



tl

AG TST – 11 juin 2026



métros

PROGRAMME SYSTÈME DES MÉTROS
m2 & m3

Sommaire

- 01 La terminologie ferroviaire des métros
 - 02 Le choix du système métro à Lausanne... et dans le monde
-
- 03 Le programme « système » des métros m2 – m3
 - .1 – Le m2 sous la loupe
 - .2 – Le m3 en devenir
 - 04 Synthèse « système métro »

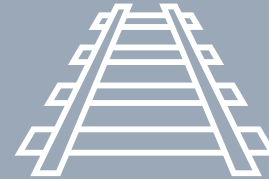
*« Un métro automatique est système de transport ferroviaire, urbain qui permet à un train de circuler à l'aide d'un système informatique centralisé » ;
il est dit « automatique intégral » quand il n'y a plus de personnel à bord du train*

⁰¹ Terminologie ferroviaire des métros

SÉCURITÉ FERROVIAIRE

- ANTI COLLISION « NEZ À NEZ »
- ANTI PRISE EN ECHARPE « FLANC À FLANC »
- ANTI RATRAPAGE « NEZ À CUL »
- ANTI EMBALLEMENT « CONTRÔLE DE VITESSE »

*« L' ATC désigne l'ensemble des technologies de sécurité ferroviaire qui permettent le contrôle des trains »
(trains grandes lignes, RER, métros)*



⁰¹ Terminologie ferroviaire des métros

ATC: AUTOMATIC TRAIN CONTROL, SE COMPOSE DE 3 SOUS-SYSTÈMES :

- ATP: AUTOMATIC TRAIN PROTECTION
- ATO: AUTOMATIC TRAIN OPERATION
- ATS: AUTOMATIC TRAIN SUPERVISION

4 degrés d'automatisation

DEGRÉ D'AUTOMATISATION	FONCTIONNEMENT DU TRAIN	MISE EN MARCHÉ DU TRAIN	MARCHE ET ARRÊT	FERMETURE DES PORTES	OPÉRATION EN CAS DE PERTURBATION
GoA1	protection automatique du train avec conducteur	conducteur			
GoA2	protection automatique du train + exploitation automatique avec conducteur		automatique	conducteur	
GoA3	Exploitation du train sans conducteur	automatique			personnel
GoA4	Exploitation du train sans assistance	automatique			

Source: selon IEC Standard 62290-1

⁰¹ Terminologie ferroviaire des métros

ENJEUX DE L'AUTOMATISATION DE GOA1 À GOA4

MAJORITARIEMENT ENCORE DU TYPE GOA2 DANS LE MONDE

« En urbain, le système ATC est généralement de type CBTC »



CBTC

«Communication Based Train Control»

⁰¹ Terminologie ferroviaire des métros

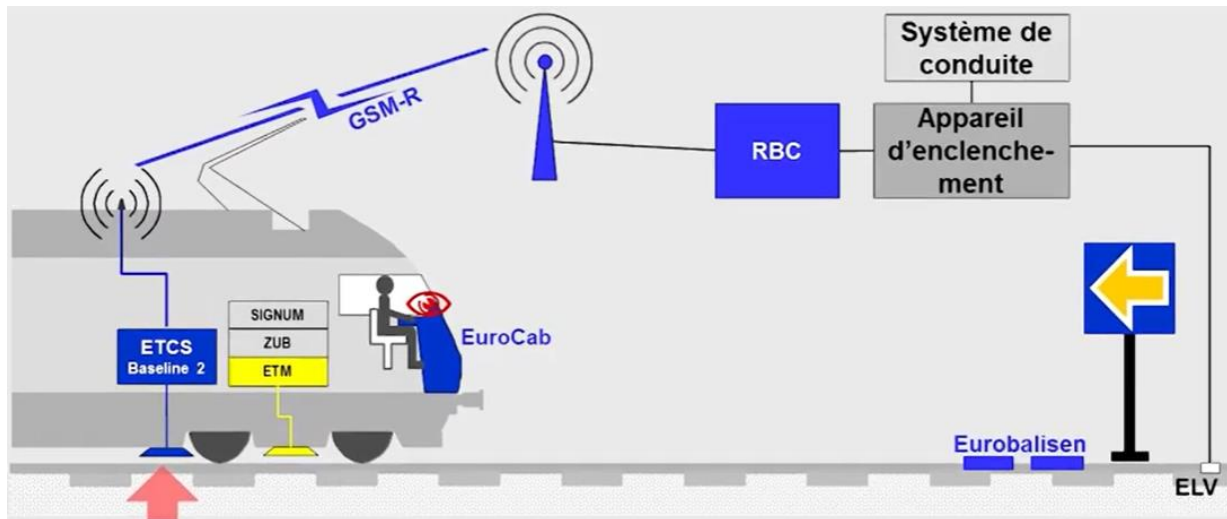
Sécurité & contrôle : ferroviaire vs métro

Ferroviaire ERTMS

Système ouvert
Interopérabilité

GoA2 / GoA3

Bloc mobile avec circuit de voie
Communication GSM-R

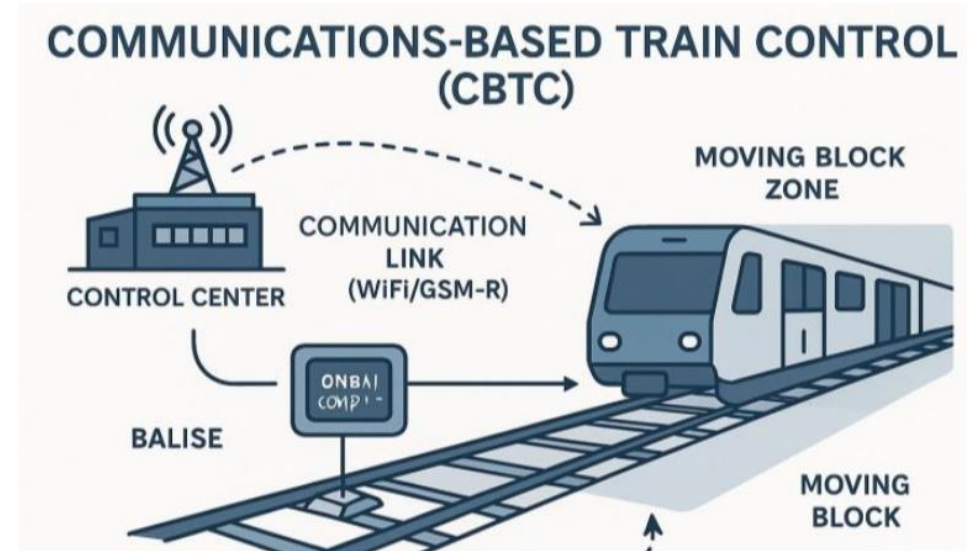


CBTC

Système fermé propriétaire

GoA2 à GoA4

Bloc mobile, possible sans circuit de voie
Communication radio / Wi-Fi / 5G
Intervalle de trains standard 90 s jusqu'à 70 s



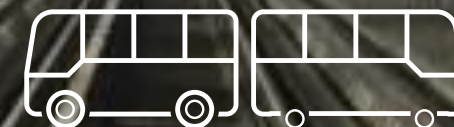
Capacité : le choix du métro s'impose

Des modes de transports publics complémentaires en fonction des besoins*

		capacité	capacité par heure par sens	fréquence	priorité aux feux	vitesse commerciale
METRO	 en site propre	250 	10'000 	1,5' 		19 km/h 
TRAM	 en site propre	270 	2'700 	6' 		20 km/h 
BHNS	 principalement sur des voies réservées	150 	1'200 	7,5' 		18 km/h 
BUS	 circule principalement avec le trafic individuel	110 	660 	10' 		10-14 km/h 



Topographie



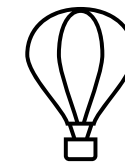
Fer ou pneu ?



Lourd ou léger ?

Choix technologiques

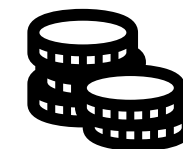
Coûts et sources de financement de l'infrastructure



Aérien



Enterré



Financement

le métro c'est du ferroviaire, et de l'urbain avant tout (FORTA?)

vs

le métro c'est urbain, mais du **ferroviaire** avant tout (FAIF?)



IOIO
IOIO

Capacité



Fréquence



Evolutivité

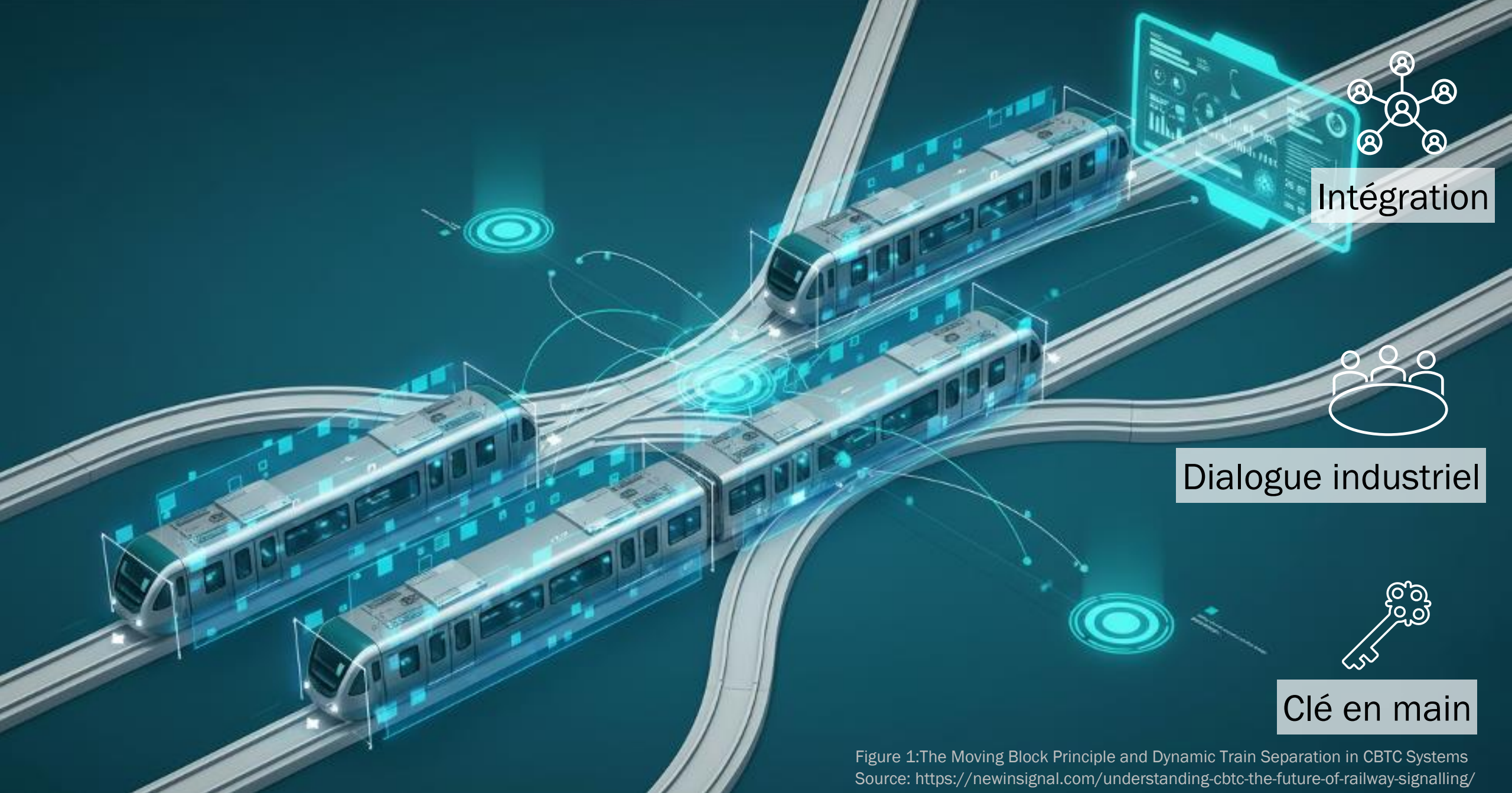
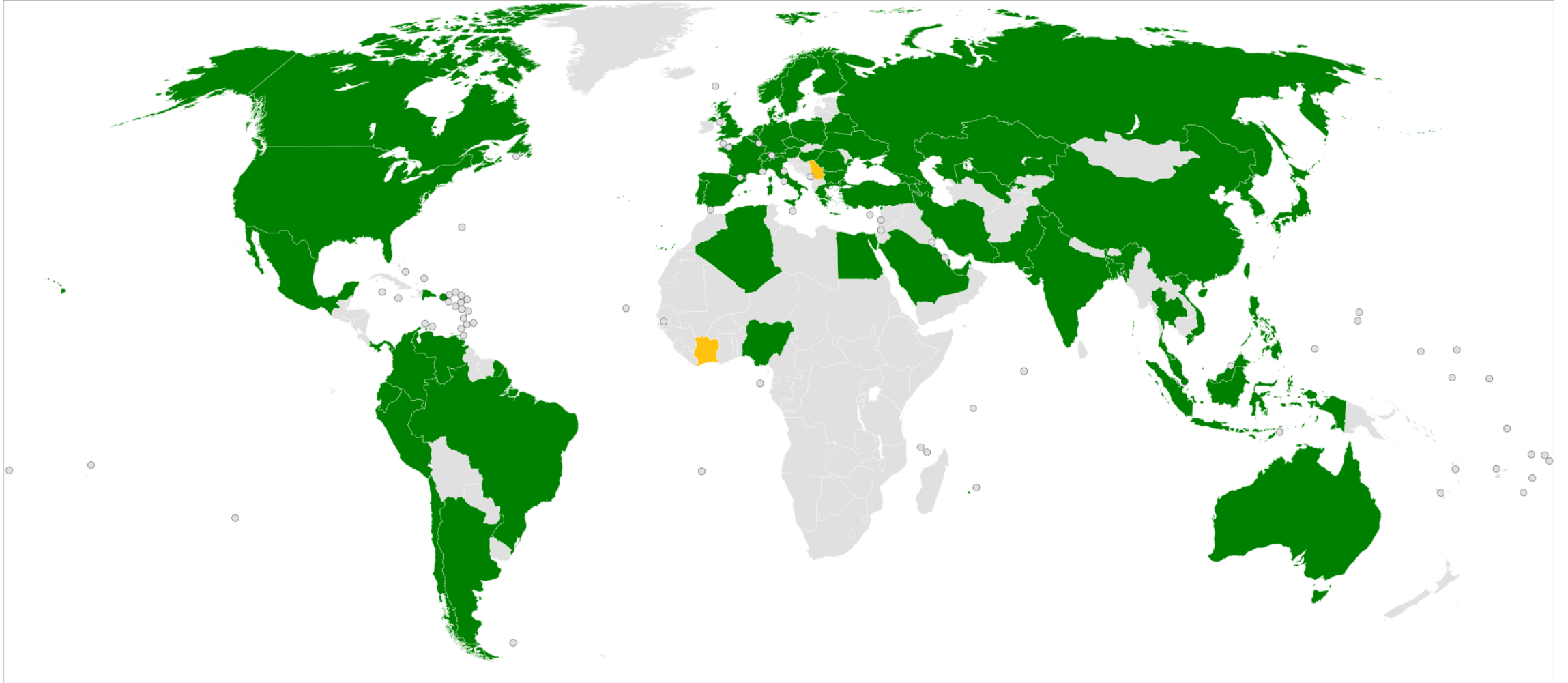


Figure 1: The Moving Block Principle and Dynamic Train Separation in CBTC Systems
Source: <https://newinsignal.com/understanding-cbtc-the-future-of-railway-signalling/>

Lignes de métros à travers le monde

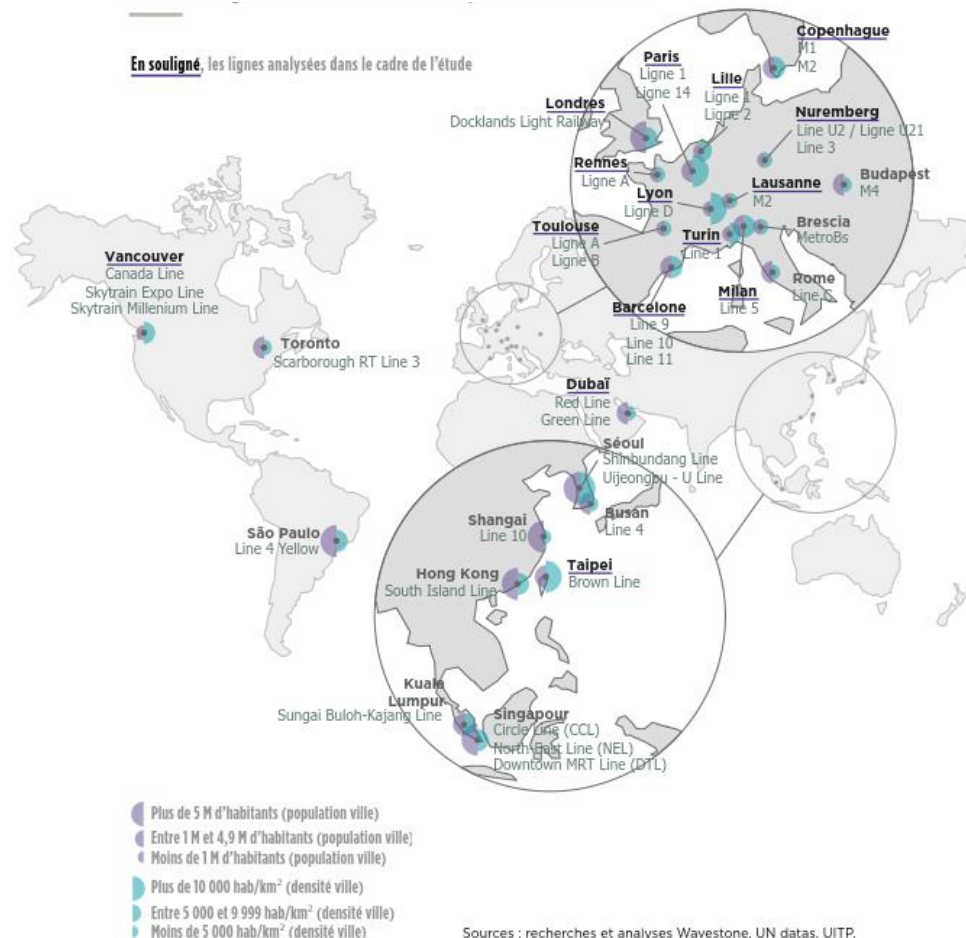
En vert : au moins une ligne de métro

En orange : en construction

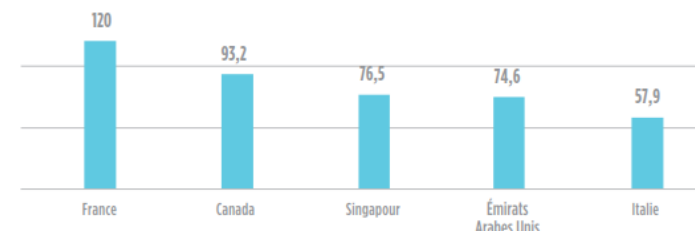


Métro automatique intégral

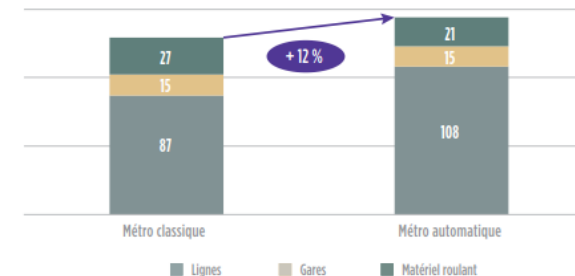
En 2019, 40 lignes de métro automatique intégral dans 26 pays



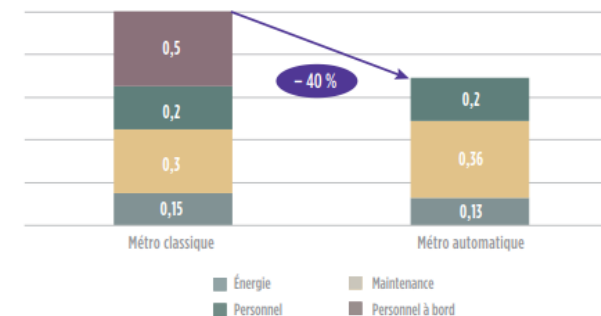
TOP 5 DES PAYS EN FONCTION DES KM DE LIGNES AUTOMATISÉES



Coûts d'investissement au km (en millions d'€)



Coûts opérationnels au km (en millions d'€/an)



m2 & m3

Un programme de développement des métros ;

deux projets :

- *modernisation du m2 en exploitation « **brownfield** »*
- *une nouvelle ligne de métro m3 « **greenfield** »*

une équipe de programme

⁰³ Le programme de développement des métros m2 – m3

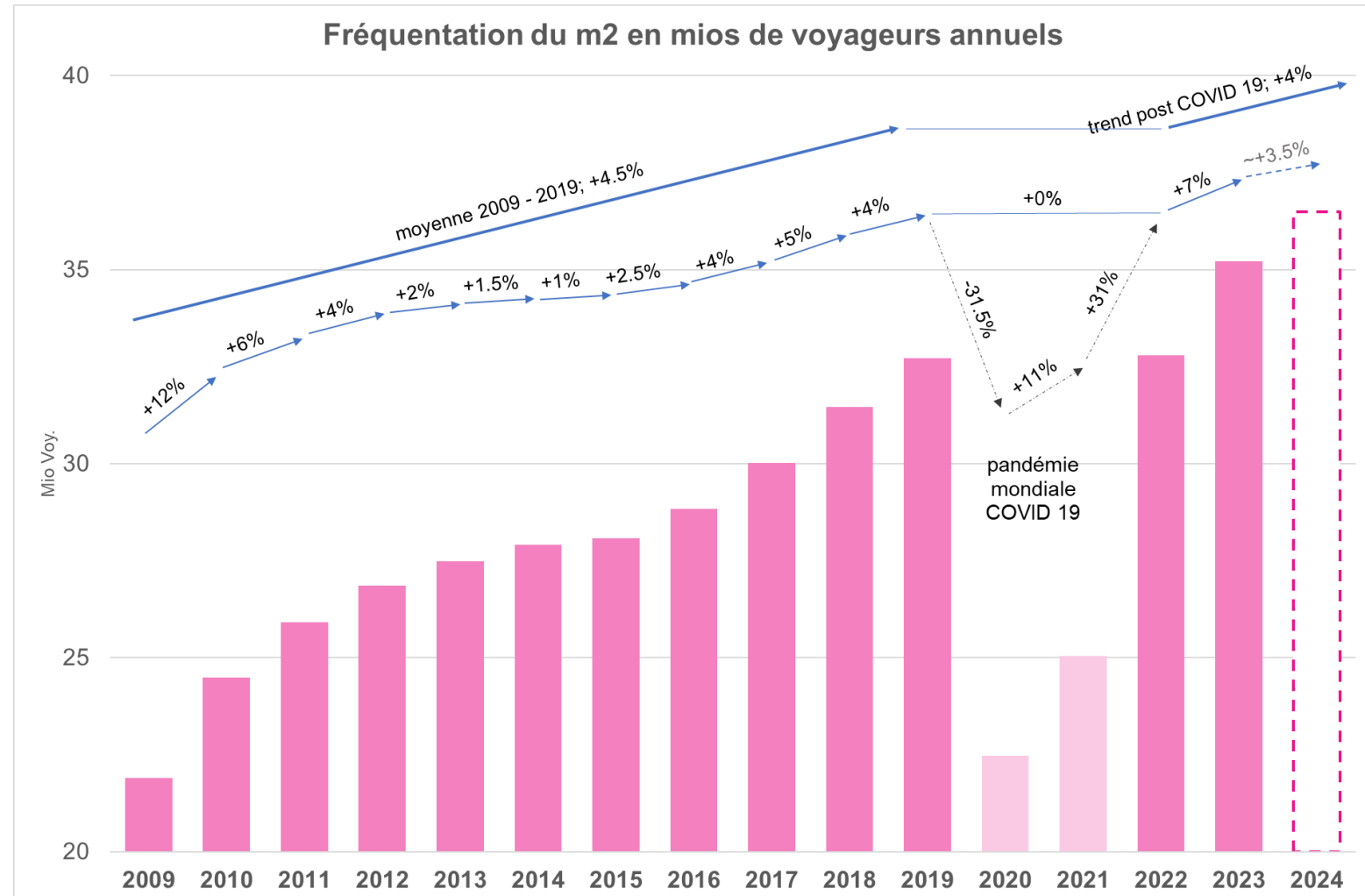
ENJEUX DE L'INTÉGRATION SYSTÈME

DES INFRASTRUCTURES À CONSTRUIRE EN MILIEU URBAIN DENSE

UN PROGRAMME À CONSTRUIRE, PAS DE PROJET «CLÉ EN MAIN»

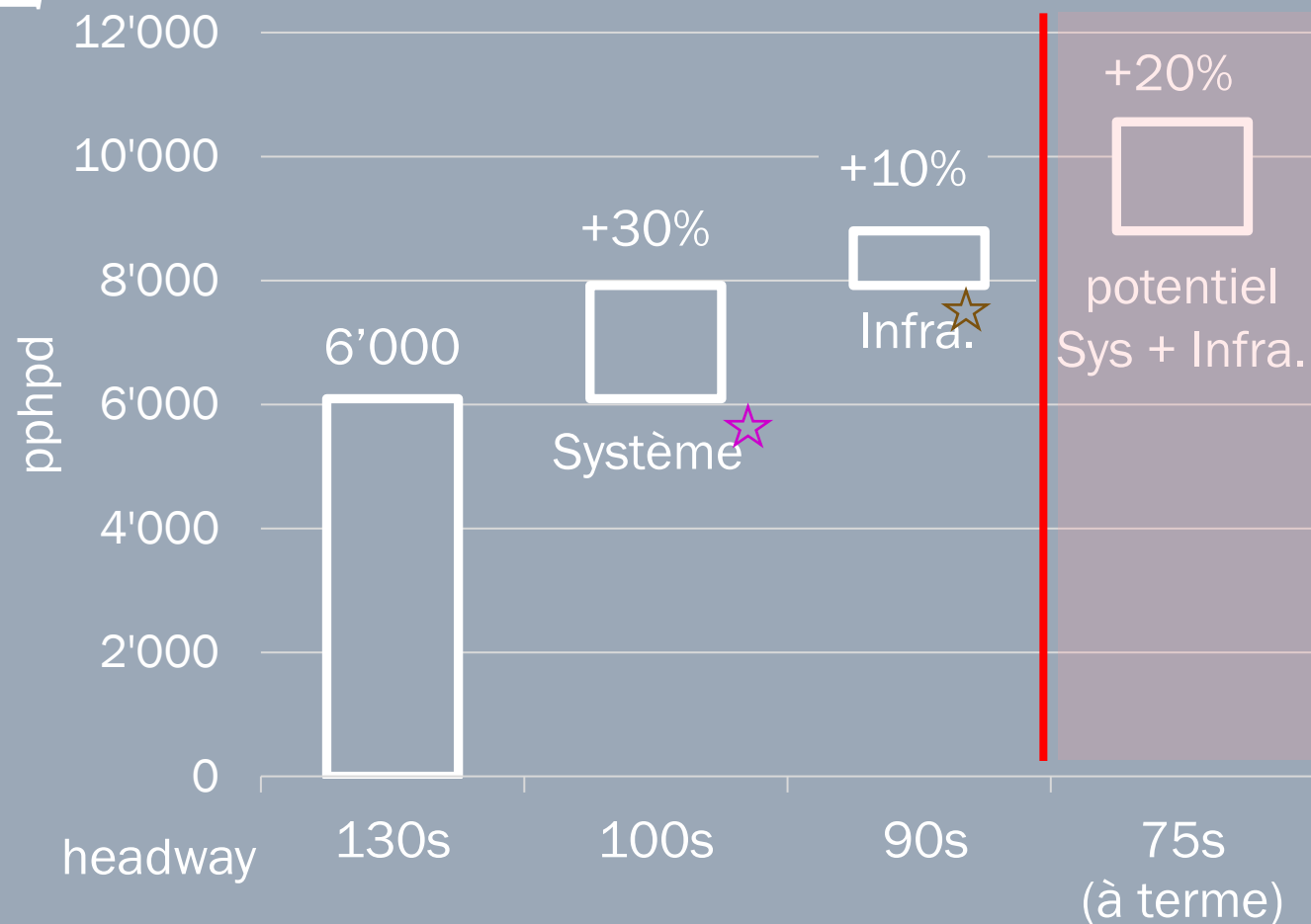
Évolution fréquentation m2 dès mise en service

- Plus de voyageurs/an que sur l'axe Genève-Lausanne !
- Croissance annuelle moyenne >4%
- Capacité de base prévue pour 25 mios voyageurs/an, aujourd'hui 36 mios
- Capacité de pointe du système a atteint sa limite en 2018 -> horaires de pointe étendus
- Croissance limitée par le système, qui ne permet plus de répondre à l'augmentation de la demande

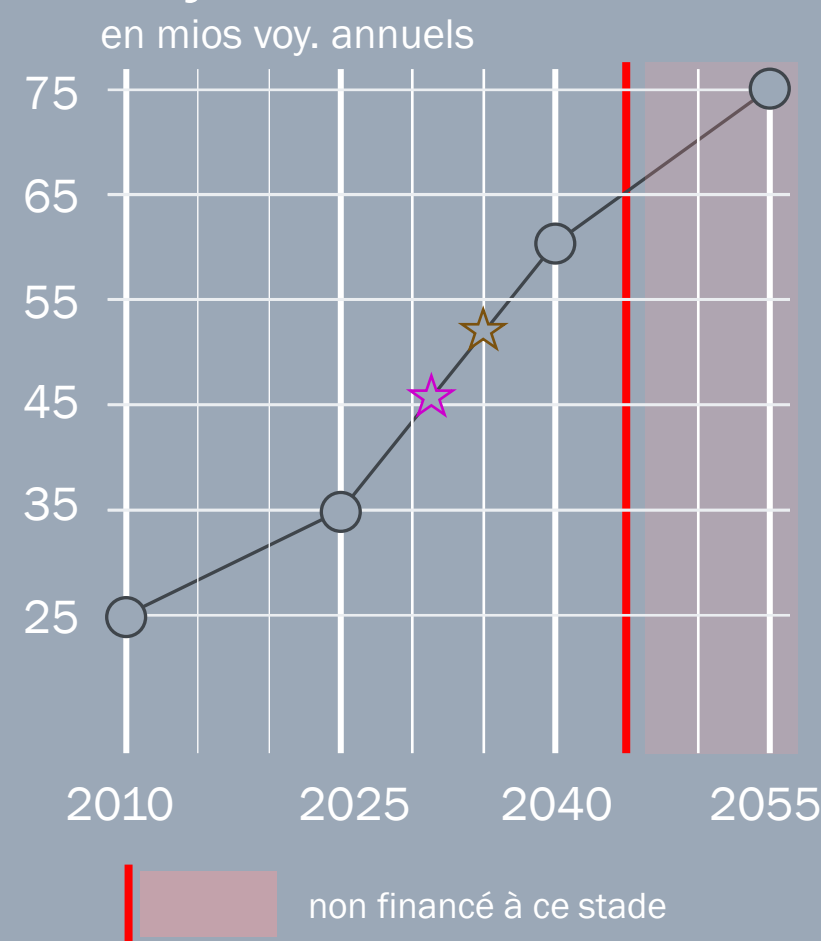


m2

Capacité de pointe en pphpd



Projection de la demande en mios voy. annuels



PROGRAMME D'AUGMENTATION DE CAPACITÉ

- MODERNISATION DES SYSTÈMES D'AUTOMATISME
- INFRASTRUCTURES NÉCESSAIRES POUR RETOURNEMENT EN LIGNE
- POTENTIEL SYS + INFRA. À FUTUR, NON FINANCÉ À CE STADE

H2031

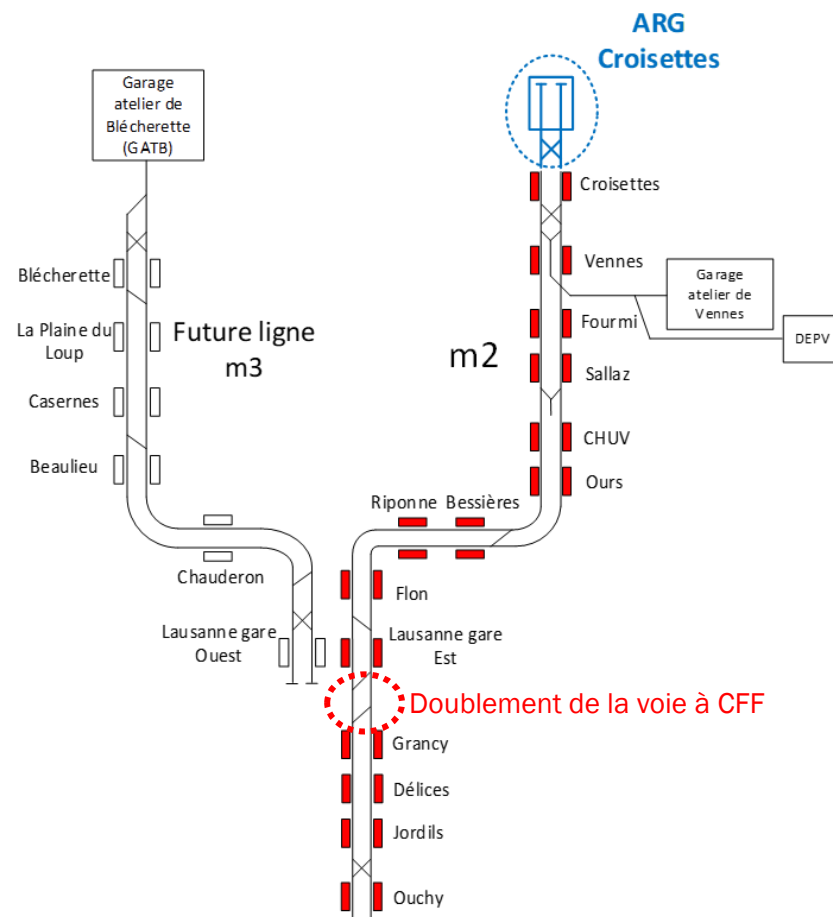
H2035

H2045+

03.1 Le m2 sous la loupe

Le renouvellement du m2 en un coup d'œil

	m2
Nombre d'objets d'infrastructure à moderniser	4
Pente maximale	12% en ligne ; 11.3% en station
Coût total (INF et autres)	852 MCHF
Arrière-gare Croisettes	1 tranchée couverte Retournement en ARG Injection de 4 rames
Dépôt Vennes	Assemblage nouvelles rames Remisage de 14 rames Machine à laver les rames
Doublement voie unique sous la gare CFF	26 m de tunnel et 214 m de TC
Procédures	Plusieurs PAP Infra 1 PAP Système



« Moderniser » le m2 soit:

- renouveler le CBTC et les sous-systèmes*
- augmenter la capacité globale du système de transport*

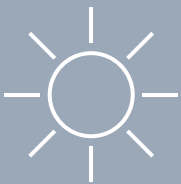
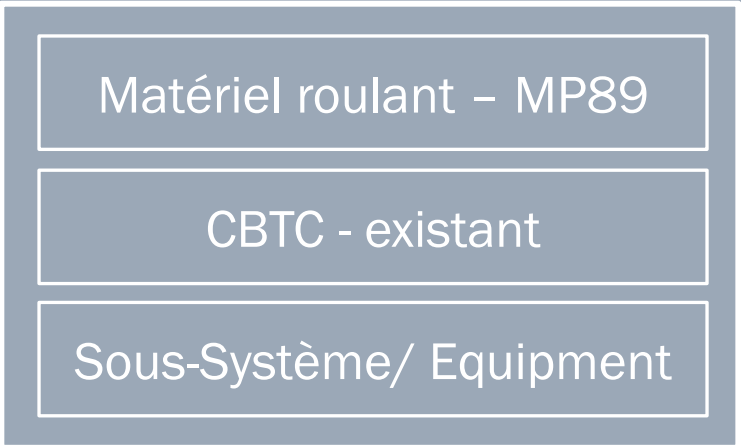
Migration GoA4 – GoA4 en exploitation

03.1 Le m2 sous la loupe

MAINTENIR LE MEILLEUR NIVEAU DE SERVICE POSSIBLE EN EXPLOITATION

INSTALLATION ET TESTS ESSENTIELLEMENT DE NUIT

Environnement d'exploitation



basculement

- maintenance pendant migration
- contrôle trvx. / «reboot CBTC»
- ouverture manuelle de ligne
- gestion des anomalies d'exploit
- reprise exploitation nominale

Environnement de tests



>1'000x



accompagnement par
du pers. accrédité

- planification d'interventions
- demande d'intervention
- preuve de sécurité
- accès pour travaux
- installation et tests

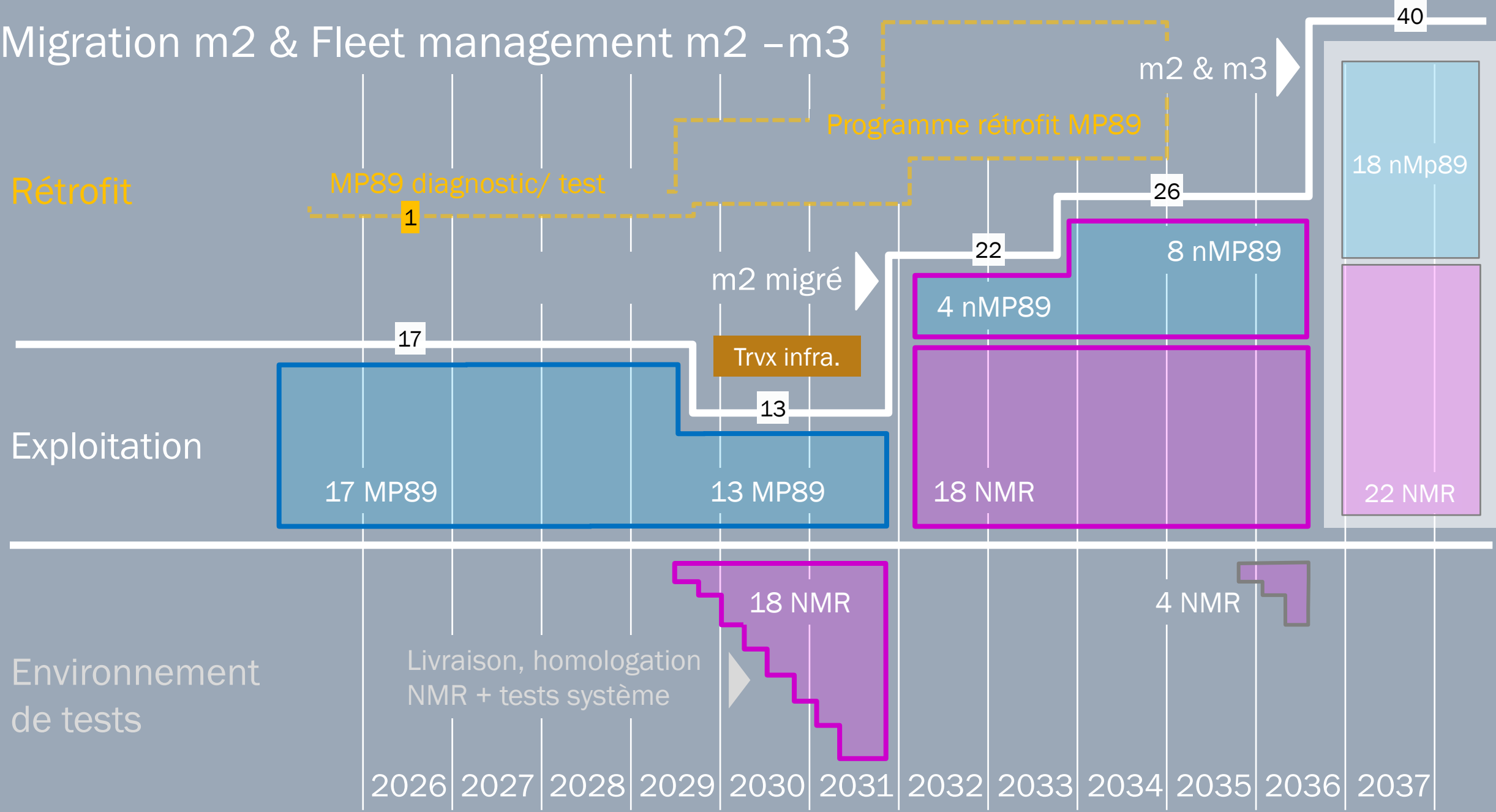
03.1 le m2 sous la loupe

MIGRATION m2 ; DEUX ENVIRONNEMENTS DISTINCTS

ENVIRONNEMENT DE TESTS JUSQU'À 18 NOUVELLES RAMES (MONTÉE EN CHARGE)

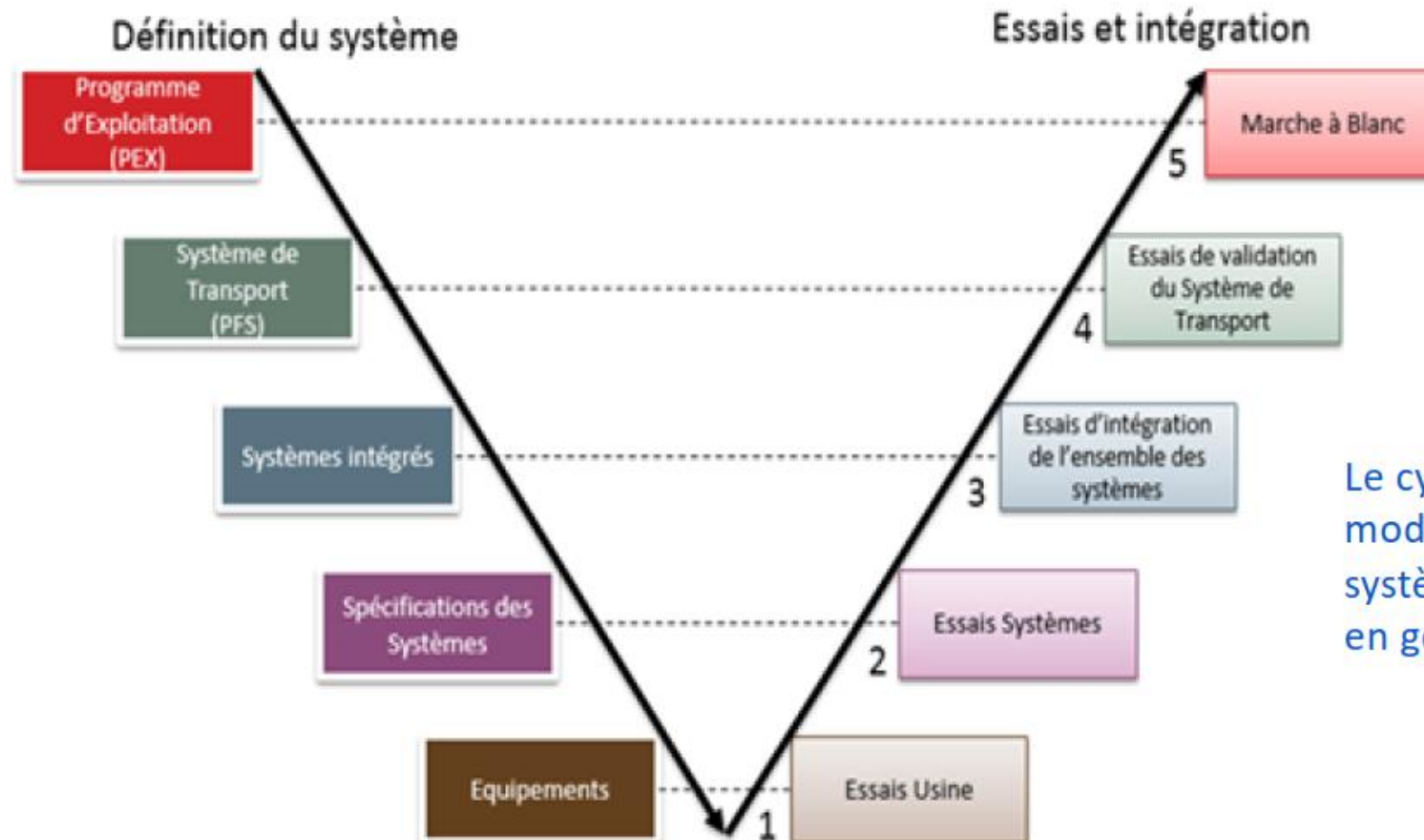
ENVIRONNEMENT D'EXPLOITATION AVEC 15 TRAINS EN LIGNE, 2 RÉSERVES

Migration m2 & Fleet management m2 –m3



Méthodologie «cycle en V»

Projet «exigenté»

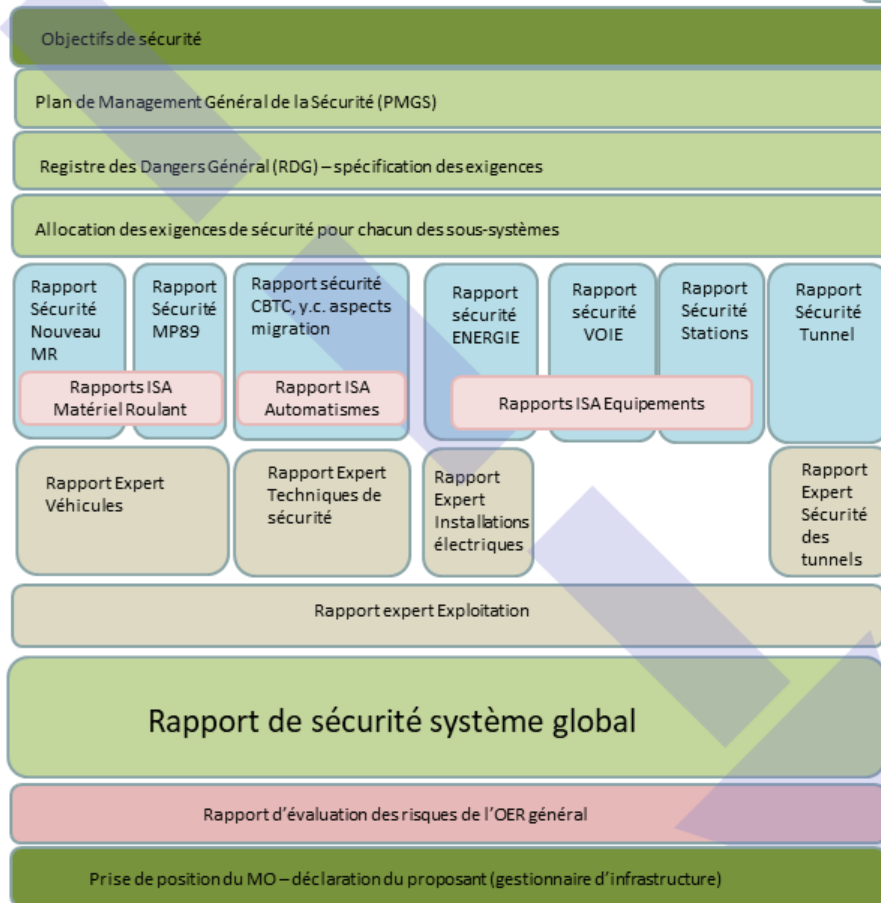


Le cycle en V reste le modèle applicable au système de transport en général.

Sécurité ferroviaire

Phases du cycle en V selon EN50126

1
2
3
4
5
6

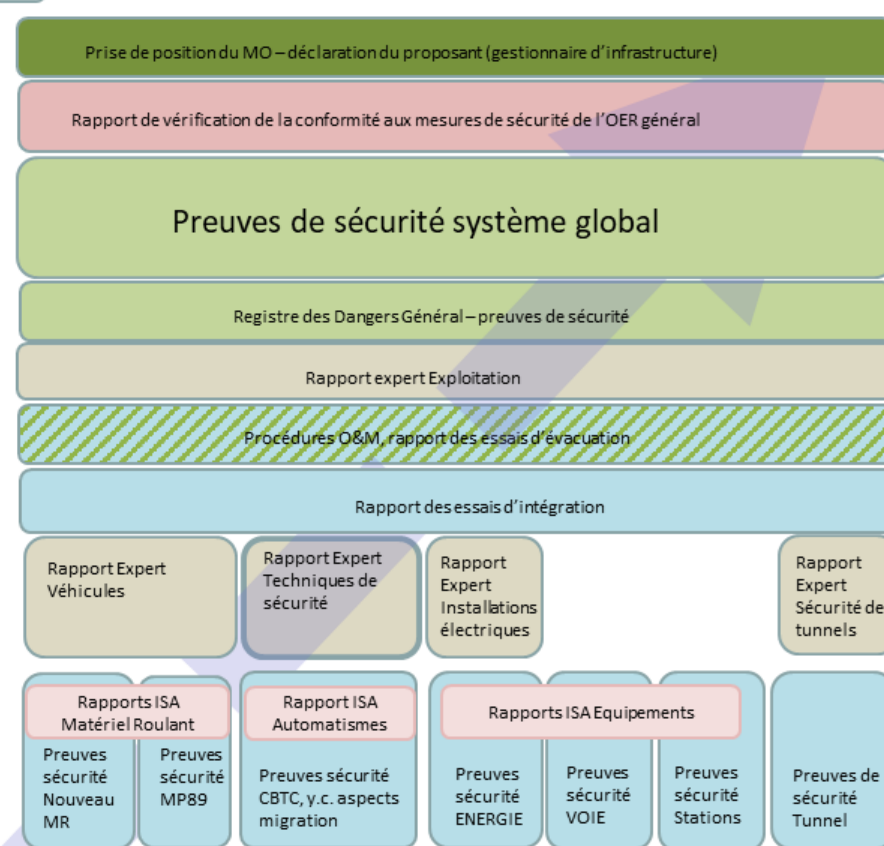


Phase conception

Plan SiNa

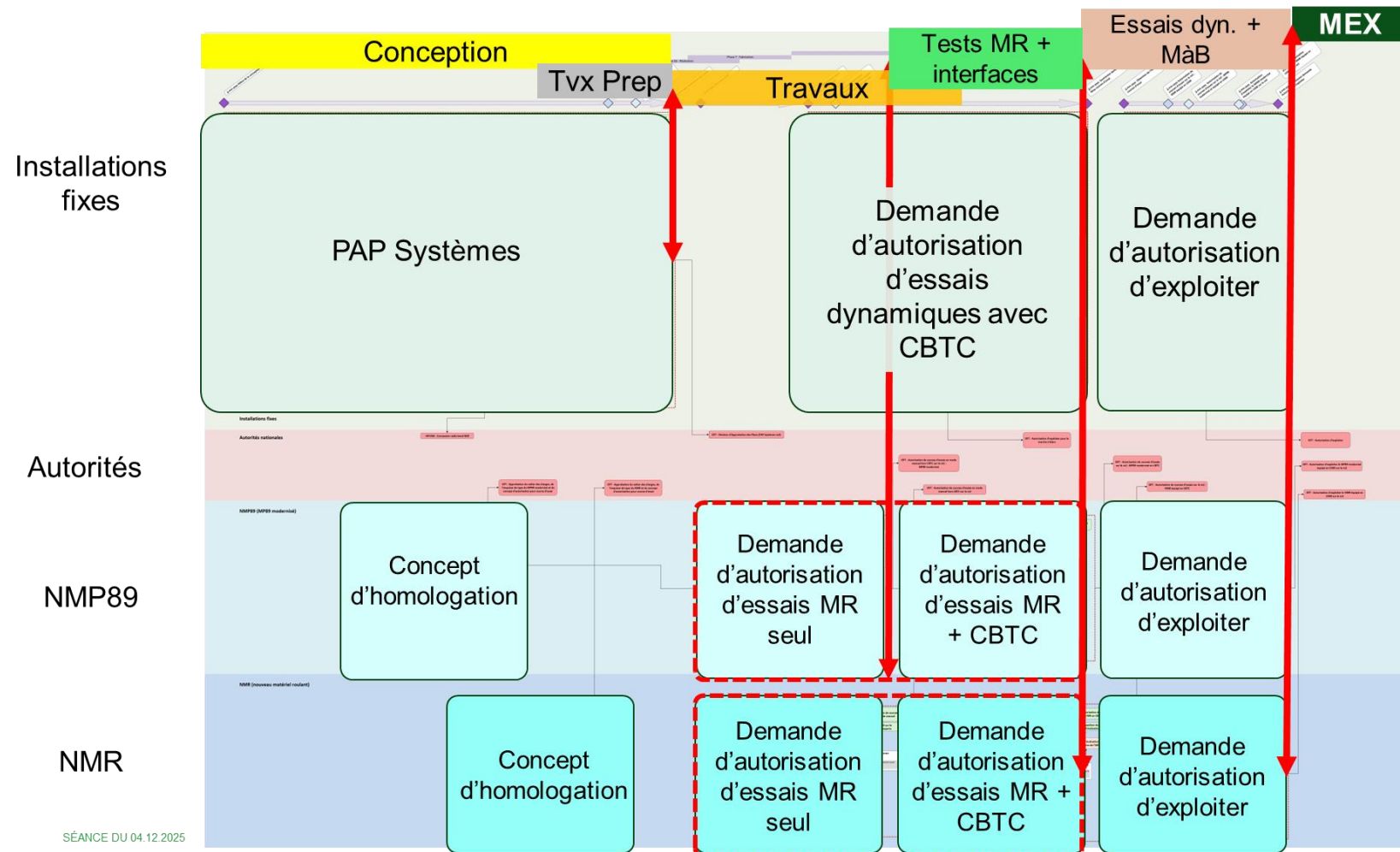
Phases du cycle en V selon EN50126

10
9
8
7



Phase travaux et essais

Sécurité ferroviaire – concept SiNa



Normatif

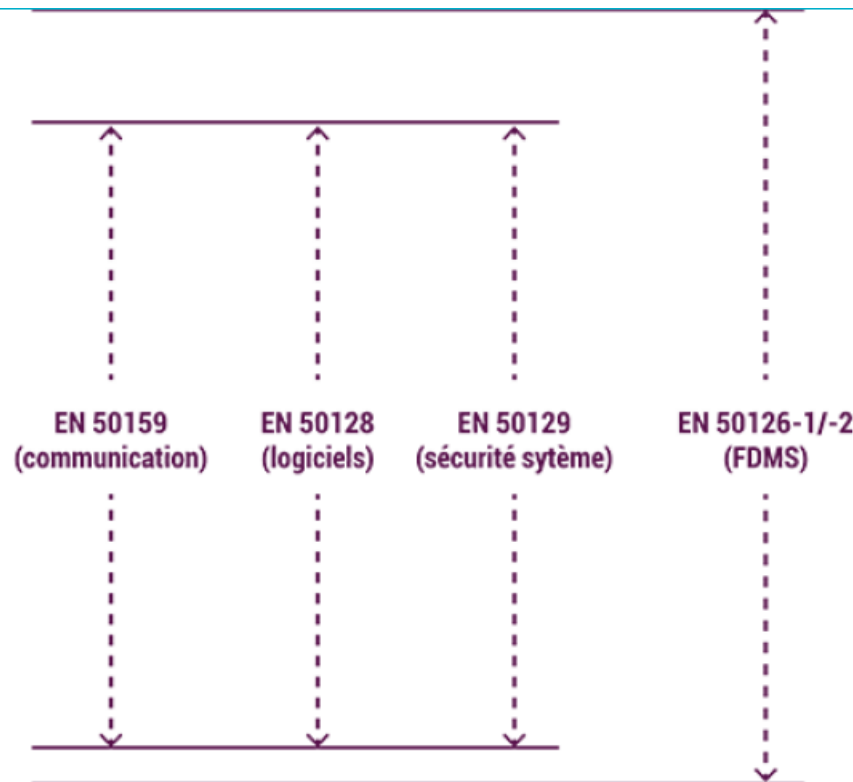
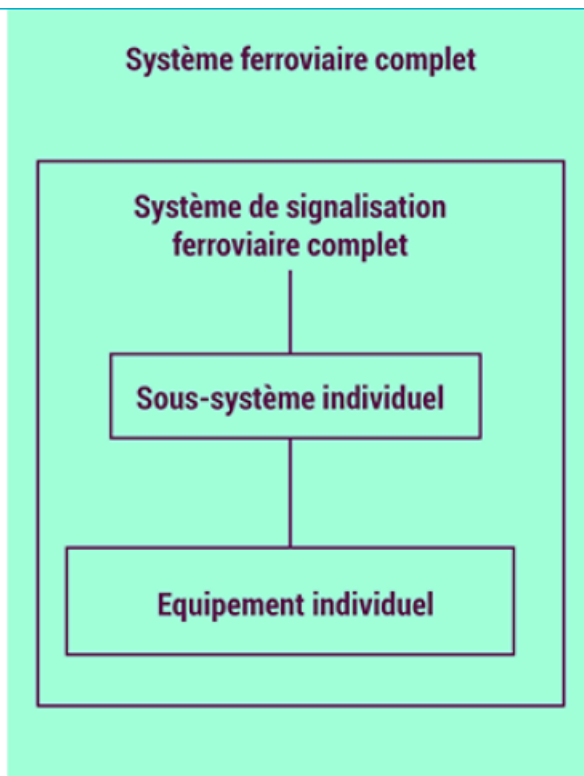


Européen



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral des transports OFT



LCdF

OCF

DE-OCF

OCI-CF

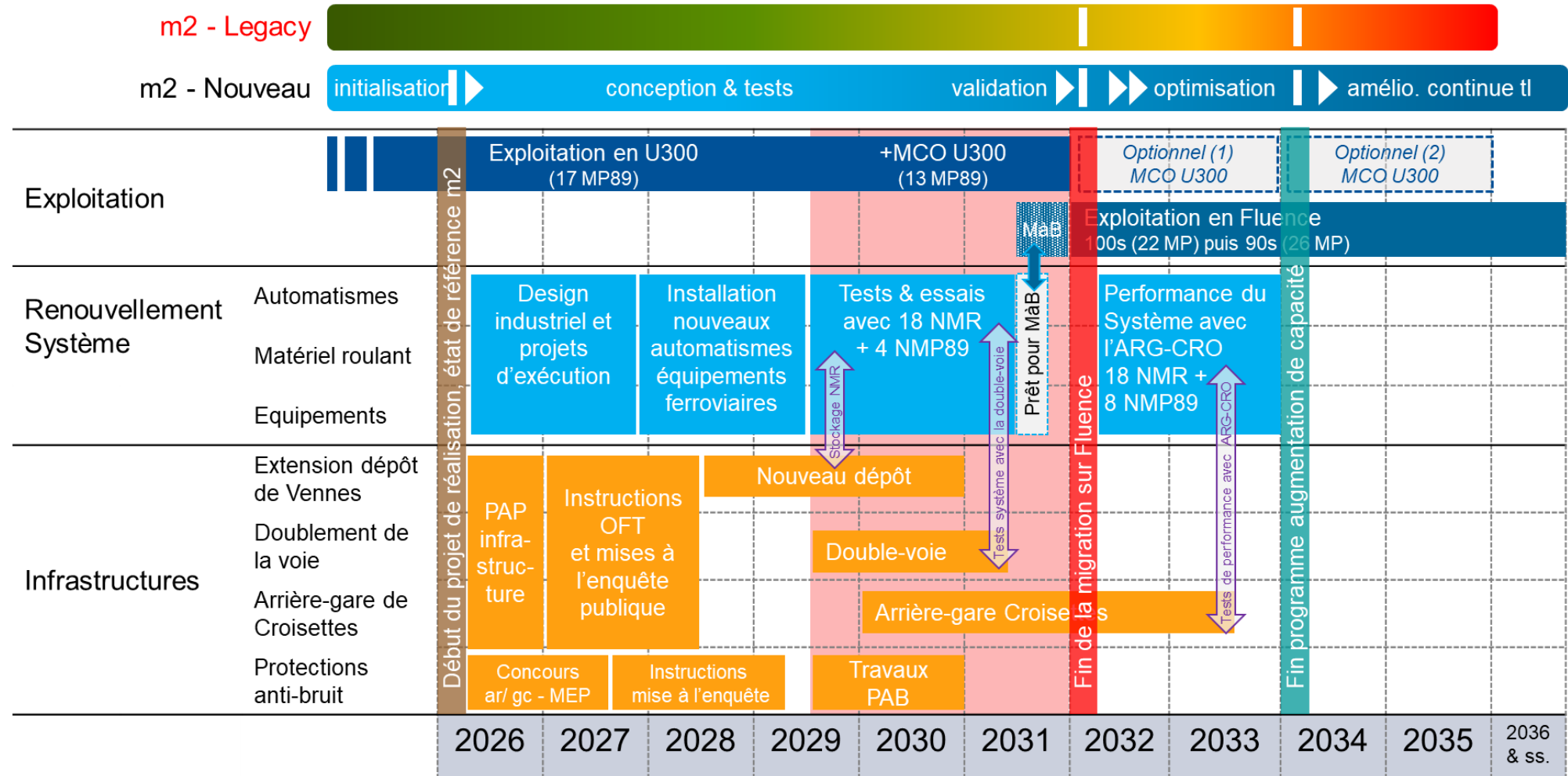
OPAPIF

(OARF) SGS / Agsec

OPB

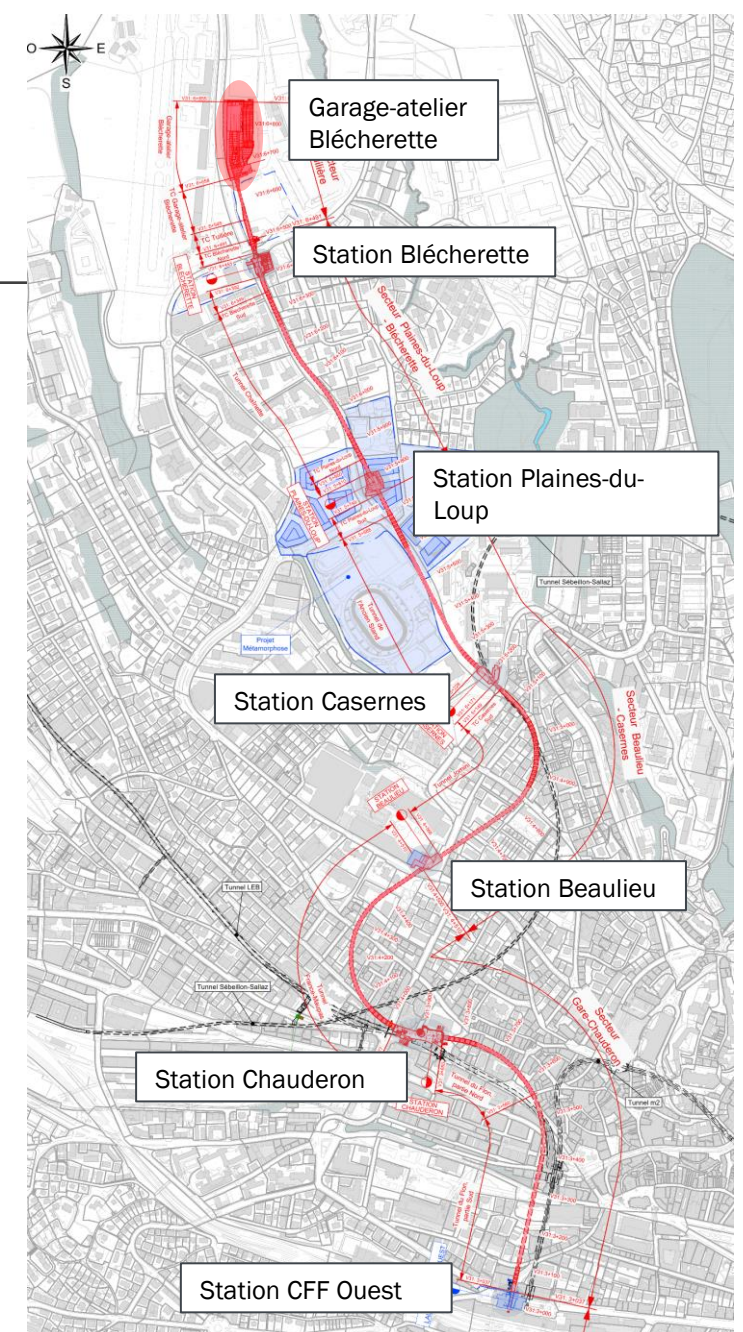
....

Systeme - Legacy / m2 renouvelé & augmenté



Le m3 en un coup d'œil

	m3
Longueur	3.6 km ligne double voie
Pente maximale	10.4% en ligne ; 6% en station
Nombre de stations / garage-atelier	6 stations / 1 GAT Blécherette
Nombre de Tunnels / TC	5 tunnels / 5 TC
Coût total (INF et autres)	1'490 MCHF HT
Mise à l'enquête	2026-2027
Début des travaux	Horizon 2028-2029
Mise en service	Horizon 2036
Procédures	PAP Infra / PAP Sys



Le m3

Nouvelle ligne, de la gare à la Blécherette

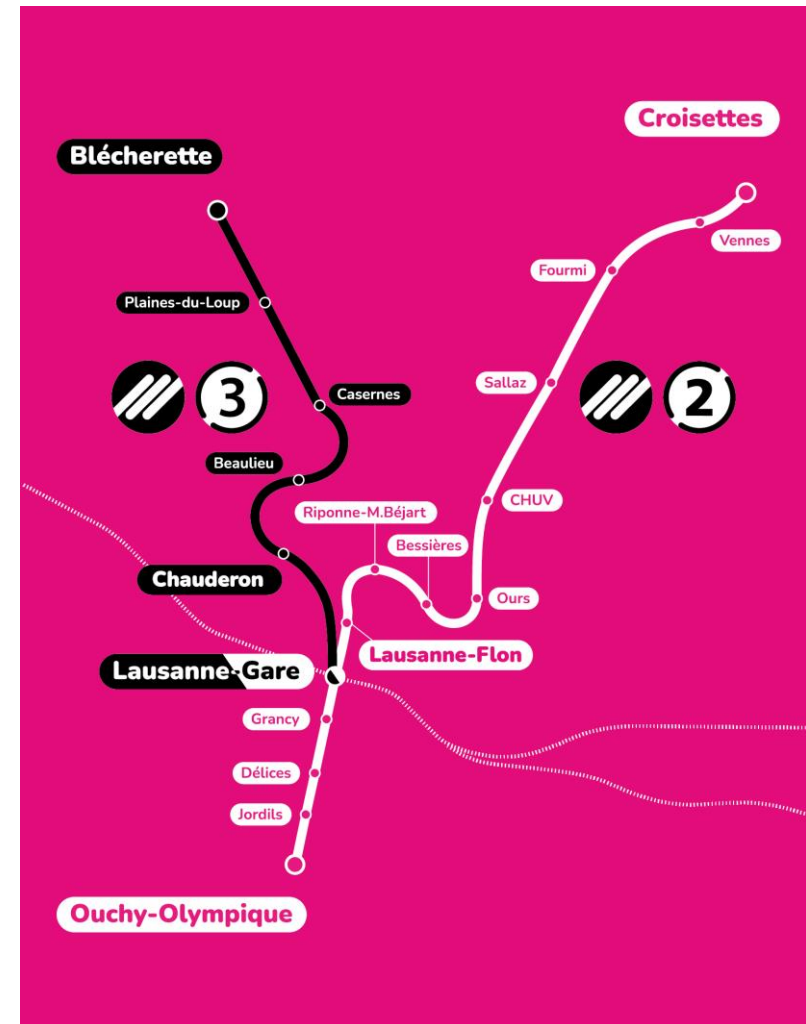
- Tracé entièrement souterrain et à double voie

6 stations peu profondes

- Pour entrer et sortir rapidement du métro

Desserte de l'écoquartier des Plaines-du-Loup

- 8000 habitants & 3000 emplois à l'horizon 2030



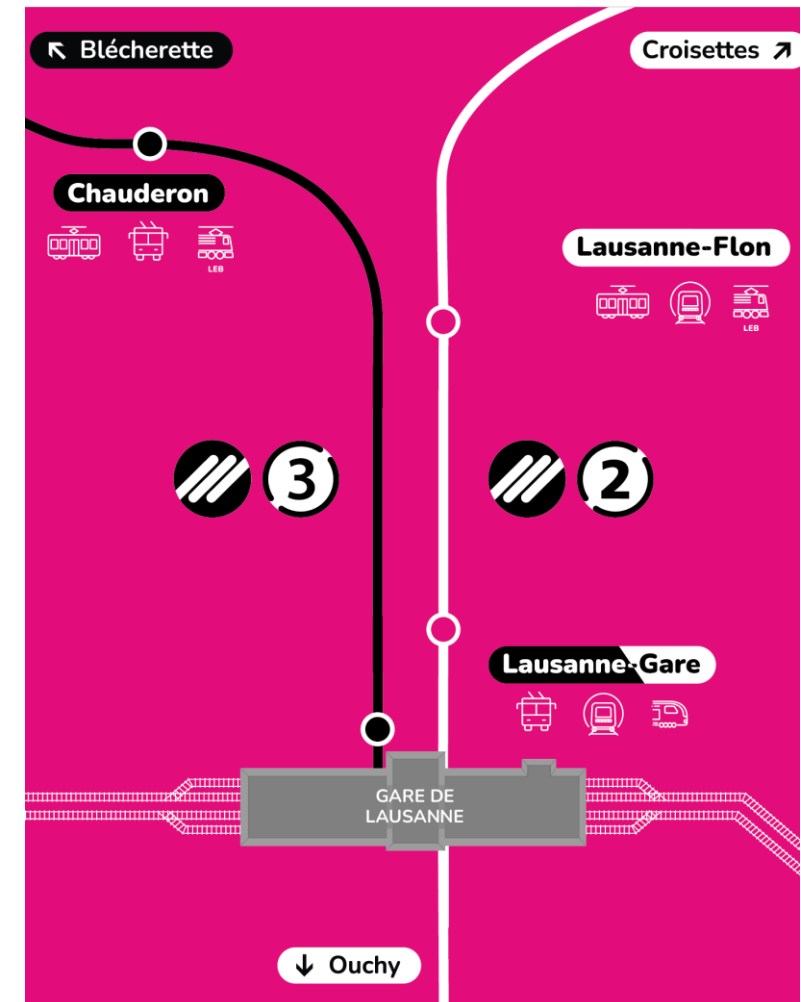
Le m3

Nouvelle station à la gare CFF de Lausanne, spacieuse et en pente douce

À Chauderon, connexions au LEB, aux bus, au tram et aux bus à haut niveau de service (BHNS)

2 minutes

Fréquence du m3 à sa mise en service

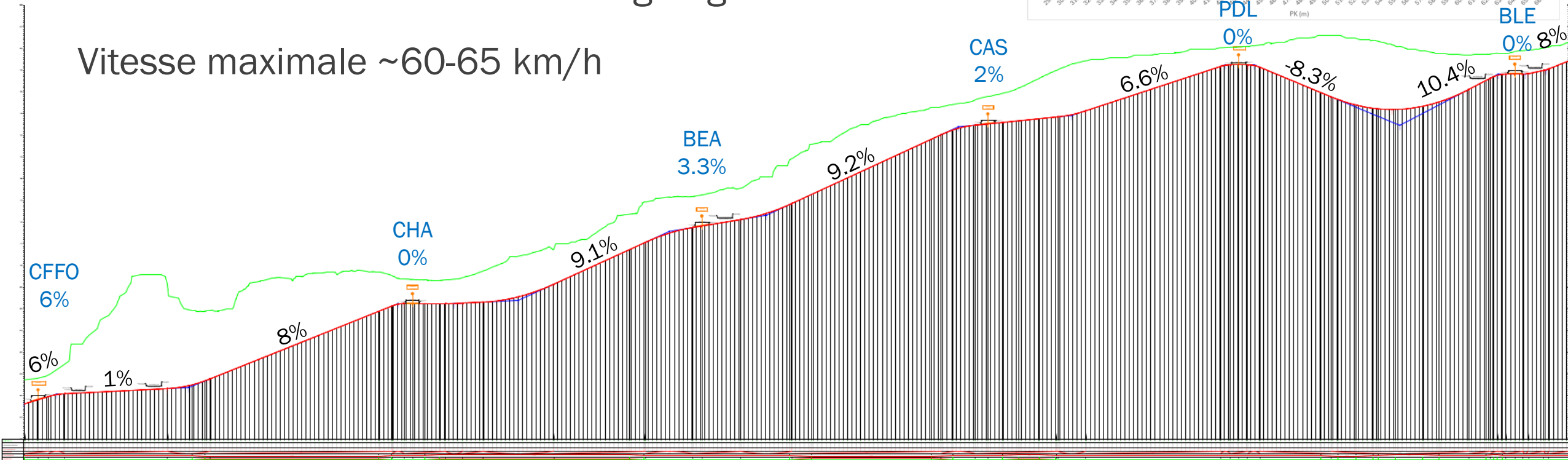
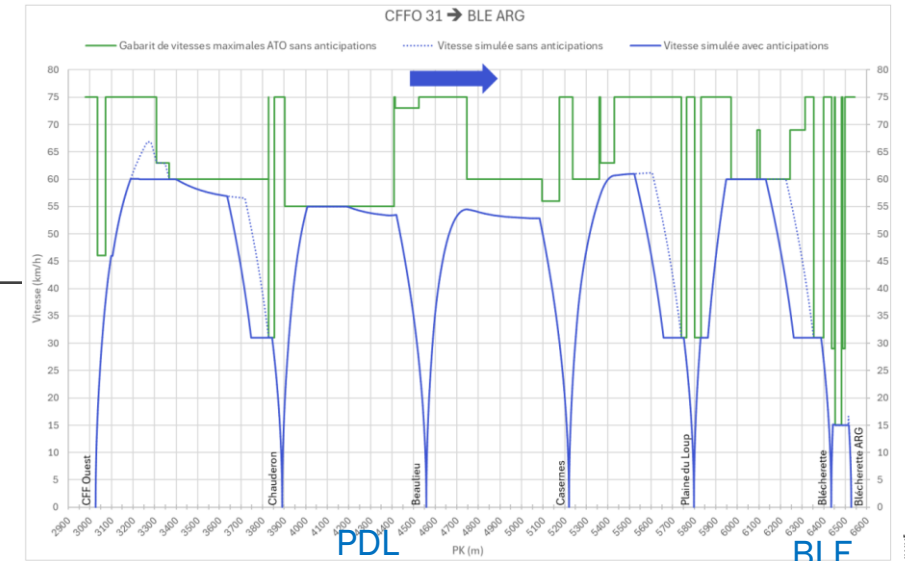


Profil en long / Profil de vitesse du m3

Pente maximale 10.4%

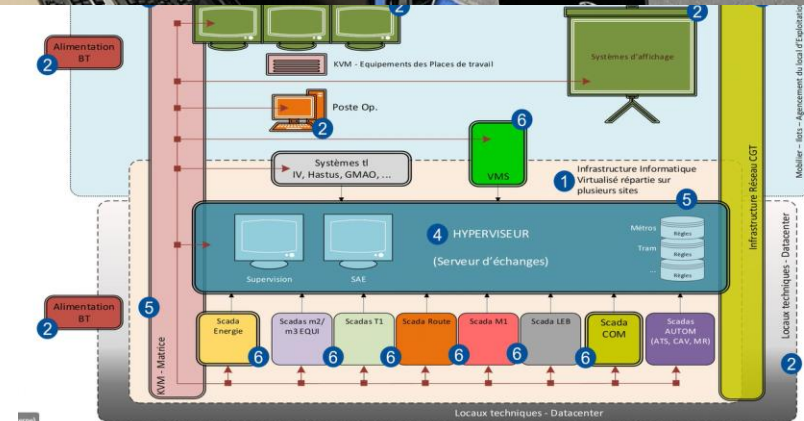
Pente de 8% entre station BLE et garage-atelier GATB

Vitesse maximale ~60-65 km/h



Intégration système m2-m3

- Hyperviseur 
- PCC «centralisé»
- Gestion de flotte «m2-m3»
- Enjeux du CBTC
- Equi. ferroviaires « synergie marchés»
- Energie, alimentation «traction»
- Maintenance / Spares / MCO
- Procédure d'exploitation
- Réseau de communication
- Cybersécurité



Synthèse «système métro»

Si vous avez l'intention de réaliser une ligne de métro,
prévoyez le doublement de sa capacité à 20 ans
et 40 ans, une deuxième ligne pour moderniser la 1^{ère}

Comme vous mettrez 20 ans à réaliser la 1^{ère}
commencez sans tarder, à planifier la 2^{ème}

Mieux encore,
prévoyez-en deux tout de suite



Source: <https://fr.vecteezy.com/art-vectoriel/14918962-concept-abstrait-de-systeme-de-nombre>



La discussion est ouverte

TST

Informations sur les visites du vendredi et samedi

Mise à jour des programmes
Informations importantes



Chaussures fermées obligatoires !
Pas de chaussures à talons !



Les chasubles / gilets orange seront
distribués aux rassemblements le
vendredi matin - récupération en fin
de journée à l'apéro à la Vaudoise
aréna



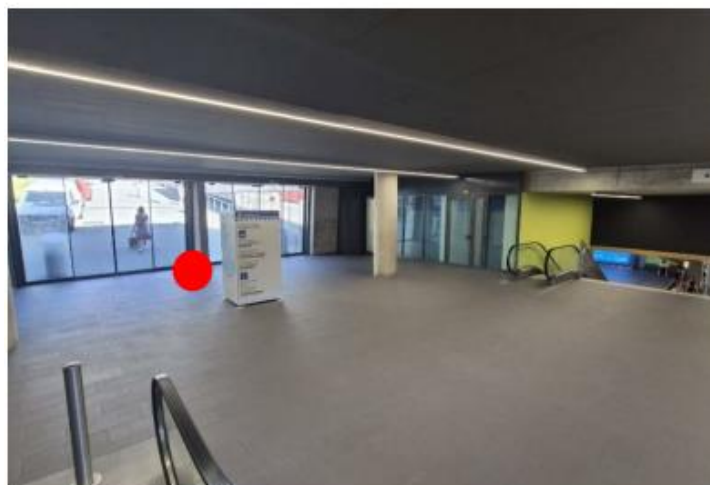
Vendredi 12 juin 2026

Lieux de rendez-vous : ! attention nouveaux horaires et lieux de rendez-vous !

Programmes Infrastructure et Installation de Sécurité

07:45 – 08:00 : Station Lausanne Flon : programme Infra

08:15 – 08:30 : Station Lausanne Flon : programme IS



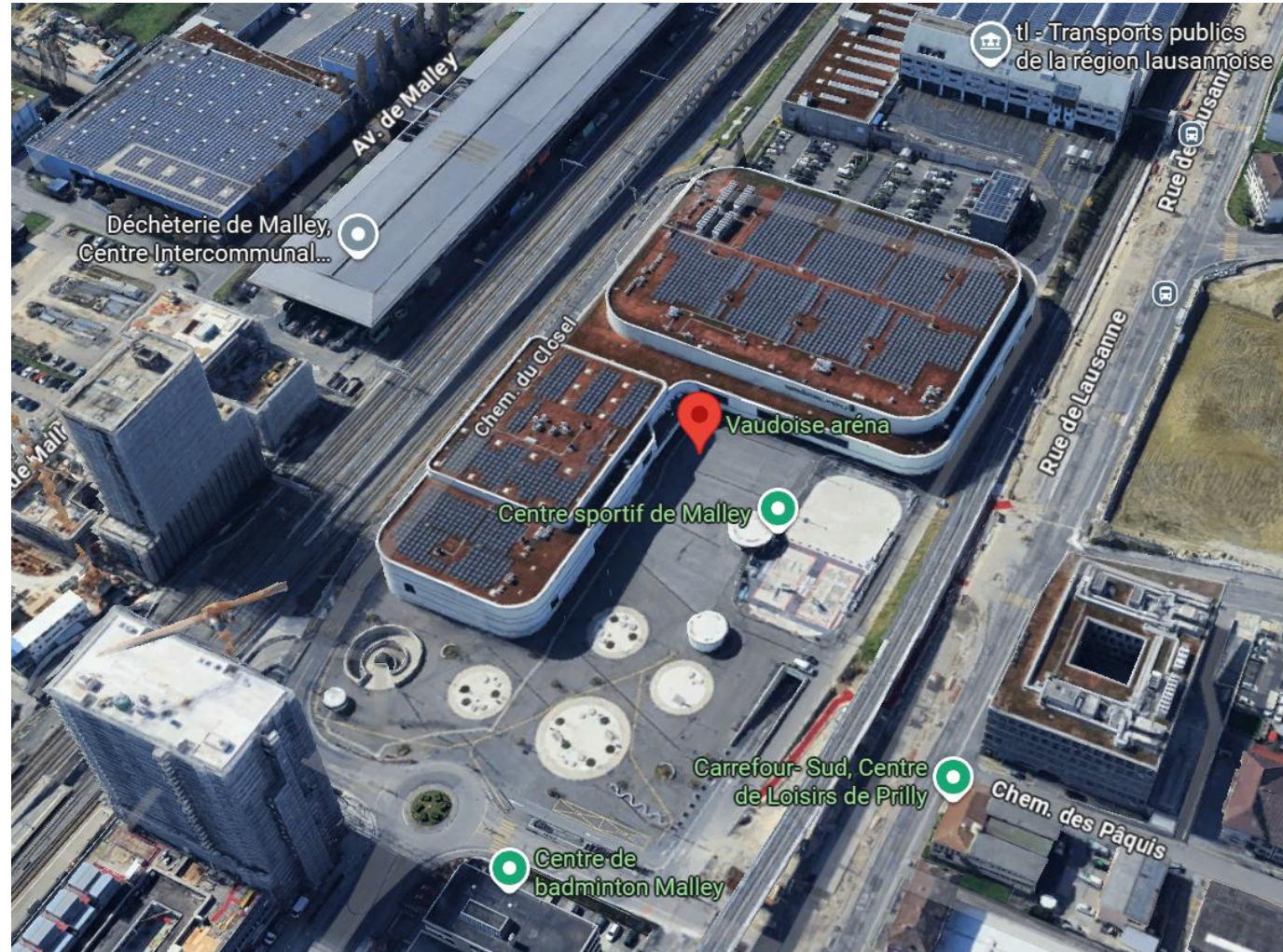
Vendredi 12 juin 2026

Lieux de rendez-vous : ! attention nouveaux horaires et lieux de rendez-vous !

Programme Traction :

! attention nouveau lieu et nouveaux horaires !

08:15 – 08:30 : **Vaudoise Aréna porte B à Prilly** (idem Assemblée Générale)



Le respect des horaires est important pour les trains spéciaux m2

Programmes **Infra & IS** :
10h00 Croisettes → GAT m2
12h00 GAT m2 → Croisettes

Programme **Traction** :
14h00 Croisettes → GAT m2



Samedi 13 juin 2026

Programme d'excursion, samedi 13 juin 2026

Visite au cœur de Lavaux, site inscrit au Patrimoine mondial de l'Unesco

Lieu de rassemblement : Station m2 Lausanne-Flon

09:00	Rassemblement à la station Lausanne-Flon
09:15 – 09:20	Transfert en métro m2 jusqu'à Lausanne, gare
09:24 ou 09:34	Voyage en train de Lausanne, gare à Cully, gare (10'), dépose des bagages à proximité de la gare de Cully.
09:45 – 11:15	Voyage en « Lavaux Express » avec la boucle : Cully - Riex - <u>Épesses</u> - <u>Dézaley</u> - Grandvaux
11:15 – 11:30	Arrivée à Grandvaux et déplacement à pied jusqu'au domaine de la Crausaz
11:30 – 13:30	Arrivée au Domaine de la Crausaz , visite, dégustation de vins et repas
13:30	Balade dans les vignes, retour à la gare de Cully, reprise des bagages et retour individuel en train (13:44, 13:56, 14:14, 14:27, 14:44, ...)