

13 octobre 2023

GTFE 2023



TUNNEL DE DULLIN

TRAVAUX DE SÉCURISATION ET RÉNOVATION

Michel CHARRAT - Agent de Sécurité des Tunnels du Groupe APRR
Françoise DECALF – Conductrice d’opération travaux tunnel Dullin



Localisation et 1^{er} rénovation



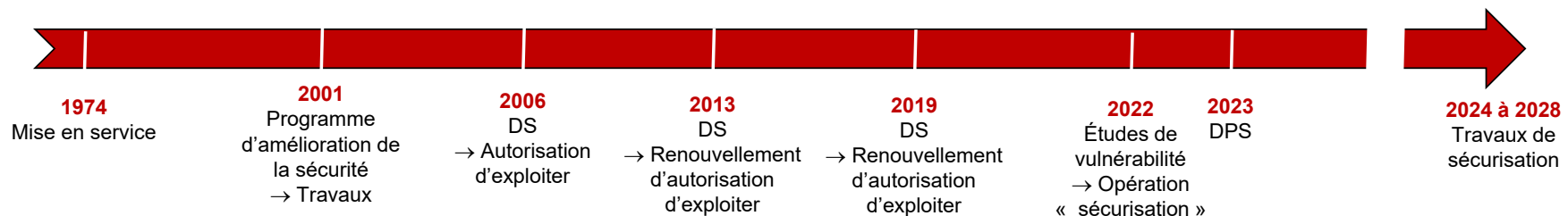
- **Localisation** : Axe important reliant Lyon à Chambéry -A43-
- **Trafic** : En 2022, TMJA = 47 464 véh/jour, et avec 12.6% PL soit 6 561 véh/jour.
- **Construction** : mis en service en 1974 avec une ventilation semi-transversale.
- **Première rénovation** : présenté CESTR en 2001 choix ventilation longitudinale.
- **1ers Travaux rénovation** : sous fermeture d'un tube pendant 6 mois, démolition des gaines de ventilation et des chaussées béton défectueuses.
- **En 2003**, TMJA = 26 495 véh/jour, et avec 20,7% PL soit 6 915 véh/jour.
- **Conformité à l'IT** : satisfaisante à l'exception principalement accélérateurs 400° 1h.

Catégorie au sens de l'IT

- non urbain
- à deux tubes unidirectionnels
- à trafic non faible
- de longueur comprise entre 1500 et 3000 m (~1 600 m)
- de gabarit autorisé supérieur à 3,50 m
- autorisé aux TMD, catégorie A selon l'ADR
- de degré de surveillance D4

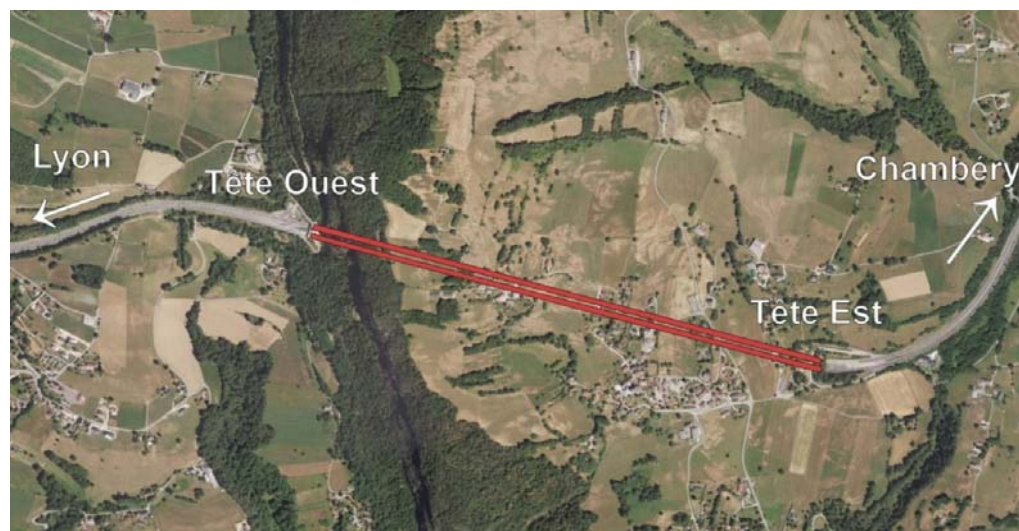


Pente : 2,4 % montant dans le sens Lyon - Chambéry
Issues de secours : 3 by-pass entre tubes



Description de l'ouvrage

	Tube Nord (Chambéry – Lyon)	Tube Sud (Lyon – Chambéry)
Longueur	1550 m	1540 m
Nombre de voies de circulation	2	2
Pente	2,4 % montant dans le sens Lyon - Chambéry	
Issues de secours	3 by-pass entre tubes	

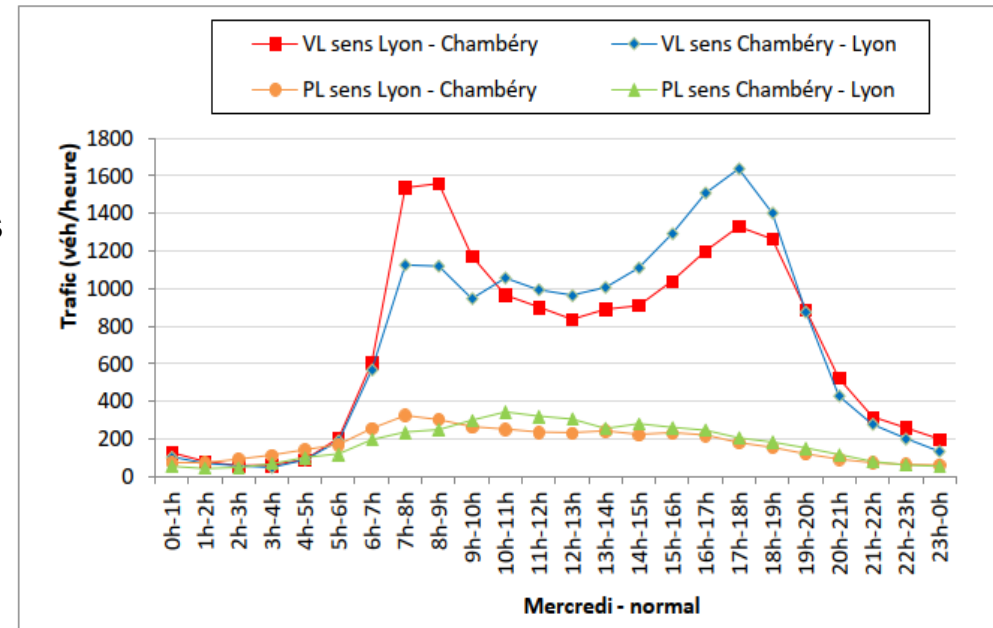


Trafic VL PL

TMJA

- 47 464 véh. dont 12,6% PL (2022)
- Trafic similaire dans les 2 sens
- Trafic VL plus chargé les week-ends de vacances
- Tendance à la baisse depuis 2019
- Hypothèses de croissance annuelle : + 1%

	VL	PL	VL+PL	%PL
2022	41 498	5 966	47 464	12.6%
2033	52 905	6 945	59 850	12.6%



Trafic TMD

Trafic TMD

- Comptage 2023 : TMJA 428 véh. (2 sens)
- Interdiction week-ends respectée
- Concentré sur la période 6h-18h
- 72% liquides inflammables, 11% gaz comprimés

Questions, réflexions :

- La question de maintenir les TMD pendant les nuits de basculement peut se poser à la vue du très faible nombre de TMD après 21h et avant 5h.
- Une réflexion à l'échelle de la région Savoie, Haute-Savoie, Isère pourrait s'engager à l'initiative des gestionnaires pour rechercher une réglementation commune pour les TMD en mode d'exploitation bidirectionnel ?

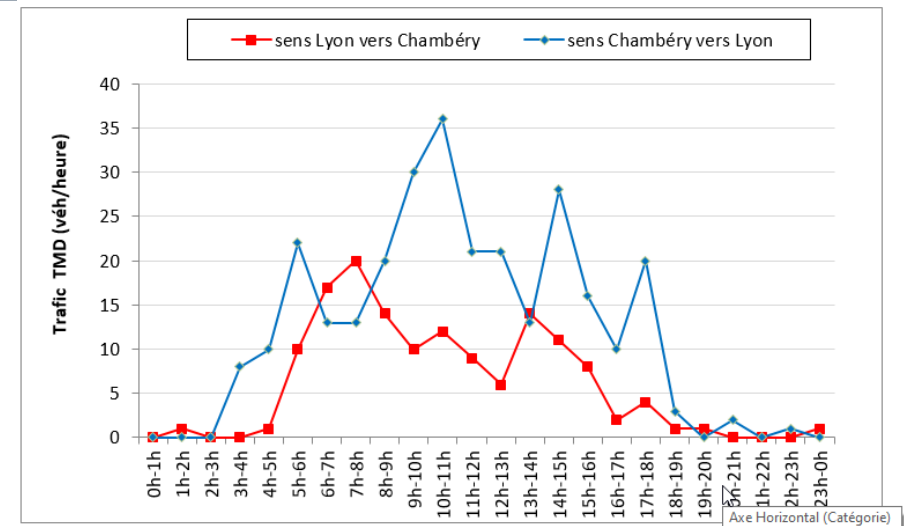


Figure 20 : Trafic TMD horaire – données du 26 janvier au 1^{er} février 2023

Origine enjeux de la rénovation

Origine des études : Engagement du maître de l'ouvrage en 2013 de reprendre les calculs après avoir mesuré les contre pressions pendant une année en 2005.

Origine dimensionnement ventilation : En 2001 hypothèse de contre pression forfaitaire et déterminée en fonction du linéaire du tunnel.

Finalité de la rénovation : Renforcer la sécurité du tunnel de Dullin dans trois domaines principaux : le fonctionnement de la ventilation, de l'alimentation HT, et de la GTC des équipements, simplifier : **la gestion des incendies** par les opérateurs du PC, et optimiser le nombre et la position des accélérateurs.

Enjeux majeurs des Travaux à réaliser principalement de nuit (2024 à 2028)

Rouvrir chaque matin le tube en trx en mode nominal.

Objectifs cible

Avoir des CME réalistes, sans sur-dimensionner la ventilation.

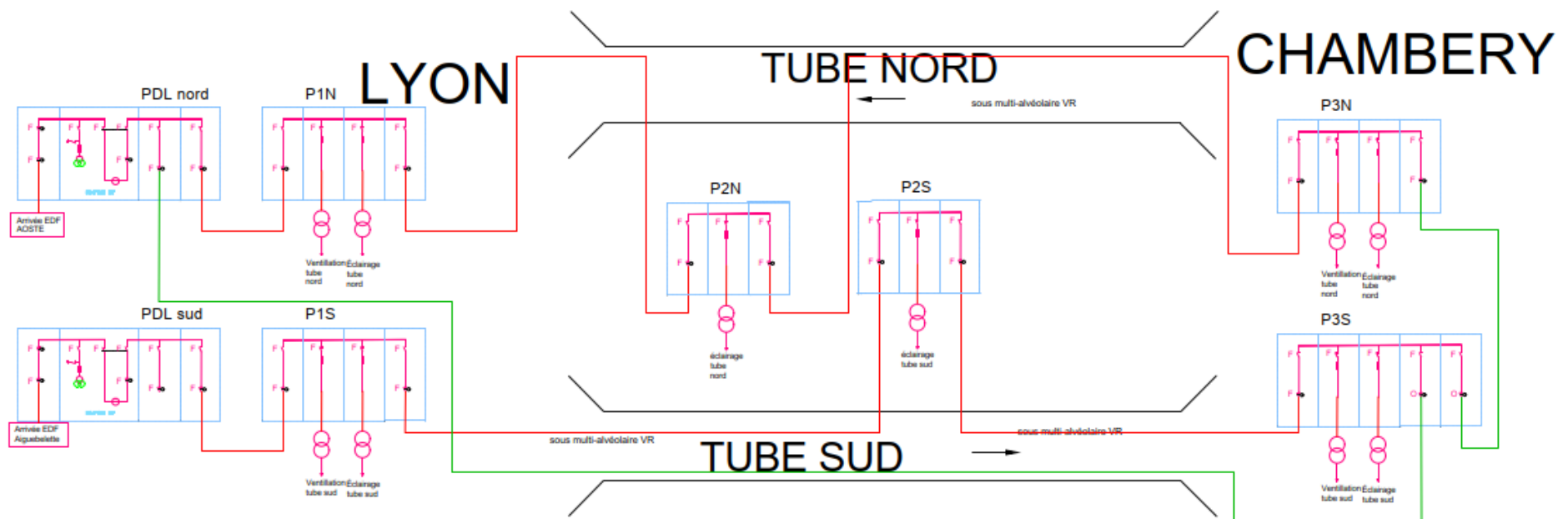
Améliorer la redondance des équipements GTC CF/CF et HT en doublant le nombre de LT; et en reprenant les cheminements de câbles.

Economie d'énergie en réduisant le nbre d'accélérateurs et de transfos.



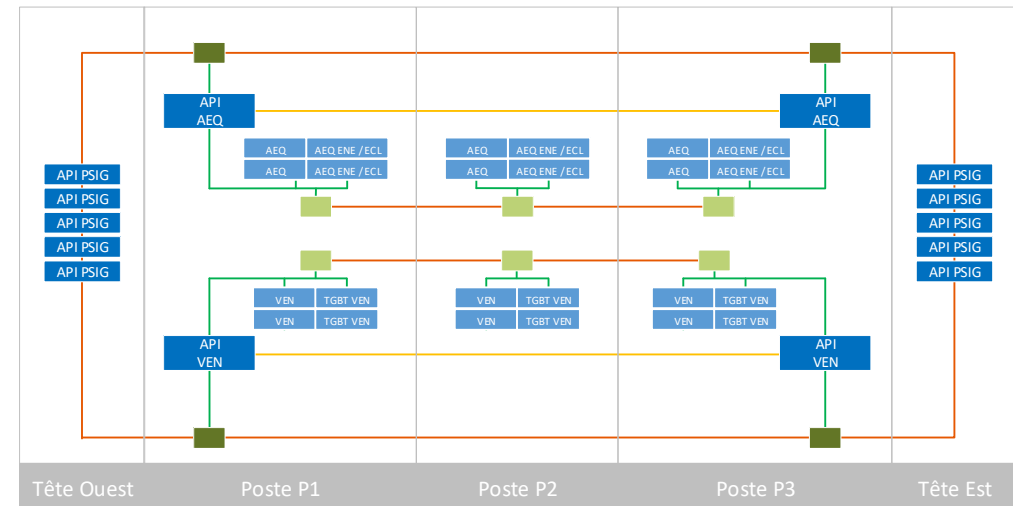
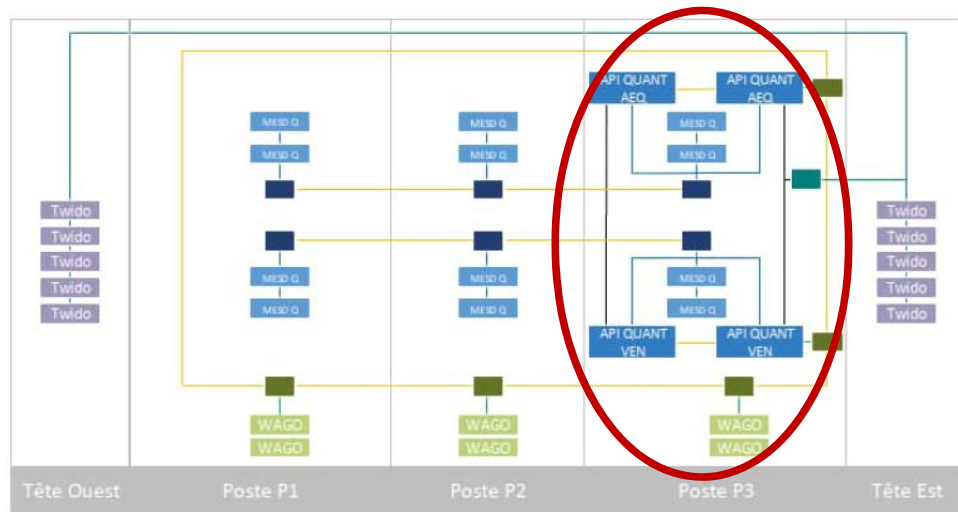
Travaux d'énergie – Sécurisation du réseau HTA

- Séparation des arrivées Enedis
- Séparation des locaux HT du reste des locaux techniques
- Création d'une boucle simple entre les 3 postes



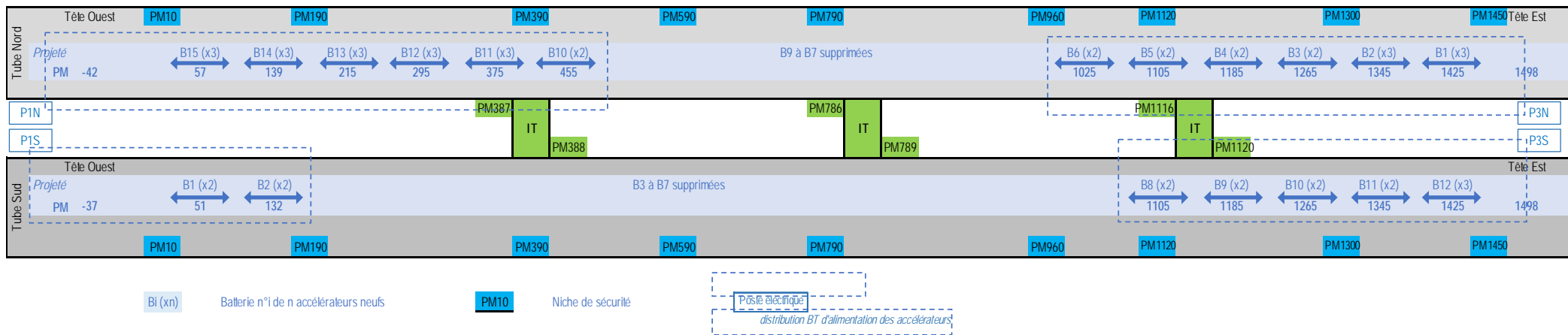
Travaux de GTC

- Traitement de l'obsolescence terrain
- Sécurisation de l'architecture par le déplacement des automates redondants dans des locaux distincts (P1 et P3)



Travaux de ventilation – Déploiement nouveau système de ventilation

- Amélioration de la résistance au feu (→ HCM120)
- Prise en compte des conditions météo mesurées
- Remplacement par des accélérateurs réversibles (→ rampes de 2 ou 3 machines : 31 tube Nord / 15 tube Sud)
- Conservation du principe d'unicité de scénario



Travaux de ventilation - Dimensionnement

Objectif de performance pour



Incendie de référence : 200 MW



Objectif en nominal (IT) tous les accélérateurs sont disponibles :

- 4m/s conditions pendant 2 heures pour un feu TMD



Objectif CME :

- 4 m/s pendant au moins 15 min
 - vitesse critique pendant les 45 minutes suivantes (3,55 m/s tube Nord / 3,24 m/s tube Sud)
- + courant d'air maintenu dans le sens de la circulation au cours de la 2^{ème} heure

Hypothèses de dimensionnement



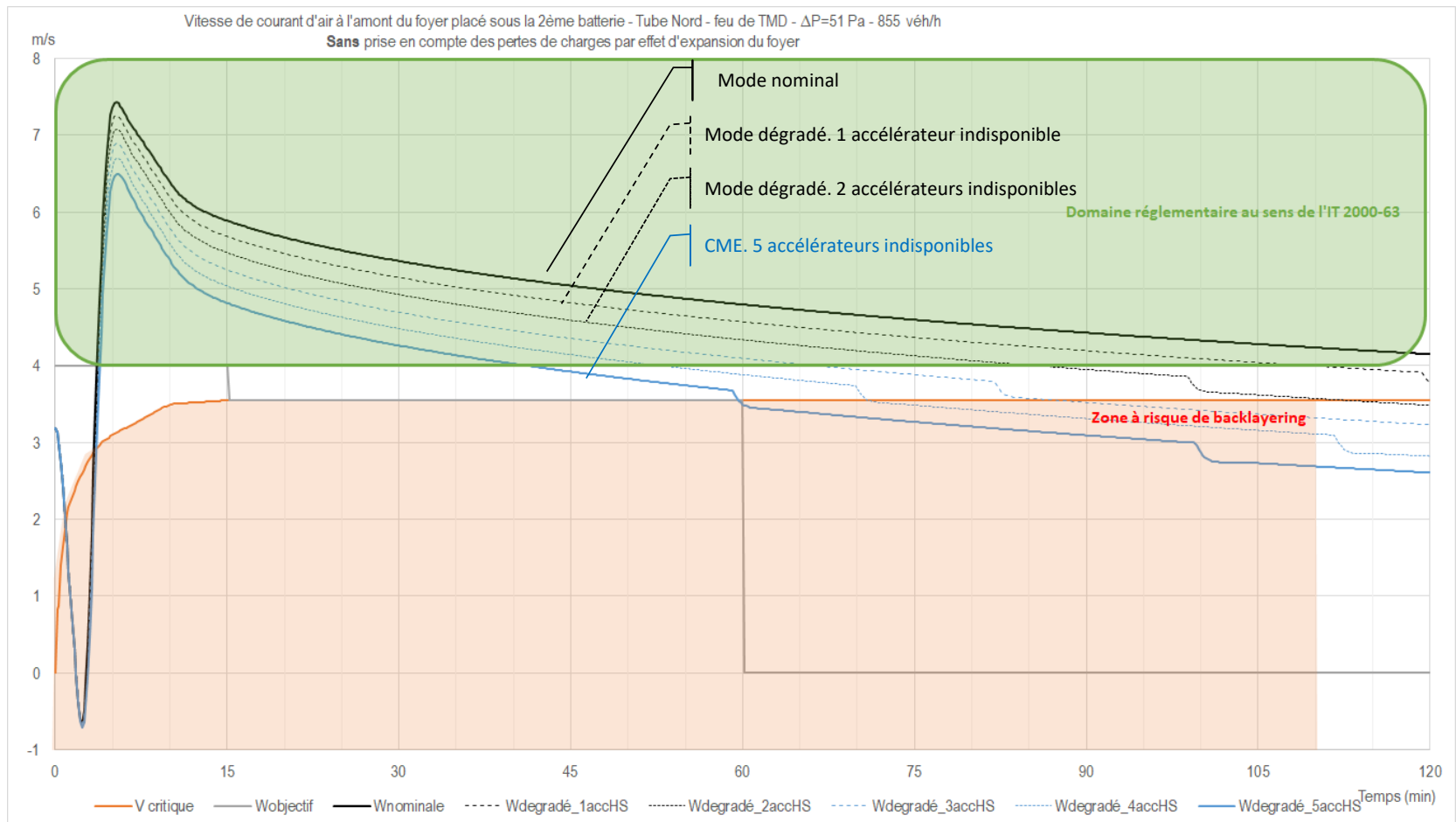
Diminution de l'efficacité des accélérateurs qui fonctionnent dans de l'air chaud
Perte des accélérateurs détruits par la chaleur (Température > 400 °C)



Jusqu'à 5 accélérateurs indisponibles par tube, souhaités par le MO avant fermeture

(choisi de la manière la plus pénalisante : parmi les machines dont l'efficacité serait la meilleure si elles fonctionnaient - prioritairement celles dans l'air frais en amont de l'incendie puis celles le plus loin possible en aval, exposées aux températures les moins élevées)

Travaux de ventilation - Dimensionnement



Travaux de ventilation – Conditions minimales d'exploitation

Conditions limites de maintien de l'exploitation	PIS 2021	Phases travaux	Phases Tube Nord	Phases Tube Sud	Exploitation après travaux
Nb d'accélérateurs installés	Tube Nord = 45 Tube Sud = 24	Nombre variable selon les phases (dépose d'accélérateurs actuels, pose de nouveaux accélérateurs)			Tube Nord = 31 Tube Sud = 15
Caractéristiques des accélérateurs installés	Puissance unitaire 1360 N Vitesse d'éjection 35,6 m/s	Variable selon l'avancée des travaux (dépose d'accélérateurs actuels, pose de nouveaux accélérateurs plus puissants)			Puissance unitaire 1660 N Vitesse d'éjection 38 m/s
Nb d'accélérateurs HS	7	Tube Nord = 9 Tube Sud = 13	3	3	5
Nb d'accélérateurs indisponibles pour travaux			2x3	5x2	
Fermeture à partir de ...	8 accélérateurs indisponibles	4 accélérateurs indisponibles parmi ceux en service			6 accélérateurs indisponibles

Dimensionnement vs CME

- Puissance MAX disponible avant TRX TUBE NORD $45 * 1,36 = 61,2$ KN
- Après TRX $31 * 1,66 = 51,5$ KN : **soit 16% de baisse de puissance**
- **CME avant TRX 51,7 KN après 43,2 KN : soit 16% de baisse de puissance**

⊗ **Si le MO veut pouvoir exploiter avec cinq accélérateurs indisponibles et respecter l'IT ; il doit rajouter 4 accélérateurs. Soit $35 * 1,66 = 58,1$ kN soit seulement 5% de baisse**

Problème l'expert trouve qu'il y en a déjà trop. C'est vrai si l'on considère un feu courant de VL ou de PL.



Retour d'expérience Groupe APRR :

Uniquement des feux VL et PL

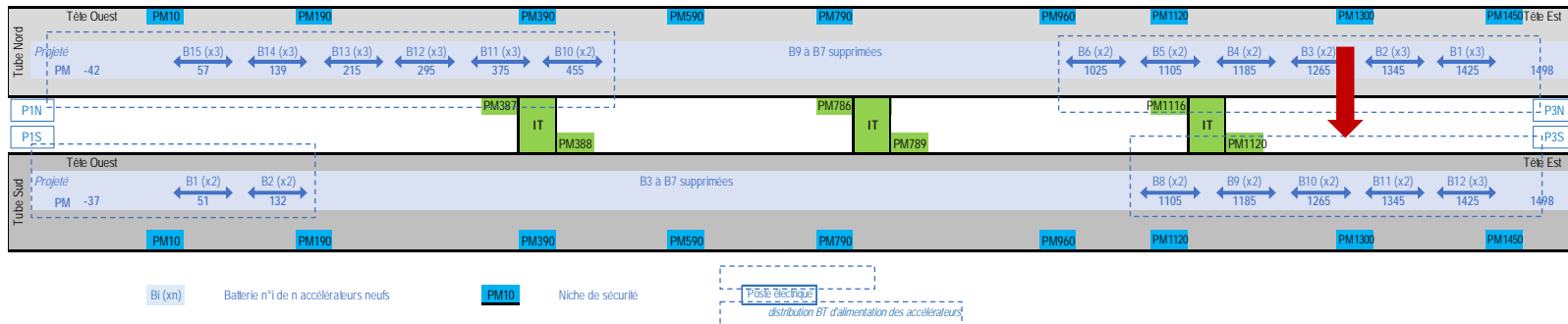
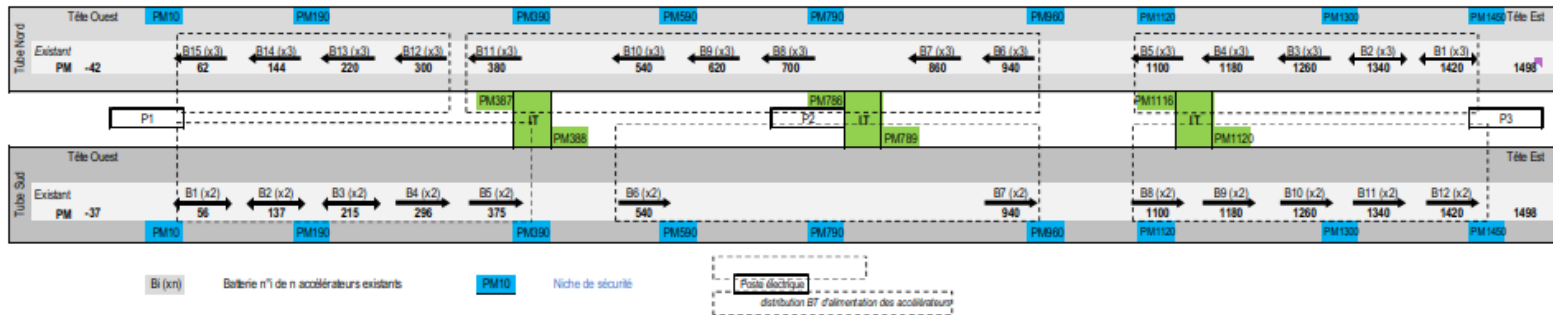
Aucune CME ventilation engagée sur A43, max 3 d'accélérateurs indisponibles en même temps, suite percussion d'une batterie par un PL!

Questions, réflexions :

Faut-il sur-dimensionner la ventilation pour avoir des CME confortables ?

Est-ce dommageable d'avoir une vitesse trop forte pour les feux VL?

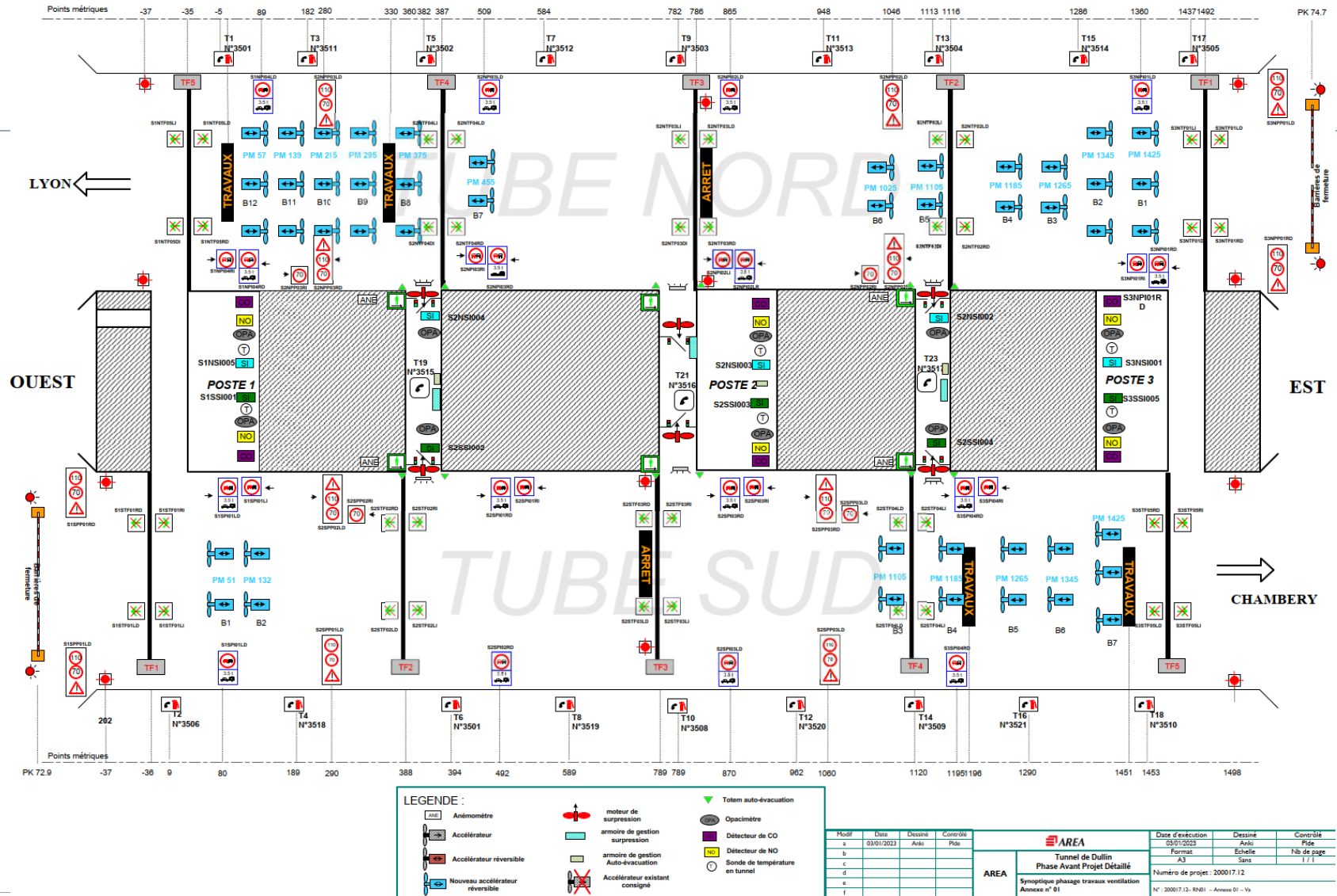
Travaux de ventilation où positionner les accélérateurs ?



Question, réflexion :

Quelle est la meilleure disposition des accélérateurs en terme d'efficacité et d'optimisation de leur alimentation électrique ?

Synoptique après travaux



Dossier Préliminaire de Sécurité – Etude spécifique de dangers

Éléments à retenir

→ *En circulation unidirectionnelle :*

- Fumées poussées en aval de l'incendie par la ventilation de désenfumage
- Conditions globalement très satisfaisantes pour l'évacuation des usagers

↔ *En circulation bidirectionnelle :*

- Fréquence des évènements et nb de personnes impliquées limités par le faible trafic
- Conditions d'évacuations critiques (voire létales) en cas d'incendie de PL et TMD

Points de vigilance



Maintenance : S'assurer de la connaissance des nouveaux équipements par les différents intervenants et de la bonne maintenance des systèmes




Exercices : Poursuivre la réalisation régulière des exercices de sécurité avec les services externes




TMD : Certaines phases de travaux pourront nécessiter une gestion particulière des TMD (communication auprès des transporteurs, les inciter à circuler hors heures de travaux, ...)

Exploitation sous travaux – Conditions d'exploitation

 Travaux de nuits (21h - 5h)

 Circulation bidirectionnelle dans 1 tube, avec by-pass opérationnels

- Évacuation des usagers vers le tube en travaux
- Intervention des secours possible depuis le tube en travaux
- Phasage des travaux tenant compte des CME
- Point d'attention : la suppression des by-pass ne sera pas possible lors du transfert de leur alimentation (1 nuit par by-pass)

 Balisage / procédures de fermetures-ouvertures identiques aux procédures actuelles

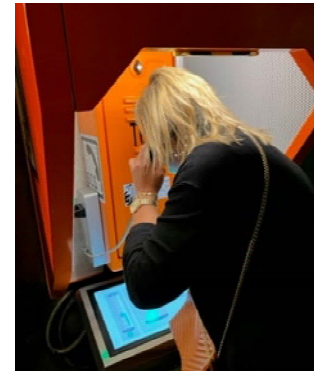
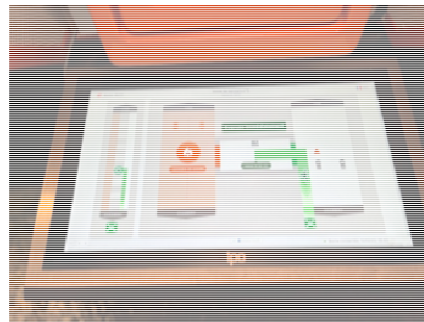
Exploitation sous travaux – Hypothèses de planning travaux

- Travaux entre 2024 et 2028
- Travaux de nuit de 21h à 5h
- Nuits de travaux en mode bidirectionnel : entre 20 et 120 nuits / an
- Nuits de travaux sous fermeture totale : 2 nuits / an
- Pas de travaux durant les 4 mois de la période hivernale

Enseignements DPS Dullin

Enseignements des rénovations de Dullin

- ■ Réaliser des mesures de contre pression avant de rénover une installation.
- ↕ ■ Recherche un équilibre entre des CME raisonnables et un dimensionnement conforme.
- ⚠ ■ L'ESD nous enseigne que les temps indiqués pour qu'un client parvienne à une issue de secours en mode bidirectionnelle varie **de 3 à 13 minutes** sans qu'il y est de conséquences dommageables. Importance de renforcer la signalisation des issues de secours et leur sonorisation pour une bonne communication PC CLIENT.



Tunnel de Dullin – Travaux de sécurisation et rénovation



Merci pour votre attention