



Direction des Routes Ile-de-France

PRO - Notice de Phasage et Planning

Autoroute A115

Modernisation de la tranchée couverte de Taverny (95)

27/07/2020

LOMBARDI INGÉNIERIE
66 rue Escudier 92100 Boulogne
Billancourt
70 rue de la Villette 69003 LYON
+33 (0)4 26 84 26 10
info@lombardi-ing.fr
www.lombardi.ch



Lombardi

SUIVI DES MODIFICATIONS

Version	Date	Rédaction	Vérification
1	22.01.2019	Maxime Tusch	Baptiste Chiffot
2	27.07.2020	Simone Franceschinis	Maxime Tusch

SUIVI DES MODIFICATIONS	2
I. OBJET DU DOCUMENT	4
II. HYPOTHESES RETENUES	5
II.1. VIABILITE HIVERNALE	5
II.1. MODE DE REALISATION DES TRAVAUX.....	5
II.2. TRAVAUX DE NUIT SOUS FERMETURE	6
II.3. TRAVAUX DE JOUR.....	7
II.4. TRAVAUX SOUS FERMETURE – ETE 2022.....	7
III. PHASAGE	8
III.1. GENERALITES	8
III.2. TACHES PONCTUELLES.....	8
III.3. TACHES LINEAIRES	10
IV. PLANNING	12
V. ESTIMATION DES TRAVAUX.....	13
VI. CONCLUSIONS	14
VII. MODALITES DE MAINTIEN DES NIVEAUX DE SECURITE PENDANT LES TRAVAUX.....	15
VII.1. CONDITIONS D’EXPLOITATION DE LA TRANCHEE COUVERTE.....	15
VII.2. EQUIPEMENTS NON SOUMIS AUX CME.....	16
VII.3. FONCTIONS DE SURVEILLANCES ET D’ALERTE	16
VII.4. FONCTIONS DE TRAITEMENT	19
VII.5. GENIE CIVIL.....	21
VIII. ANNEXES	22
VIII.1. PLANNING DES TRAVAUX 2x8.....	22
VIII.2. PLANNING DES TRAVAUX 3x8.....	22
VIII.3. AVANTS-METRES 2x8	22
VIII.4. AVANTS-METRES 3x8.....	22

I. OBJET DU DOCUMENT

Cette note de phasage des travaux relatifs à l'opération de modernisation de la tranchée couverte de Taverny a pour objectif de décrire l'enchaînement des phases de travaux.

Faisant suite à la demande du Maître d'Ouvrage, la version 2 de la présente note analyse deux nouvelles hypothèses de phasage et de planning des travaux. Ces plannings visent à prendre en considération les données du trafic réelles et à réaliser les travaux durant la période estivale 2022, sous fermeture complète du tunnel. Cette solution devrait permettre de réduire les impacts sur l'exploitation et les gênes aux usagers, et de diminuer sensiblement le coût des travaux.

Les hypothèses suivantes sont retenues pour l'établissement du phasage des travaux et du planning associé :

- Fermeture complète (24h24) durant l'été 2022, du 25 juillet au 21 août, soit 4 semaines de fermeture ;
- En dehors de la période estivale suscitée, 4 nuits consécutives de fermeture par mois. Horaires de travail sous fermeture ;
- Fermeture des deux sens de circulation à la fois.

Deux solutions de phasage sont étudiées :

- Solution 1 : Travail 2x8 soit 16 heures de travail effectives en dehors des heures de nuit ;
- Solution 2 : Travail 3x8 soit 24 heures de travail effectives.

L'estimation des travaux est mise à jour pour les deux solutions et comparée à l'estimation de la solution initiale, présentée dans la version précédente du PRO.

II. HYPOTHESES RETENUES

II.1. VIABILITE HIVERNALE

L'ensemble des ouvrages routiers de la responsabilité de la DiRIF sont soumis à une période d'intense activité pour les équipes d'exploitation, dite période de viabilité hivernale.

Au cours de cette période, qui s'étend du 15 novembre au 15 mars de chaque année, les équipes d'exploitation sont souvent mobilisées pour des opérations de salage ou de déneigement, et ne sont donc pas disponibles pour assurer le balisage et le suivi de travaux sous fermeture ou balisage.

Conformément aux échanges ayant eu lieu lors de la réunion de phasage du 06/12/18, aucune tâche susceptible d'impacter les conditions d'exploitation de la tranchée couverte ou nécessitant une intervention de balisage ou de fermeture de voie n'est donc programmée au cours de la période de viabilité hivernale.

II.1. MODE DE REALISATION DES TRAVAUX

Selon les hypothèses utilisées pour la conception du planning des travaux, trois modalités d'intervention sont possibles :

- Travaux réalisés de jour : Aucun impact sur l'exploitation ;
- Travaux réalisés sur une coupure de nuit (4 nuits consécutives disponibles par mois) ;
- Travaux réalisés sur coupure totale d'été : Fermeture estivale 2022.

Le tableau ci-dessous présente les périodes de réalisation des travaux prévus avec les postes réalisables durant la coupure d'été 2022 et ceux à prévoir lors des coupures ponctuelles de nuit.

Poste	Tâches	Jour	Nuits	Coupure été 2022
Stabilité au feu	Pose des plaques de protection			X
Issues de secours	Déplacement PST et TS	X		
	Génie Civil côté voies	X		
	Génie Civil côté issue		X	
	Trémie de ventilation		X	
Niches de sécurité	Remplacement des RAU par des PAU analogiques			X
Signalisation	Reprise de marquage horizontal			X
	Repositionnement des FAV			X
Local Technique	Construction du local technique	X		
Distribution électrique	Installations dans le Local Technique B	X		
	Basculement vers nouveaux TGBT		X	

	Remplacement des chemins de câble et tirage		X	
Eclairage	Dépose/repose éclairage existant			X
	Pose nouveau système d'éclairage			X
	Dépose définitive de l'ancien système			X
GTC	Transfert du fonctionnel vers API Siemens		X	
	Dépose API AB	X		
	Intégration des nouveaux équipements aux API Siemens		X	
	Tests et mise en service		X	
Ventilation	Démontage et remontage accélérateurs			X

II.2. TRAVAUX DE NUIT SOUS FERMETURE

Les travaux réalisés sous fermeture complète de nuit seront à réaliser durant les plages horaires suivantes :

- 22h – 4h.

afin de garantir une restitution de l'ouvrage tous les matins dans les meilleures conditions.

La dernière heure (l'ouvrage réouvrira à 5h) de fermeture sera consacrée aux vérifications avant remise en service, ainsi qu'à la gestion des éventuels aléas.

Les nuits de fermeture devront respecter le nombre maximal de nuits de fermeture réalisables par mois

- Une fermeture de 4 nuits consécutives, du lundi au jeudi.

Les travaux prévus durant ces plages sont reportés dans le tableau suivant :

Poste	Tâches	Période souhaité
Issues de secours	Génie Civil côté issue	Avril (IS472 et IS 474) Juin (ISD473 et IS475)
	Trémie de ventilation	Mai (IS472 et IS 474) Juillet (ISD473 et IS475)
Distribution électrique	Basculement vers nouveaux TGBT	Juin
GTC	Transfert du fonctionnel vers API Siemens	Avril
	Intégration des nouveaux équipements aux API Siemens	Mai
	Tests et mise en service	Juin

Les plages mensuelles ont été choisies afin de minimiser les impacts concernant l'enchaînement des tâches.

De manière générale les tâches faisant partie de la même opération (Alimentation électrique, issues de secours...) ont été regroupés dans la même période de fermeture de nuit.

II.3. TRAVAUX DE JOUR

Ces travaux seront réalisés sans impact sur la circulation dans la tranchée couverte de Taverny. La page horaire envisagée pour les travaux est la suivante :

- 7h – 20 h.

A noter que certains des travaux en question sont susceptibles de dégrader temporairement les conditions d'exploitation du tunnel (CME). Notamment pendant les travaux sur issues de secours ne nécessitant pas de fermeture du tube concerné, l'issue ne sera pas utilisable.

II.4. TRAVAUX SOUS FERMETURE – ETE 2022

Les travaux réalisés durant la période estivale 2022 seront réalisés sous fermeture totale de l'ouvrage 24h/24.

Les deux tubes seront fermés au trafic entre le 25 juillet 2022 et le 21 août 2022, soit 4 semaines de fermeture totale.

Les travaux à réaliser pendant cette période concernent principalement les travaux linéaires et quelque opération ponctuelle dont la ventilation (remplacement des accélérateurs) de l'ouvrage :

Poste	Tâches
Stabilité au feu	Pose des plaques de protection
Niches de sécurité	Remplacement des RAU par des PAU analogiques
Signalisation	Reprise de marquage horizontal
	Repositionnement des FAV
Eclairage	Dépose/repose éclairage existant
	Pose nouveau système d'éclairage
	Dépose définitive de l'ancien système
Ventilation	Démontage et remontage accélérateurs

Dans la suite du rapport, les hypothèses prises afin de permettre la réalisation de ces tâches dans les délais de fermeture sont détaillées.

III. PHASAGE

III.1. GENERALITES

Afin de minimiser l'impact sur l'exploitation de la tranchée couverte, et notamment le nombre de nuits de fermeture nécessaires à la réalisation des travaux, le phasage proposé vise à réaliser un maximum de travaux en coactivité.

L'organisation générale vise donc à favoriser un chantier roulant réalisant les tâches linéaires dont la durée est la plus importante.

Afin d'optimiser la cadence d'avancement de chantier roulant, les points singuliers sont traités en amont.

Enfin, les phases de mises en service et de test des équipements installées pouvant être très génératrices de retard, l'ensemble des équipements seront testés sur une plateforme dédiée située sur la zone d'installation de chantier. Les tests seront réalisés au plus près des conditions réelles, y compris les interfaces GTC. Ainsi les risques de dysfonctionnement lors des opérations de nuit est réduit au strict minimum, permettant de réduire le nombre de nuit de fermeture.

III.2. TACHES PONCTUELLES

III.2.1. GTC

Dès le démarrage des travaux, la migration de l'ensemble des fonctions actuellement portées par les API Allen Bradley vers les automates Siemens existant sera effectuée. La préparation des nouvelles fonctions sera réalisée de jour, leur mise en œuvre et les phases de test associées seront réalisées de nuit et nécessiteront la fermeture complète des deux sens de circulation.

Après réalisation du local technique (LT B) et installation des nouveaux équipements dans ce local, une nouvelle phase d'installation et de mise en service des MESD dans le nouveau local sera réalisée. Elle nécessitera à nouveau des nuits de fermeture complète des deux sens de circulation. Cette étape constituera un préalable indispensable à la mise en service de la nouvelle distribution HT.

Les opérations d'intégration à la GTC et de tests des nouveaux équipements installées en tunnel seront réalisés au fil de l'eau afin de profiter des nuits réservées pour les travaux de pose.

Enfin, en fin de travaux, une semaine complète de tests de l'ensemble des équipements connectés GTC sera réalisée.

III.2.2. Distribution HT

Les travaux de construction du local technique seront réalisés en parallèle des travaux ENEDIS de création d'un second poste source.

Une fois l'ensemble des équipements installés et fonctionnels, le nouveau poste source ENEDIS en service et les MESD en place, le basculement des départs vers les nouveaux TGBT se fera durant les fermetures nocturnes de juin.

Le mois de marge entre la pose des équipements et le basculement permet de prendre en considération des possibles retards dus à la construction du local technique et/ou aux travaux d'ENEDIS.

La mise en place des nouveaux onduleurs, des nouvelles batteries et les travaux de compartimentage du local technique A seront également réalisés durant les fermetures de juin.

III.2.3. Aménagements des nouvelles issues

Les travaux concernant les issues de secours seront réalisés de jour, pour les tâches le permettant, et durant les nuits de fermeture.

Les travaux de réaménagement des issues sont conséquents et entraînent leur indisponibilité pendant toute la durée des travaux.

Aussi les travaux ne seront réalisés que sur une issue à la fois par sens de circulation, afin qu'au moins une issue reste en service tout au long des travaux.

S'agissant d'un point singulier susceptible de perturber le bon avancement du chantier mobile, les travaux démarreront dès que possible à la fin de la période de préparation.

Les travaux seront organisés de manière à limiter au strict minimum les interférences avec la circulation.

Les travaux seront réalisés de jour, pour les opérations le permettant, et pendant les fermetures de nuit d'avril, mai, juin et juillet 2022.

Une première phase de travaux sera réalisée durant les premières fermetures de nuit (avril et juin):

- Déplacement des PST ;
- Déplacement provisoire des TS ;
- Abaissement des trottoirs.

Puis, l'ensemble des travaux de réaménagement de l'issue pourront être réalisés de jour, avec un accès par l'issue de secours. L'accès par l'A 115 sera alors interdit.

Enfin, une nouvelle phase de travaux de nuit mai et juillet) sera réalisée avant la mise en service :

- Remplacement des PAU analogiques par des PAU IP, y compris tirage de câble depuis la niche vers le PST ;
- Travaux de suppression de l'IS débouchant sur la tranchée couverte.

III.2.4. Ventilation

Le nouveau planning a été conçu de manière à intégrer les travaux de remplacement des accélérateurs durant la période de fermeture d'été 2022.

Toutefois, ces travaux doivent être réalisés préalablement aux opérations « linéaires » affectant la totalité de l'ouvrage.

Le traitement de ce point singulier au préalable permettra de ne pas ralentir l'avancement du chantier mobile lors de son arrivée sur la zone.

L'ouvrage étant totalement fermé à la circulation, ces opérations peuvent être réalisées sans contraintes de phasage et de repli de matériel après chaque poste de travail.

Le respect de CME n'est plus un point bloquant, étant donné que l'ouvrage est fermé à la circulation pendant toute la durée des travaux et réouvrira lorsque les tests sur les différents équipements installés seront réalisés.

III.3. TACHES LINEAIRES

L'ensemble des travaux linéaires sera réalisé durant la fermeture d'été 2022.

Comme prévu dans le planning de base, 3 ateliers seront mis en place, constituant un chantier mobile :

- Un premier atelier de dévoiement des chemins de câble, dépose de l'éclairage et repose en piédroits en éclairage provisoire ;
- Un deuxième atelier de pose de la protection au feu ;
- Un troisième atelier de pose de l'éclairage définitif.

L'atelier de pose des plaques de protection au feu est toujours le facteur limitant de la cadence de ce chantier mobile.

En fonction de la solution retenue (2x8 ou 3x8) l'avancement et la composition des ateliers varient.

III.3.1. Solution 2x8

La cadence de pose des plaques de protection est d'environ 60 m²/poste, soit 120m²/équipe sur une journée de travail effectif (16h).

Nous avons estimé possible de mettre en œuvre 3 équipes de pose par tube, soit une cadence globale de 360 m²/jour par tube. Cette cadence donne un avancement d'environ 15 m par journée (2x8) de travail et par sens de circulation, soit 33 postes de travail et 17 journées par sens.

L'obtention de cette cadence nécessite la mobilisation de 6 équipes de pose de protection au feu en parallèle. Ce nombre est important et peut limiter le nombre d'entreprises capables de répondre à la consultation à venir. Il est toutefois nécessaire pour permettre la réalisation des travaux sur la période estivale 2022.

Une fois l'ensemble de ces travaux réalisés et après les essais de fonctionnalité de l'éclairage neuf, les travaux suivants seront réalisés sur l'ensemble du tube :

- Dépose de l'éclairage provisoire ;
- Travaux aux têtes (signalisation des poteaux incendie, dépose des coffrets pompier, ...) ;
- Reprise de la signalisation horizontale. (note : ces travaux nécessitent une reconfiguration des masques des caméras DAI, mais sans interrompre leur bon fonctionnement).

III.3.2. Solution 3x8

La cadence de pose des plaques de protection est d'environ 60 m²/poste, soit 180m²/équipe sur une journée de travail effectif (24h).

Nous avons estimé préférable de réduire le nombre d'équipes sur place à 2 par tube soit une cadence globale de 360 m²/jour par tube, identique à celle de la solution 2x8 avec 3 équipes/tube. Cette cadence donne un avancement d'environ 15 m par journée (3x8) de travail et par sens de circulation, et 50 postes de travail et 17 journées par sens.

La réduction du nombre d'équipes sur place permet de :

- Obtenir la même cadence que le travail sur 2 postes et donc respecter les jalons de la fermeture estivale ;
- Augmenter le nombre d'entreprises capables de répondre à la consultation à venir ;
- Réduire la coactivité durant les travaux.

Une fois l'ensemble de ces travaux réalisés et après les essais de fonctionnalité de l'éclairage neuf, les travaux suivants seront réalisés sur l'ensemble du tube :

- Dépose de l'éclairage provisoire ;
- Travaux aux têtes (signalisation des poteaux incendie, dépose des coffrets pompier, ...) ;
- Reprise de la signalisation horizontale. (note : ces travaux nécessitent une reconfiguration des masques des caméras DAI, mais sans interrompre leur bon fonctionnement).

IV. PLANNING

Les 2 plannings annexés à la présente notice constituent une proposition de planification, cohérente avec les hypothèses de démarrage de travaux, de périodes de réalisation et de contraintes d'exploitation connues à ce jour.

A ce titre ils constituent un outil de travail afin d'envisager les périodes de travaux, l'impact sur l'exploitation de l'ouvrage ainsi que sur les avoisinants. Il permet également d'appréhender les durées de tâches ainsi que leurs enchaînements.

Toutefois ces hypothèses de planification doivent être validées par l'UER, au travers notamment de l'attribution de dates pour les demandes de nuit nécessaires aux travaux.

V. ESTIMATION DES TRAVAUX

Le tableau suivant permet de prendre connaissance des écarts financiers entre la solution de base et les solutions analysés dans le cadre du présent mémoire.

MISSION DE MOE RELATIVE A LA MODERNISATION DE LA TRANCHEE COUVERTE DE TAVERNY				
Estimation PRO				
SYNTHESE ESTIMATION PRO				
		Ce (€HT) Coût prévisionnel Planning base	Ce (€HT) Coût prévisionnel planning 2x8	Ce (€HT) Coût prévisionnel Planning 3x8
Serie 0	Prestations générales	940 000,00 €	940 000,00 €	940 000,00 €
Serie 1	Stabilité au Feu	2 038 317,50 €	1 640 282,50 €	1 772 960,83 €
Serie 2	Niches et Issues de secours	397 470,00 €	397 470,00 €	397 470,00 €
Serie 3	Signalisation	45 300,00 €	35 130,00 €	45 300,00 €
Serie 4	Local Technique	246 210,00 €	246 210,00 €	246 210,00 €
Serie 5	Distribution Electrique	508 650,00 €	508 650,00 €	508 650,00 €
Serie 6	Eclairage	1 350 750,00 €	993 590,00 €	993 590,00 €
Serie 7	GTC	283 000,00 €	283 000,00 €	283 000,00 €
Serie 8	Ventilation	1 349 850,00 €	1 226 600,00 €	1 267 683,33 €
Serie 9	Maintenance équipements	186 000,00 €	186 000,00 €	186 000,00 €
TOTAL GENERAL HT HORS ALEAS		7 345 547,50 €	6 456 932,50 €	6 640 864,17 €
POURCENTAGE POUR ALEAS		7%	5%	6%
ALEAS		484 510,38 €	351 218,13 €	378 807,88 €
TOTAL GENERAL HT Y COMPRIS ALEAS		7 830 057,88 €	6 808 150,63 €	7 019 672,04 €

* la variation des pourcentages de marge pour aléas entre les différentes solutions est liée à la diminution des risques liés au phasage dans les solutions de fermeture complète du tunnel.

Nous pouvons observer les éléments suivants :

- La durée globale des travaux n'étant pas considérablement modifiée, l'impact sur les coûts généraux est nul ;
- Les variations des montants concernent notamment les opérations réalisées durant la période festive 2022, notamment :
 - La stabilité au feu ;
 - L'éclairage ;
 - La ventilation ;
 - La signalisation.
- La réalisation des travaux pendant la fermeture estivale 2022 permet d'économiser environ 900k€ pour la solution 2x8 ;
- La réalisation des travaux pendant la fermeture estivale 2022 permet d'économiser environ 700k€ pour la solution 3x8
- L'écart entre la solution à 2 et à 3 postes est dû principalement au travail de nuit. La solution à 3 postes prévoit le travail durant les heures de nuit et donc des coûts supplémentaires.

VI. CONCLUSIONS

L'analyse réalisée dans le cadre du présent mémoire concernant la possibilité de réaliser les travaux sous une coupure totale durant l'été 2022 avec des coupures de nuits mensuelles nous permet de valider cette possibilité.

Globalement la durée des travaux ne varie pas. Si d'un côté, la fermeture totale permet une accélération de la durée totale des travaux, celle-ci est ralentie par l'étalement dans le temps des interventions de nuit réalisées hors coupures.

Les deux solutions étudiés (2x8 et 3x8) sont possibles.

La solution 3x8 est légèrement plus chère (environ 2,5%) mais permet de réduire le nombre d'ateliers nécessaires simultanément. Elle permet en plus un renforcement des équipes en cas de décalage du planning.

Cette optimisation permet d'augmenter le nombre d'entreprises capables de répondre à la consultation à venir et donc améliorer la mise en concurrence.

A la lumière des points ci-dessous, la solution 3x8 offre le meilleur compromis car elle permet à la fois de respecter les jalons des différentes fermetures et de limiter la coactivité dans les tunnels pendant les travaux.

VII. MODALITES DE MAINTIEN DES NIVEAUX DE SECURITE PENDANT LES TRAVAUX

VII.1. CONDITIONS D'EXPLOITATION DE LA TRANCHEE COUVERTE

Le tableau ci-dessous, extrait du PIS de 2014 (pièce 6 du dossier de sécurité) rappelle les mesures prévues en cas de modification du mode d'exploitation du tunnel.

2 SCHEMA DES MESURES

Description de l'altération de l'état du trafic, de l'environnement ou de la fonction de sécurité dégradée			
Mode d'exploitation du tunnel	Description de l'événement ou du degré de défaillance des éléments structurant	Description des mesures préventives de traitement et de maintenance	Seuils d'activation des mesures
Courant	Événement courant	Mesure de traitement de l'événement Maintenance ordinaire	Seuil d'information Δ t Seuil d'alerte Δ t Seuil des CME
Dégradé	Événement nécessitant une action soutenue de l'exploitant ou dégradation laissant le système sans secours	Mesures d'information Mesures de traitement de l'événement Maintenance accélérée	
Critique	Événement ou défaillance ne supportant pas une simultanéité d'événement	Mesure compensatoires Mesures de traitement de l'événement Maintenance d'urgence	
Fermeture (sauf décision préfectorale de poursuite exceptionnelle de l'exploitation)	Événement mettant l'utilisateur devant un danger grave et immédiat ou Passage en dessous des CME	Fermeture ou Prolongation exceptionnelle des mesures compensatoires Traitement de l'événement Maintenance d'urgence	

La durée de disfonctionnement des équipements entraînant le franchissement du seuil des CME est fixée à trois heures dans le PIS. Aussi, l'ensemble des travaux est planifié de manière à garantir un mode d'exploitation « dégradé » dans le pire des cas.

VII.2. EQUIPEMENTS NON SOUMIS AUX CME

Ces équipements ont pour but d'aider à remplir de manière optimale une fonction de sécurité, en complément d'un élément principal. Ils ne peuvent à eux-seuls permettre de remplir une fonction de sécurité en l'absence d'un élément principal. De ce fait, ils ne sont pas affectés ni ne participent à la détermination des seuils des modes d'exploitation du tunnel. Par contre, leur défaillance doit conduire à engager des mesures de maintenance ordinaires ou accélérées.

- Capteur décroché d'extincteur, extincteurs ;
- Capteur de porte ou de présence ;
- Anémomètre ;
- Eclairage nuit, jour ;
- Radio DiRIF ;
- Suppression des sas et des issues ;
- Signaux d'affectation des voies (SAV) et Panneaux à message variable (PMV) ;
- Balise sonore, téléphonie de sécurité en issue et sirène en tunnel ;
- Incrustation de message radio ;
- Equipements de retransmission des communications GSM en tunnel ;
- Plots de jalonnement et éclairage des issues en tunnel.

Les opérations portant sur ces équipements ne subissent pas de contraintes particulières de phasage ou travaux liées au maintien des CME. Leur planification se fait donc en parallèle d'autres travaux afin de minimiser l'impact sur l'exploitation.

VII.3. FONCTIONS DE SURVEILLANCES ET D'ALERTE

Dans le présent chapitre, l'ensemble des fonctions de surveillance et d'alertes sont analysées. Dans un premier temps les CME relatives à chacune de ces fonctions sont rappelée, puis les mesures prévues pour assurer le maintien des CME pendant la réalisation des travaux sont présentées.

CME :

Événements		Mode opératoire	Mesures à mettre en œuvre	Fonction altérée
Équipements	Degré de dégradation			
Camera-Vidéo DAI RAU Mesure trafic	Tous les équipements sont fonctionnels	COURANT	Maintenance courante	Détecter une perturbation du trafic
	Un des quatre types d'équipements est non fonctionnel	DEGRADE	Maintenance accélérée	
	Aucun équipement ne fonctionne	CRITIQUE	Vigilance opérateur Patrouillage dans le tunnel Maintenance d'urgence	

Mesures proposées : Seul le RAU est impacté par les travaux. En conséquence, l'indisponibilité du RAU seul ne remet pas en cause les CME. La fonctionnalité des autres équipements assurant cette fonction devra être vérifiée avant le démarrage des travaux rendant indisponible le RAU.

CME :

Camera- Vidéo DAI RAU Détecteur fumée	Tous les équipements sont fonctionnels	COURANT	Maintenance courante	Détecter une présence de fumée
	Un des quatre types d'équipements est non fonctionnel	DEGRADE	Maintenance accélérée	
	Un seul des quatre types d'équipements est fonctionnel	CRITIQUE	Vigilance opérateur Patrouillage dans le tunnel Maintenance d'urgence	
	Aucun équipement ne fonctionne	FERMETURE D'URGENCE	Maintenance d'urgence	

Mesures proposées : Seul le RAU est impacté par les travaux. En conséquence, l'indisponibilité du RAU seul ne remet pas en cause les CME. La fonctionnalité des autres équipements assurant cette fonction devra être vérifiée avant le démarrage des travaux rendant indisponible le RAU.

CME :

Camera- Vidéo RAU	Tous les équipements sont fonctionnels	COURANT	Maintenance courante	Qualifier un événement trafic (hors qualité de l'air)
	Indisponibilité de 2 caméras consécutives OU Indisponibilité du RAU	DEGRADE	Maintenance accélérée	
	Indisponibilité simultanée de toutes les caméras et du réseau PAU	CRITIQUE	Maintenance d'urgence Patrouillage dans le tunnel	

Mesures proposées : Seul le RAU est impacté par les travaux. En conséquence, l'indisponibilité du RAU seul ne remet pas en cause les CME. La fonctionnalité des autres équipements assurant cette fonction devra être vérifiée avant le démarrage des travaux rendant indisponible le RAU.

CME :

CO Opacimètre	Tous les équipements sont fonctionnels	COURANT	Maintenance courante	Détecter et qualifier la qualité de l'air
	Un des deux types d'équipements est non fonctionnel sur le tube	DEGRADE	Maintenance accélérée Lancement de la ventilation sanitaire en cas de trafic congestionné ou d'accident	
	Capacité nulle de ventilation sanitaire CO, opacimètre : aucun équipement ne fonctionne sur le tube	CRITIQUE	Maintenance d'urgence Lancement de la ventilation de désenfumage en cas de trafic congestionné ou d'accident.	

Mesures proposées : Ces équipements ne sont pas concernés par le programme de modernisation de la tranchée. A noter que ces équipements doivent faire l'objet d'une maintenance accélérée dans le cadre de la maintenance courante de l'ouvrage.

CME :

Mur d'images Ecran PIAF et écran SAGTu RAU	Les trois types d'équipements sont fonctionnels	COURANT	Maintenance courante	Qualifier un évènement
	Un des trois types d'équipements est non fonctionnel	DEGRADE	Maintenance accélérée	
	Aucun équipement ne fonctionne	CRITIQUE	Maintenance d'urgence Patrouillage dans le tunnel	

Mesures proposées : Seul le RAU est impacté par les travaux. En conséquence, l'indisponibilité du RAU seul ne remet pas en cause les CME. La fonctionnalité des autres équipements assurant cette fonction devra être vérifiée avant le démarrage des travaux rendant indisponible le RAU.

CME :

IHM de contrôle (SAGTu ou GTC)	Les IHM principales et de secours fonctionnent	COURANT	Maintenance courante	Détecter un évènement
	Une seule possibilité de contrôle des alarmes reste disponible	DEGRADE	Maintenance accélérée	
	Les IHM principales et de secours sont inopérants	DECISION PREFET	Fermeture des tunnels ou Poursuite exceptionnelle d'exploitation sous mesures compensatoire	

Mesures proposées : Ces équipements ne sont pas concernés par le programme de modernisation de la tranchée.

CME :

Téléphonie de la salle	Moyens de communication fonctionnels	COURANT	Maintenance courante	Alerter les secours
	Perte des moyens de communication	CRITIQUE	Téléphone GSM au pupitre Maintenance d'urgence	

Mesures proposées : Ces équipements ne sont pas concernés par le programme de modernisation de la tranchée.

VII.4. FONCTIONS DE TRAITEMENT

CME :

Fermeture physique Feux d'arrêt	La fermeture physique et les feux d'arrêt fonctionnent	COURANT	Maintenance courante	Agir sur le comportement des usagers auto
	La fermeture physique ou les feux d'arrêt fonctionnent	DEGRADE	Maintenance accélérée	
	Aucun ne fonctionne	CRITIQUE	pré positionnement patrouille CRS ou EIR à proximité de la tête du tube Maintenance d'urgence	

Mesures proposées : Ces équipements ne sont pas concernés par le programme de modernisation de la tranchée.

CME :

Signalisation d'évacuation Cheminement sécurisé	Plus de deux issues opérationnelles	COURANT	Maintenance courante	Agir sur le comportement des usagers piétons Intervenir sur incendie
	Une seule issue opérationnelle	DEGRADE	Maintenance accélérée	
	Aucune issue opérationnelle	CRITIQUE	Maintenance d'urgence Appeler les pompiers Vigilance opérateur	

Mesures proposées : Le phasage des travaux est organisé de manière à n'impacter qu'une seule issue de chaque sens de circulation à la fois. La mise en service complète d'une issue après réaménagement est un préalable nécessaire au démarrage des travaux sur l'autre issue du même sens de circulation.

CME :

Ventilation Désenfumage	Aucune indisponibilité	COURANT	Maintenance courante	Agir sur les fumées
	Indisponibilité d'un accélérateur au maximum par batterie	DEGRADE	Maintenance accélérée	
	Indisponibilité de deux accélérateurs au maximum par batterie	CRITIQUE	Vigilance opérateur Vigilance usager – mesures d'information Maintenance d'urgence Patrouillage dans le tunnel	
	Indisponibilité de trois accélérateurs ou plus par batterie	FERMETURE D'URGENCE	Maintenance d'urgence	

Mesures proposées : Les travaux ne seront autorisés que sur une seule batterie à la fois par sens de circulation. Le phasage imposera de laisser en permanence deux accélérateurs fonctionnels par batterie. Avant démontage de deux accélérateurs d'une batterie, la fonctionnalité de l'ensemble des accélérateurs de l'autre batterie du même tube sera vérifiée.

CME :

Régime d'éclairage (sécurité, nuit, jour)	Plus d'un régime d'éclairage opérationnel	COURANT	Maintenance courante	Intervenir sur la visibilité
	Seul éclairage de sécurité opérationnel	DEGRADE	Maintenance accélérée	
	Perte totale de l'éclairage	CRITIQUE	Vigilance usagers – mesures d'information Maintenance d'urgence Patrouillage dans le tunnel	

Mesures proposées : L'éclairage existant en dalle sera reposé en piédroits immédiatement après sa dépose et fera office d'éclairage provisoire. Avant mise sa dépose définitive, l'ensemble du système d'éclairage sera testé de nuit.

CME :

Moyens en eau	pas d'avarie hydrant connue	COURANT	Maintenance courante	Intervenir sur l'incendie
	Avarie constatée d'un poteau incendie	DEGRADE	Maintenance accélérée	
	Avarie constatée de deux poteaux incendie consécutifs: plus de 400m sans eau	CRITIQUE	Maintenance d'urgence Appeler les pompiers Vigilance opérateur	

Mesures proposées : Ces équipements ne sont pas concernés par le programme de modernisation de la tranchée.

CME :

IHM de commande (GTC)	Les IHM principales et de secours fonctionnent	COURANT	Maintenance courante	Interagir sur évènement
	Une seule possibilité de passage des commandes reste disponible au PCTT	DEGRADE	Maintenance accélérée	
	Plus de capacité de commande des équipements sur le tunnel au PCTT	DECISION PREFET	Fermeture des tunnels ou Poursuite exceptionnelle d'exploitation sous mesures compensatoire	

Mesures proposées : L'ensemble des opérations de modification de la GTC seront réalisées de nuit et testées la nuit même. De plus, tous les équipements seront testés sur un banc d'essai avant mise en œuvre, ces tests porteront sur l'ensemble des fonctionnalités de l'équipement concerné et couvriront l'ensemble des fonctions GTC liées à cet équipement.

CME :

Réseau de distribution d'énergie	Réseau principal et de secours disponible	COURANT	Maintenance courante	Surveiller et traiter
	Une des redondances du réseau est défaillante ou l'onduleur présente un défaut	DEGRADE	Maintenance accélérée	
	Une des redondances du réseau est défaillante et l'onduleur présente un défaut	CRITIQUE	Maintenance d'urgence Vigilance opérateur	
	Perte totale de l'alimentation d'un tunnel	FERMETURE D'URGENCE	Maintenance d'urgence	

Mesures proposées : L'opération comporte notamment l'ajout d'un deuxième poste source d'alimentation afin de se conformer au schéma DiRIF. Les opérations de basculement des équipements vers les nouveaux tableaux de distribution se fera de nuit afin de garantir leur fonctionnalité chaque matin avant réouverture.

VII.5. GENIE CIVIL

CME :

Événements		Mode opératoire	Mesures à mettre en œuvre	Fonction altérée
Équipements	Degré de dégradation			
Génie civil, protection au feu, équipements suspendus	Pas de risque de chute	COURANT	Maintenance courante	Protéger tiers, usagers et services de secours
	Dégradation protection au feu	DEGRADE	Informé pompier	
	Risque de chute	CRITIQUE	Diagnostic de risque de chute Mesures de protection du risque Maintenance d'urgence	
	Chute avérée d'élément ou d'équipement suspendu	CRITIQUE	Diagnostic de risque de chute complémentaire Neutraliser la voie de circulation impactée par l'évènement Vigilance usagers et opérateur Maintenance d'urgence	
	Risque d'effondrement imminent	FERMETURE D'URGENCE	Mesures de traitement	

Mesures proposées : l'ensemble des travaux seront réalisés de nuit afin de se garantir des risques de chute de matériel ou matériaux pendant les travaux. Les opérations critiques seront identifiées à l'avance et le contrôle de leur fixation (plaques de protection au feu, accélérateurs...) feront l'objet d'un point d'arrêt avant réouverture.

VIII. ANNEXES

VIII.1. PLANNING DES TRAVAUX 2x8

VIII.2. PLANNING DES TRAVAUX 3x8

VIII.3. AVANTS-METRES 2x8

VIII.4. AVANTS-METRES 3x8