets. Supprimer le fonctionnel des coffrets dans la configuration de la GTC</p> <p>-Décrochés extincteurs : Reprise du câblage existant des automates PLC5</p> <p>-Alarmes portes IS et LT : Reprise du câblage existant des automates PLC5 et ajout alarme pour le nouveau local</p>
Eclairage	<p>Changement complet de l'éclairage existant</p> <p>Commande des luminaires par plateforme DALI et microcontrôleur</p> <p>Luminancemètres remplacés</p>	<p>-Reprise du câblage existant des automates PLC5 pour les luminaires</p> <p>-Reprise du câblage des luminancemètres au niveau des PST</p> <p>-Ajout du câblage pour le pilotage du microcontrôleur</p>
Automates et réseau de transmission	<p>Dépose des API Allen Bradley PLC5</p> <p>Ajout de MESD à la place des anciens API.</p> <p>Intégration du fonctionnel des anciens API dans les API Siemens</p> <p>Création d'une dérivation FO dans le nouveau local avec ajout d'un MESD en local</p> <p>Dépose des passerelles PLC5/S7 et de tout câblage spécifique aux PLC5</p>	<p>-Prise en compte dans le référentiel et la supervision du nouveau MESD</p> <p>-Mise à jour de toutes les modifications effectuées sur la GTC avec la dépose des anciens API</p>
Signalisation dynamique	<p>Pas de travaux effectués pour cette famille d'équipement</p>	<p>Vérifier le bon fonctionnement à distance du dispositif de fermeture après basculement du fonctionnel existant sur les API principaux</p>

Famille d'équipement	Travaux effectués	Impact sur la GTC
Vidéosurveillance/DAI	Pas de travaux effectués pour cette famille d'équipement, seul une dépose/repose des caméras en tunnel est prévue, pour les travaux de protection au feu	Redessiner les masques DAI après la dépose/repose des caméras en tunnel

Tableau 3 : Une synthèse permet d'obtenir une vision globale du plan de rénovation de la tranchée couverte

Remarque : La description des prestations réalisées présentée dans la colonne « Impact sur la GTC » du tableau ci-dessus est développée dans la partie VI Phasage travaux de ce document.

IV. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DETAILLEES

IV.1. LES AUTOMATES PRINCIPAUX

Les automates principaux sont des automates de type S7 400H Siemens. Les deux automates sont reliés entre eux par un lien de synchronisation et possèdent chacun un rack principal.

Pour chaque automate, leurs caractéristiques principales sont les suivantes :

- Un rack S7.
- Quatre alimentations 120/230 V CA ; 5 V CC ; 24 V CC ; 10 A.
- Un CPU S7 414 H
- Une mémoire CPU S7.
- Quatre piles de sauvegarde S7.
- Deux modules de synchronisation fibre optique.
- Deux coupleurs Ethernets.
- Un connecteur sub-d 9 avec prise PG. Pour la connexion au réseau Profibus.
- Un coupleur Profibus



Figure 11: Automate principal S7

Les racks des automates sont composés des éléments suivants :

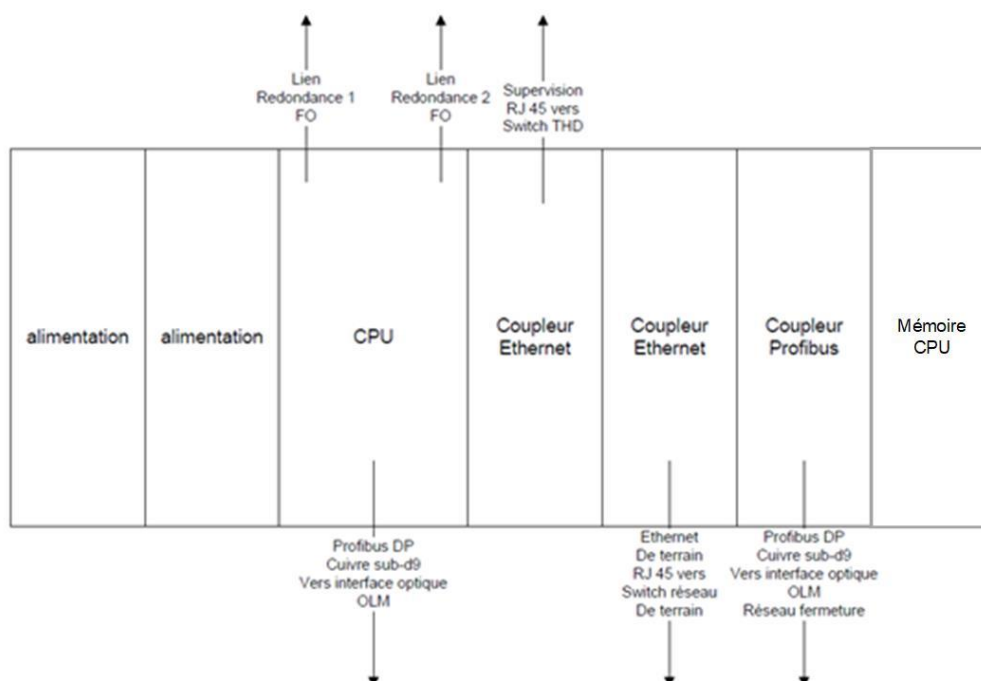


Figure 12: Représentation d'un rack d'un API S7

Le tableau suivant indique toutes les adresses, tatouages et informations portant sur les automates S7 :

Nom	Adresse
Réseau TDH API rack 0	024.008.040.011
Réseau THD API rack 1	024.008.040.012
Masque de sous réseau carte Ethernet THD	255.255.254.0
Adresse passerelles	024.008.040.001
Réseau Ethernet de terrain API rack 0	010.153.033.040
Réseau Ethernet de terrain API rack 1	010.153.033.044
Masque de sous réseau carte Ethernet de terrain	255.255.255.0
Adresse Profibus des deux CPU	2
Adresse Profibus de chaque coupleur	2
Tatouage API rack 0	A70.847G
Tatouage API rack 1	A70.848H

Tableau 4: Liste des adresses en rapport avec les automates principaux

IV.2. MODULES D'ENTREE SORTIES DEPORTES (MESD)

Les modules d'entrées sorties déportés (MESD) sont des boîtiers qui comprennent plusieurs cartes qui peuvent disposer de périphériques d'entrées et sortie tout ou rien ou encore d'entrées analogiques. Ces cartes d'entrées/sorties sont de marque Siemens et ont les références suivantes :



Figure 13 : Les MESD sont modulables en fonction du besoin en E/S de l'installation

Type de carte	Référence Siemens
32 entrées TOR	6ES7 321-1BL00-0AA0
32 sorties TOR	6ES7 322-1BL00-0AA0
16 sorties TOR	6ES7 322-5GH00-0AB0
8 entrées ANA	6ES7 331-7KF02-0AB0

Tableau 5: Types de cartes d'entrées sorties

Les nouveaux MESD implantés auront donc le même paramétrage que les modules existants.

Composition des MESD en fonction des cartes d'entrées sorties :

Désignation	Tatouage	Localisation	Nb de cartes de 32 entrées TOR	Nb de cartes de 32 sorties TOR	Nb de cartes de 16 sorties TOR	Nb de cartes de 8 entrées analogiques	Nb d'emplacements libres
PST IS 475	T22.364Y	IS W2 (N°475)	4	2	0	1	1
DFP Fronton tube Y	T22.366C	Fronton Entrée Y	3	1	0	0	4
PST Fronton tube Y	T22.368E	Fronton Entrée Y	4	1	0	0	3
PST IS 472	T22.371H	IS Y1 (N°472)	4	2	0	1	1
PST IS473	T22.373K	IS Y2 (N°473)	4	2	0	1	1
DFP Fronton tube W	T22.357R	Fronton Entrée W	3	0	2	0	3
PST Fronton tube W	T22.359T	Fronton Entrée W	4	1	0	0	3
PST IS 474	T22.362W	IS W1 (N°474)	4	2	0	1	1
Armoire local SC	NC	Local technique SC	1	0	0	0	7

IV.3. COMMUTATEURS ETHERNET (SWITCH)

Les switches sont disposés dans les armoires PST Transmission en tunnel, ainsi qu'aux frontons de l'ouvrage. Chaque commutateur est redondé et possède un tatouage et adresse IP spécifique :

Localisation	N° de boucle IET	Adresse IP	Tatouage
IS W2 (N°475)	2	24.8.32.11	W10.698L
Fronton Entrée Y	1	24.8.32.13	W10.701P
Fronton Entrée Y	2	24.8.32.15	W10.703S
IS W2 (N°475)	2	24.8.32.12	W10.699M
Fronton Entrée Y	1	24.8.32.14	W10.702R
Fronton Entrée Y	2	24.8.32.16	W10.704T
IS Y1 (N°472)	1	24.8.32.17	W10.705U
IS Y2 (N°473)	2	24.8.32.19	W10.707W
Fronton Entrée W	1	24.8.32.21	W10.709Y
Fronton Entrée W	2	24.8.32.23	W10.712D
IS W1 (N°474)	1	24.8.32.25	W10.714F
IS Y1 (N°472)	1	24.8.32.18	W10.706V
IS Y2 (N°473)	2	24.8.32.20	W10.708X
Fronton Entrée W	1	24.8.32.22	W10.711C
Fronton Entrée W	2	24.8.32.24	W10.713E
IS W1 (N°474)	1	24.8.32.26	W10.715G

Local technique LT Switch A	-	010.153.033.042	
Local technique LT Switch B	-	010.153.033.043	
Local technique SC Switch C	-	010.153.033.046	

Les masques de sous réseau de chacun des switches des locaux techniques valent 255.255.255.0

V. SPECIFICATIONS DE LA MISE EN OEUVRE

V.1. STRATEGIE DE MIGRATION DE LA GTC

La stratégie de rénovation de la GTC sera produite par l'entreprise en charge des travaux. Cette méthodologie sera validée à la fois par le MOA et MOE avant le début des travaux.

Les éléments exposés ci-après donnent des indications pour la réalisation de la stratégie de migration. Tout autre point pertinent non mentionné pourra être ajouté par l'entreprise travaux dans sa stratégie de migration.

V.1.1. Restrictions pendant la phase travaux

Afin de pouvoir effectuer les changements de l'architecture GTC et d'y intégrer de nouvelles fonctionnalités, le titulaire devra prendre en compte les contraintes suivantes :

- Respect des Conditions Minimales d'Exploitation
- Maintien de l'exploitation du tunnel pendant les travaux
- L'intégration d'une nouvelle architecture dans un système déjà en fonctionnement
- Prendre en compte les évolutions des installations du tunnel comme l'éclairage, la commande de la ventilation ou encore la nouvelle distribution électrique.
- L'exploitation du tunnel par les OST uniquement à partir du SI tunnel

V.1.2. Installation d'API et supervision travaux

L'entreprise chargée de la rénovation mettra en place des automates « travaux » raccordés au réseau THD ainsi qu'à un réseau Profibus « travaux ». Cette installation permettra de **vérifier et tester les nouveaux scénarios** ainsi que la commande des équipements après leur rénovation directement depuis le PCTT.

Une liaison entre les automates principaux et les automates travaux pourra être mise en place en cas de besoin d'échange de données.

Une supervision travaux sera aussi installée pour **effectuer les tests** lors de la rénovation des équipements du tunnel. La supervision sera alors reliée à l'automate travaux afin de pouvoir effectuer les tests.

L'exploitation du tunnel par les OST sera faite uniquement à partir du SI tunnel. Le système d'information sera mis à jour lors des différents déploiements afin de garantir une exploitation continue du tunnel.

La supervision travaux doit servir uniquement durant les tests dans le but de conserver une unicité de la commande.

Une supervision en local devra aussi être accessible par un PC portable de maintenance, durant la phase travaux.

V.1.3. Les tests en plateforme

Pour chaque modification de la GTC et rénovation d'un métier, une phase de test doit être réalisée par le titulaire des travaux.

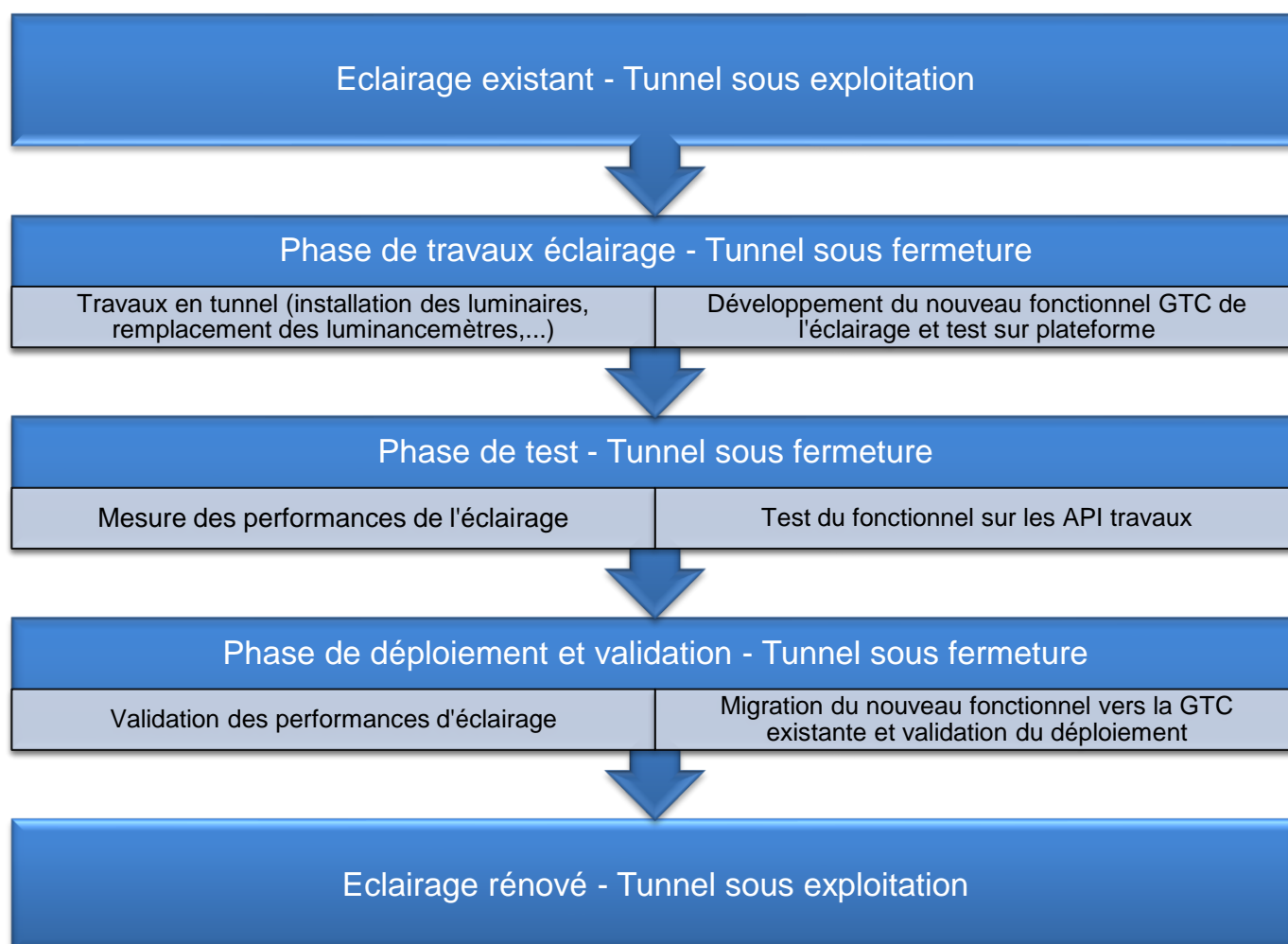
Deux types de tests seront réalisés à chaque phase de travaux : des tests en plateforme et tests sur site.

Une plateforme de test sera donc fournie et installée par le titulaire des travaux et comprendra tout le matériel nécessaire afin de réaliser un système de GTC complet modélisant le tunnel. C'est-à-dire des automates S7 414 4H, un réseau Profibus, des MESD et un serveur de supervision.

Toutes les vérifications seront définies dans un plan de tests de validation qui présentera pour chaque essai les objectifs attendus et le processus de test. Ces étapes de validation permettent de prendre en compte l'intégration du système et le bon pilotage des équipements au fur et à mesure des changements effectués sur la GTC.

V.1.4. Exemple de déploiement d'une famille d'équipement

On considère que l'on effectue la rénovation de l'éclairage de la tranchée couverte. Les principales étapes du marché spécifique sont les suivantes :



Remarque : Cette stratégie de migration considère que le basculement du fonctionnel des anciens API a déjà été réalisé sur les automates principaux.

V.2. METHODOLOGIE DE DEVELOPPEMENT

La maintenance de l'ensemble des GTC des tunnels administrés par la DIRIF est gérée par une seule et même société. Dans le cadre du programme de rénovation il a été convenu que l'entreprise de maintenance validera les développements réalisés par le titulaire afin d'assurer la bonne intégration dans l'environnement.

Le développement fonctionnel de la GTC pourra donc s'articuler autour de ces différentes étapes :

- Etat des lieux de l'existant
- Collecte des entrants
- Développement et spécifications détaillées des automates ainsi que la supervision
- Vérification de la conformité aux règles d'exploitation SAGTu
- Mise à jour du référentiel commun
- Génération du code automate
- Mise à jour des synoptiques de supervision
- Tests plateforme
- Intégration finale et déploiement

V.2.1. Etat des lieux de l'existant

L'entreprise chargée des travaux de la GTC établira, avec le MOE un constat de tous les équipements impliqués dans le programme de rénovation.

V.2.2. Collecte des entrants

Le titulaire des travaux se chargera de collecter les données de la totalité des équipements modifiés et nouvellement installés dans le tunnel. Il sera alors capable de fournir les informations suivantes :

- Liste exhaustive des équipements avec leurs tatouages
- Leurs positionnements
- Définition des unités fonctionnelles
- Définition des scénarios
- Modélisation fonctionnelle de chaque type d'équipement

V.2.3. Développement des automates et de la supervision

Les analyses fonctionnelles établies par le titulaire seront appréciées par le marché de maintenance afin de diagnostiquer d'éventuelles différences avec le fonctionnel existant.

De ce fait, l'entreprise peut ensuite effectuer le développement des algorithmes automates ainsi que la modification et mise à jour de la supervision.

V.2.4. Vérification des règles d'exploitation

Le mainteneur GTC s'occupera ensuite de valider le nouveau système de pilotage tunnel final avec les règles d'exploitation présentées dans le SAGTu.

V.2.5. Mise à jour du référentiel commun

Le marché de maintenance se charge ensuite de mettre à jour la base de données commune des tunnels du MOA à partir des documents récapitulatifs réalisés par l'entreprise titulaire. C'est-à-dire les nouvelles unités fonctionnelles, les nouveaux scénarios ainsi que les nouveaux équipements.

La liste des éléments demandés par le marché de maintenance en vue de mettre à jour le référentiel commun est rappelé dans le document annexe intitulé « **10201010-02_A_BPE_ETU_Normalisation des données d'entrée du configurateur GTC** ».

V.2.6. Génération du code automate

L'entreprise titulaire réalisera le code à implémenter dans les automates, qui comprend :

- L'injection des fichiers du référentiel dans le générateur d'application
- Les compléments de saisie dans le générateur d'application (Adresse E/S, paramètres de réglages par défaut...)
- L'établissement du fichier « Association »
- La génération du code API
- La personnalisation du code API

V.2.7. Mise à jour des synoptiques de supervision

Une nouvelle base de données supervision est créée par le générateur d'application.

Le titulaire va pouvoir alors réaliser une plateforme de supervision en se basant sur les données existantes fournies par le marché de maintenance et mise à jour en fonction des travaux effectués sur la GTC.

Les synoptiques seront donc modifiés en fonction des métiers, ainsi que leurs liens de navigation.

V.2.8. Tests plateforme

Les tests seront menés par l'entreprise titulaire et auront pour objectif de vérifier les entrées/sorties des équipements, valider les animations et les scénarios modifiés ou ajoutés lors de la rénovation de la GTC.

Ces phases de tests seront effectuées à chaque modification de la GTC et préalablement planifiées dans un plan de test produit par l'entreprise titulaire.

V.2.9. Intégration finale et déploiement

L'étape d'intégration finale permet la mise en place de la version définitive de la GTC. Elle est réalisée par le titulaire.

Le déploiement et la mise en production est ensuite accomplie par le marché de maintenance.

V.2.10. Récapitulatif des étapes de développement

Afin d'obtenir une meilleure visibilité des acteurs en fonction des étapes de développement qui viennent d'être présentées, le tableau suivant a été produit :

Etape de développement	Entreprise titulaire des travaux	Mainteneur
Constat de l'existant	X	
Rassemblement d'informations	X	

Développement et spécifications détaillées des automates ainsi que la supervision	X	X
Vérification des règles d'exploitation SAGTu		X
Mise à jour du référentiel commun		X
Génération du code automate	X	
Mise à jour des synoptiques de supervision	X	
Tests plateforme	X	
Intégration finale et déploiement	X	X

Tableau 6 : Récapitulatif du développement GTC en fonction des acteurs en charge de la réalisation de l'étape

Une répartition des rôles sur la modernisation de la GTC entre le mainteneur et le marché spécifique est rappelé en annexe de ce document

V.3. LE MARCHÉ DE MAINTENANCE MIISST

Le marché de maintenance MIISST sera en collaboration avec l'exploitant, le MOE ainsi que l'entreprise titulaire des travaux lors de la rénovation de la GTC. Comme il a été indiqué plus haut, il intervient dans différentes étapes de développement de la GTC.

Afin d'accompagner le marché spécifique, le mainteneur pourra mettre à disposition les éléments suivant à l'entreprise titulaire :

- Un environnement de développement automate/GTC sous forme de machine virtuelle
- A la convenance du titulaire, une copie de machines virtuelles de production pour reproduire un environnement
- Une machine virtuelle à installer sur PC portable avec projet de supervision pour assurer les opérations de maintenance.

Remarque : Le mainteneur ne fournit pas les licences logicielles pour l'exploitation du tunnel (licence PC Vue) ou encore l'environnement de développement Siemens pour les API S7. Ces éléments sont à la charge du titulaire des travaux.

VI. PHASAGE DES TRAVAUX

Les principales étapes de la modernisation de la GTC sont les suivantes :

- Préparation des nouveaux fonctionnels
- Installation et raccordement au réseau Profibus du MESD en local technique LT
- Migration du fonctionnel des anciens automates Allen Bradley vers les API Siemens, métier par métier.
- Basculement du câblage d'entrées/sorties des automates Allen Bradley vers le nouveau MESD du local LT, métier par métier
- Vérification de la migration de chaque métier et tests de fonctionnement à distance
- Dépose des API Allen Bradley à la fin de tous les basculements de câbles d'entrées sorties
- Installation du MESD dans l'extension du local technique et raccordement au réseau de terrain Profibus.
- 1^{er} déploiement GTC avec ajout de tous les équipements impactés par les rénovations sans intégrer leur nouveau fonctionnel
- Rénovation de tous les équipements. Durant la rénovation, des intégrations intermédiaires seront réalisées :
 - Intégration du fonctionnel avec tests de la nouvelle artère d'alimentation HT (HTB) avant les travaux liés à l'artère d'alimentation HTA.
 - Intégration du fonctionnel avec tests de la suppression des IS 472 et 474 à la fin des travaux et avant leurs mises en service.
 - Intégration du fonctionnel avec tests de la suppression des IS 473 et 475 à la fin des travaux et avant leurs mises en service.
 - Intégration du nouveau fonctionnel de l'éclairage des deux tubes lorsque sont réalisés les tests définitifs d'éclairage.
- 2^{ème} déploiement GTC avec basculement du nouveau fonctionnel des équipements rénovés en fin de travaux généraux. Ce basculement peut prendre en compte les équipements suivants :
 - La ventilation sanitaire avec les capteurs atmosphériques ;
 - Le scénario de désenfumage ;
 - L'alimentation/distribution HTA ;
 - La dépose du fonctionnel des coffrets pompiers ;
 - Les équipements de sécurité de l'extension du local technique (détection incendie et capteurs d'ouverture de porte local) et la mise à jour du fonctionnel de tous les équipements non nécessaires à l'exploitation de l'ouvrage.

Le phasage travaux proposé dans ce document sert de point de départ. L'entreprise en charge des travaux développera alors un phasage GTC détaillé, toujours en restant cohérent avec le phasage travaux général.

La méthodologie devra être validée par le MOA et MOE avant le démarrage des prestations sur la GTC.

Remarque : Lors des déploiements et des intégrations des nouveaux fonctionnels, l'entreprise titulaire s'assurera de la réversibilité du basculement en cas de problème. (retour au fonctionnel initial en cas d'erreur de fonctionnement)

VII. ANNEXES

**VII.1. ANNEXE 1 : REPARTITION DES ROLES SUR LA MISE A JOUR DU SIT
DANS LE CADRE DES PROGRAMMES DE MODERNISATION TUNNELS**

**VII.2. ANNEXE 2 : NORMALISATION DES DONNEES D'ENTREE DU
CONFIGURATEUR GTC**

VII.3. ANNEXE 3 : RECAPITULATIF DES ENTREES SORTIES GTC

VII.4. ANNEXE 4 : ARCHITECTURE PROJETEE GTC